

G

高等学校规划教材

GAODENG XUEXIAO GUIHUA JIAOCAI

土木工程制图

蒋红英 盛尚雄 编著
王秀丽 主审



中国建筑工业出版社

高等学校规划教材

土木工程制图

蒋红英 盛尚雄 编著
王秀丽 主审

中国建筑工业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

土木工程制图 (含土木工程制图习题集) / 蒋红英, 盛尚雄编著. —北京: 中国建筑工业出版社, 2006

高等学校规划教材

ISBN 7-112-08551-9

I. 土... II. ①蒋... ②盛... 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 (2006) 第 095438 号

高等学校规划教材
土木工程制图

蒋红英 盛尚雄 编著
王秀丽 主审

*

中国建筑工业出版社出版 (北京西郊百万庄)

新华书店总店科技发行所发行

北京密云红光制版公司制版

北京同文印刷有限责任公司印刷

*

开本: 787×1092 毫米 1/16 印张: 34 字数: 643 千字

2006 年 8 月第一版 2006 年 8 月第一次印刷

印数: 1-4000 册 定价: 48.00 元 (含习题集)

ISBN 7-112-08551-9
(15215)

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题, 可寄本社退换

(邮政编码 100037)

本社网址: <http://www.cabp.com.cn>

网上书店: <http://www.china-building.com.cn>

本书依据高等学校工科制图课程教学指导委员会制定的《画法几何及土木工程制图课程教学基本要求》的精神,按照《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2001)编写。本书主要内容包括:绪论,点、直线和平面的投影,平面立体的投影,曲面立体的投影,工程上常用的曲线与曲面,轴测投影,建筑制图国家标准的基本规定,组合体的投影,建筑形体的表达方法,建筑施工图,结构施工图,建筑给水排水工程图,桥梁、涵洞、隧道工程图,Auto CAD2006绘图基本方法与技能等。

遵循形象思维、模仿思维、空间与平面对应思维的三维训练思想方法,由感性认识到理性认识、先由三维立体再到二维平面图形的认识规律,不论是画法几何教学内容,还是三视图、组合体、剖面图、施工图等都采用了大量配套的三维立体图样,图文并茂;并编写了Auto CAD2006,更有利于计算机技术的学习与应用。

本书配有相应的习题集,题目简洁明了,学生对作业内容可根据自己的实际情况有很大的选择性。本书适合于土木工程、建筑学、城市规划、工程管理、给水排水工程等专业不同层次的学生学习,特别适合学时少而通过较少时间能够尽快掌握三维空间投影规律的学生及相关工程技术人员。

* * *

责任编辑:王跃牛松

责任设计:董建平

责任校对:张树梅 王金珠

前 言

自上世纪末教育部实施新的普通高校本专科专业目录以来,我国对高等教育专业设置进行了较大幅度的调整,现有的土木工程专业涵盖原有的建筑工程、交通土建工程、桥梁工程、地下工程等专业,原有教材难以在课程门数多,学时少的情况下满足国家拓宽专业口径的要求。为了适应土木工程专业课程教学的要求,本书是以土木工程专业指导委员会制定的《画法几何及土木工程制图》教学大纲为基本依据,根据建设部高等学校土木工程学科专业指导委员会关于当前大中专院校专业设置的调整以及拓宽专业面、优化课程结构、精选教学内容的要求,并结合当前我国普通高校专业基础课的教育发展趋势编写的。

本教材注重突出教学基本要求规定的必学内容,尽量做到层次分明,深浅适当,详略适度,循序渐进,图文并茂。在理论和实践相结合方面,教材突出了科学性、时代性、实践性的编写原则,全书尽可能地按照国家的最新标准、规范和规程编写,并在内容上注意推陈出新,为学生的后续课程学习打下良好的基础。

“构成我们学习最大障碍的是已知的东西,而不是未知的东西。”如何利用更少的时间,摄取更多的新知识、新方法是当代大学生不断的追求。所以,调整固有课程的内容,加强本门学科实践内容,给学生提供更宽松的学习空间是编者的宗旨。对于创新思维来说,见林比见树更为重要,学生在特定的学习环境中有只见树木不见森林的危险。在世界的进步中,起作用的不是我们的才能,而是我们如何运用才能。如何运用自己的才能使生尽快成才是至关重要的。试图研究如此广泛复杂课题的任何一本书,也许都难免会有不足之处,本书也在所难免。编者力图分析作出新发现的方法,综合有成就的老师的观点中带有普遍性的东西,提供给学生。

本书主要介绍土木工程制图的一般投影理论和读图、绘图方法以及计算机绘图与技能,吸取了近年来教学改革经验,紧密结合专业,注重从投影理论到制图实践的应用。遵循最新规范,并注意全书的系统性,力求反映近年来土木工程专业的发展水平。适用于土建类、水利类等相关专业的《土木工程制图》课程教学。全书分为二篇:第一篇画法几何,第二篇土木工程制图,同时新编了 Auto CAD2006 计算机绘图方法与技能。本书在编写过程中,得到了兰州理工大学土木工程学院的领导和教师们的大力支持,在此表示深切的谢意。

本书由兰州理工大学蒋红英、盛尚雄编著。其中第2章、第4章、第7章、第10章、第11章、第12章由蒋红英编写,绪论、第1章、第3章、第6章、第8章、第9章由盛尚雄编写,第5章、第13章由张兰英编写。全书由博士生导师王秀丽教授主审。

在编写过程中作者力图尽量避免不必要的错误,但由于编者水平有限,加之时间仓促,书中难免存在一些缺点和错误,欢迎广大师生批评指正。

目 录

第一篇 画法几何

绪论	1
第 1 章 点、直线和平面的投影	9
§ 1-1 点的投影	9
§ 1-2 直线的投影	14
§ 1-3 平面的投影	28
§ 1-4 换面法	37
§ 1-5 直线与平面、平面与平面的相对位置	43
第 2 章 平面立体的投影	48
§ 2-1 棱柱、棱锥(台)的投影	48
§ 2-2 平面立体表面上的点和直线	51
§ 2-3 平面立体的截割	52
§ 2-4 两平面立体相交	57
§ 2-5 同坡屋面的交线	60
第 3 章 曲面立体的投影	63
§ 3-1 回转体(圆柱、圆锥、圆球)的投影	63
§ 3-2 回转体的截割	68
* § 3-3 平面体与回转体相交	73
§ 3-4 两回转体相贯	76
* 第 4 章 规则曲线、曲面及曲面立体	82
§ 4-1 曲线	82
§ 4-2 曲线的形成与分类	82
第 5 章 轴测投影	88
§ 5-1 轴测投影的基本概念	88
§ 5-2 正等轴测图	90
§ 5-3 斜二测	98
§ 5-4 轴测剖视图的画法	101

第二篇 土木工程制图

第 6 章 建筑制图国家标准及其基本规定	104
§ 6-1 建筑制图国家标准的基本规定	104
§ 6-2 制图工具及使用	108

§ 6-3	几何作图	113
§ 6-4	尺寸的标注形式	116
第 7 章	组合体	121
§ 7-1	组合体的形体分析	121
§ 7-2	组合体的三视图及其画法	123
§ 7-3	组合体的尺寸注法	127
§ 7-4	组合体三视图的读图和补画视图	130
第 8 章	建筑形体的表达方法	136
§ 8-1	建筑形体的视图	136
§ 8-2	建筑形体的剖视图	141
§ 8-3	建筑形体的断面图	151
第 9 章	建筑施工图	154
§ 9-1	概述	154
§ 9-2	施工总说明及建筑总平面图	162
§ 9-3	建筑平面图	166
§ 9-4	建筑立面图	174
§ 9-5	建筑剖面图	178
§ 9-6	建筑详图	182
§ 9-7	绘制建筑平、立、剖面图的步骤和方法	190
§ 9-8	楼梯图画法	192
第 10 章	结构施工图	197
§ 10-1	概述	197
§ 10-2	结构平面图	202
§ 10-3	基础图	205
§ 10-4	钢筋混凝土构件结构详图	209
§ 10-5	钢结构图	213
第 11 章	建筑给水排水工程图	220
§ 11-1	管道平面图	220
§ 11-2	管道系统图	225
§ 11-3	室外给水排水平面图	227
第 12 章	桥梁、涵洞、隧道工程图	229
§ 12-1	桥墩图	229
§ 12-2	桥台图	233
§ 12-3	涵洞的构造	237
§ 12-4	隧道洞门图	239
第 13 章	AutoCAD2006 绘图基本方法与技能	244
§ 13-1	AutoCAD 基础知识	244
§ 13-2	设置绘图环境	248
§ 13-3	绘制二维图形	259

§ 13-4 编辑二维图形	274
§ 13-5 尺寸和文本的标注与编辑	281
§ 13-6 图块与属性	292
参考文献	295

第一篇 画法几何

绪 论

土木工程制图是培养绘制和阅读土木工程图样基本能力的技术基础课。土木工程图样是土木工程建设中的重要技术文件, 工程图纸表达了有关工程建筑物的形状、构造、尺寸、工程数量以及各项技术要求和建造工艺, 在设计和施工建造中起着记载、传达技术思想和指导生产实践的作用。通过系统地学习这门课程, 可以使學生具有一定的空间想像能力和思维能力, 并掌握把空间几何元素和空间形体的三维信息用投影原理准确地转换并表达为平面二维信息的技能。据此, 设计师和工程师能够把所设计建筑物和相关设施的形状、大小、相对位置及技术要求等准确地图纸上表达出来, 工程实施部门则根据图纸的要求建造出建筑物。

§ 0-1 画法几何及土木工程制图的任务

画法几何像几何学的其他分支一样, 也是把空间的几何元素(点、线、面)和几何形体作为研究对象, 解决它们各自的和相互之间的定形、定位及度量等问题。所不同的是, 画法几何在解决上述问题时, 主要采用图解和图示的方式, 即以“图”作为答案, 而不是用解析的方法以符号、数字或方程式作为答案。因此, 画法几何的“图”不是示意性的, 而是可以度量且具有一定精度的。由此可见, 画法几何主要研究空间几何元素和几何形体的表达方法以及它们之间的定位及度量问题。

工程设计离不开图样。它是设计构思、技术交流的重要工具, 是施工和建造必备的技术文件。土木工程制图的重点是贯彻执行制图国家标准, 研究绘制和阅读土木工程图样的理论和方法, 为日后从事专业工作打下必要的基础。

因此, 画法几何及土木工程制图的基本任务是:

- (1) 研究空间几何问题的图解法。
- (2) 研究几何元素和几何形体的图示法(即绘图原理)以及由图样确定空间形体形状的基本方法(即读图方法)。
- (3) 培养绘制和阅读土木工程图样的基本能力。
- (4) 培养和发展空间思维能力和创新能力。

图解法、图示法、空间思维能力、绘图能力、读图能力和创新能力是每一个当代的工程技术人员从事本职工作时所必须具备的基本素质。

由于画法几何及土木工程制图是以投影法为基础的, 因此下面先介绍有关投影法的基本知识。

§ 0-2 投影法的基本概念

一、投影法

现代一切工程图样的绘制都是以投影法为基础的。

人们受到光线照射物体在平面上投下影子的自然现象启示，创造了投射射线通过物体，向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法，这种方法称为投影法。

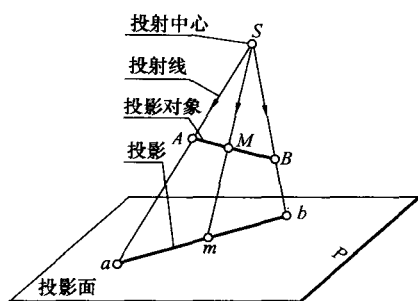


图 0-1 投影的基本概念

如图 0-1 所示，由投射中心 S 作出直线段 AB 在投影面 P 上的投影 ab 的过程是：过投射中心 S 作投射射线 SA 、 SB 分别与投影面 P 相交，于是得点 A 、 B 的投影 a 、 b ；连接 a 、 b ，则直线段 ab 就是直线段 AB 在投影面 P 上的投影。因此，为了得到空间几何元素或几何形体的投影，必须具备如下三个条件：

- (1) 投射中心和从投射中心发出的投射射线；
- (2) 投影面——不通过投射中心的承影平面；
- (3) 投影对象——空间的几何元素或几何形体

(其所处的空间位置可以在投影面的任意一侧或投影面上)。条件确定后，投影对象在投影面上所产生的投影图形就是惟一的。或者说该图形是通过投影对象的一系列投射射线（例如 SA 、 SB 、 SM ）与投影面 P 的交点（例如 a 、 b 、 m ）的总和。

二、投影法分类

1. 中心投影法

当投射中心 S 距投影面 P 为有限远时，所有的投射射线都从投射中心一点出发，如图 0-2 所示，这种投影方法称为中心投影法。用中心投影法所获得的投影称中心投影。由于中心投影法所有投射射线对投影面的倾角均不一致，因此所获得的投影，其形状大小与投影对象本身在度量问题上有着较复杂的关系。

用中心投影法投影所得到的建筑物或工业产品的图形通常是一种能反映它们的三维空间形态的立体图，其真实感强，但度量性差。这种图习惯上称之为透视图（如图 0-2 所示）。

2. 平行投影法

当投射中心 S 移向投影面 P 外无限远处，即所有投射射线变成互相平行时，如图 0-3 所示，这种投影法称为平行投影法。其中，根据投射射线与投影面 P 的相对位置的不同，又可分为正投影法和斜投影法两种。

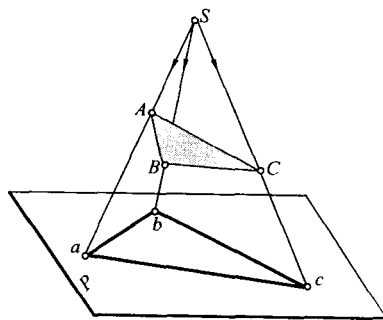


图 0-2 中心投影法

(1) 正投影法 投射射线垂直于投影面 P 的投影方法称为正投影法，用这种方法获得的投影称为正投影。如图 0-3 (a) 所示，正投影是平行投影中的惟一的一种特殊情况。由于正投影法所有投射射线对投影面的倾角都是 90° ，因此所获得的投影，其形状大小与投

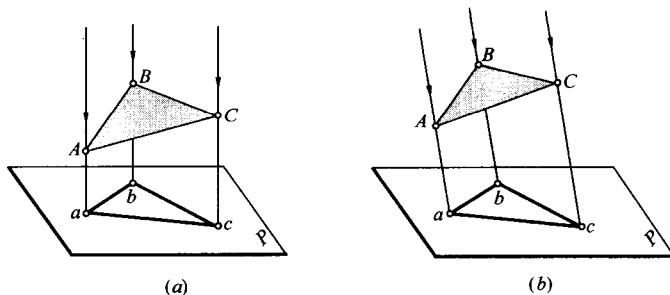


图 0-3 平行投影法

(a) 投射线垂直于投影面；(b) 投射线倾斜于投影面

影对象本身存在着简单明确的几何关系，即这种图具有较好的度量性。

(2) 斜投影法 投射线倾斜于投影面 P 的投影方法称为斜投影法，用这种方法获得的投影称为斜投影，如图 0-3 (b) 所示。用斜投影法作投影图时，必须先给定投射线的方向。

§ 0-3 平行投影的基本性质

研究投影的基本性质，旨在研究空间几何元素“本身”与其落在投影面上的“投影”之间的一一对应关系，即它们之间内在联系的规律性。其中最主要的是要弄清楚哪些空间几何特征在投影图上保持不变，哪些空间几何特征产生了变化和如何变化，以作为画图和看图的依据。在工程图样中，由于主要采用了正投影原理，故这里仅以正投影法加以讨论。

图 0-4 所示为建模小屋的三面投影立体图及其他的三面投影图的形成过程。

一、不变性

正投影法之所以在绘制工程图样时被广泛应用，其主要的原因之一就在于所画出的图

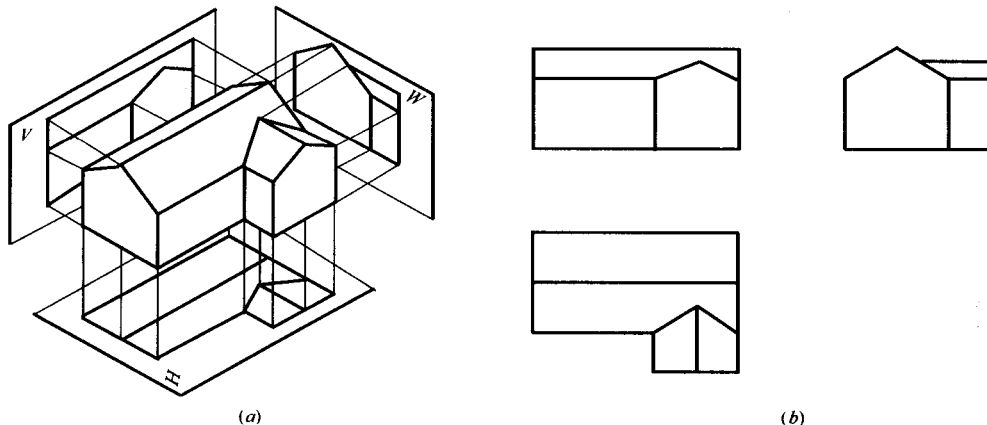


图 0-4 正投影的基本性质

(a) 三面投影的形成示意图；(b) 三面投影图

样在很大程度上具有“不变性”，即能够很方便地按设计对象的表面形状和尺寸进行度量和作图。正投影的“不变性”主要有：

(1) 当直线段平行于投影面时，它在该投影面上的投影反映该直线段的实长，见图 0-5 (a)；或反映该直线段的实长和倾角，见图 0-5 (b)。

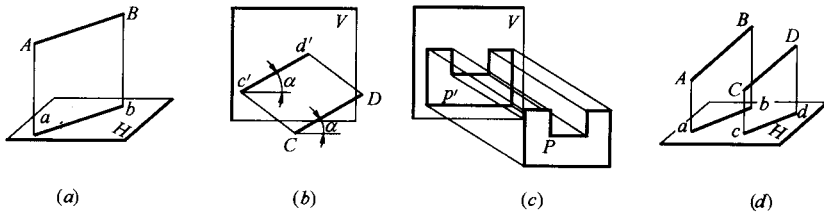


图 0-5 正投影的基本性质——不变性

(a) 水平线；(b) 正垂线；(c) 正垂面；(d) 两平行线

(2) 当平面图形平行于投影面时，它在该投影面上的投影反映该平面图形的实形，见图 0-5 (c)。

(3) 平行两直线的投影仍相互平行，见图 0-5 (d)。

由初等几何可知，两平行平面与第三平面相交，其交线一定相互平行。在图 0-5 (d) 中，直线 AB 平行于直线 CD ，它们在投影面 H 上的投影 ab 也一定平行于 cd 。因为通过两平行直线所作的两个光投射平面 $ABab$ 、 $CDcd$ 相互平行。

二、积聚性

正投影的“积聚性”主要有：

(1) 当直线垂直于投影面时，它在该投影面上的投影积聚为一点，见图 0-6 (a)。

(2) 当平面垂直于投影面时，它在该投影面上的投影积聚为一直线，见图 0-6 (b)。

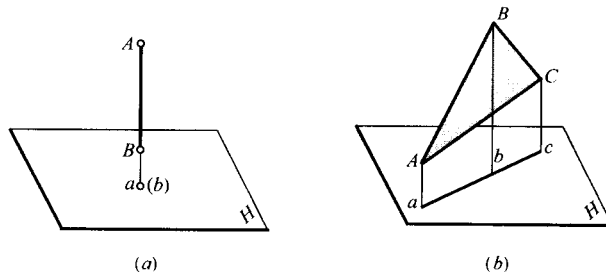


图 0-6 正投影的基本性质——积聚性

(a) 直线；(b) 平面

正是由于投影图中某些线、面的投影具有积聚性，故可使投影作图大大简化，即可使三维空间形体的投影变为度量方便的二维平面图形。例如图 0-4 (b) 所示建模小屋在 H 面上的投影，它只反映了小屋的长度和宽度，在 V 面、 W 面上的投影则分别只反映了小屋的长度和高度或宽度和高度，作图比较简易。

三、从属性和定比性

从属性和定比性在作图时也经常应用到，具体包含以下几个问题：

(1) 从属于直线的点，其投影仍从属于该直线的投影。如图 0-7 (a) 所示，点 C 从

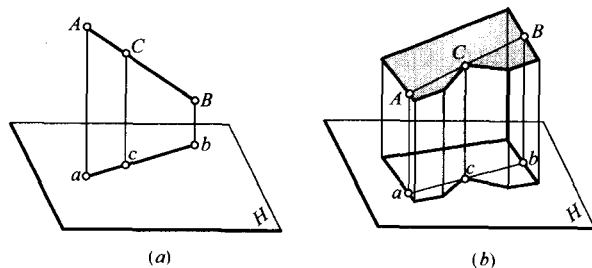


图 0-7 正投影的基本性质——从属性和定比性
(a) 直线上的点; (b) 平面上的点

属于直线 AB , 故其投影 c 从属于直线的投影 ab ; 且 $AC:CB = ac:cb$ 。

(2) 从属于平面的直线, 根据几何公理, 必须符合下列两个条件之一:

- 1) 通过从属于该平面的两个已知点;
- 2) 通过从属于该平面的一个已知点, 且平行于该平面上的另一已知直线。

如图 0-7 (b) 所示, 若要定出平面上“V”形之顶点 C 的 H 投影, 须先在平面上过 C 点任作一条直线 AB , AB 直线的投影必定在平面的投影上; 因为 C 点在直线上, 故 C 点的投影必定在平面的投影上。

(3) 空间两平行线段的长度之比等于两线段投影的长度之比, 即 $AB:CD = ab:cd$, 见图 0-5 (d)。

四、单面投影的不可逆性

初学看图时, 往往很不习惯, 这是因为在既定的投影条件下, 虽然一个空间几何元素或几何形体在一个投影面上有惟一确定的投影; 但是反过来, 仅据一面投影却不能完全确定该投影对象的空间位置或形状。如图 0-8 (a), H 面上的投影 a 可以对应于投射线上的任意点 $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$; 图 0-8 (b) 则表示单面投影不能完全确定空间几何形体的形状。为了解决这个问题, 工程上根据实际需要选用各种不同的表达方法。

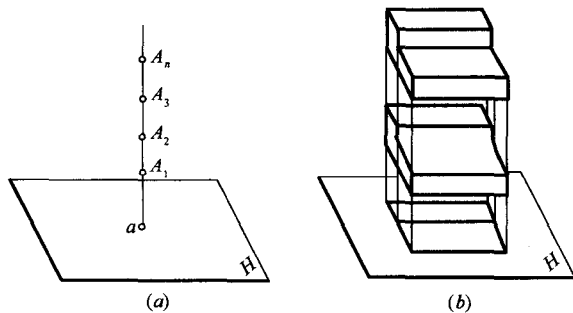


图 0-8 单面投影不能完全确定投影对象的空间位置或形状
(a) 点的单面投影; (b) 形体的单面投影

§ 0-4 工程上常用的几种投影图

一、正投影图

正投影图是采用正投影法将空间几何元素或几何形体分别投影到相互垂直的两个或两个以上的投影面上, 然后按一定的规律将投影面展开成一个平面, 将获得的投影排列在一起, 利用多个投影互相补充, 来确切地、惟一地反映出它们的空间位置或形状的一种表达

方法。

图 0-9 (a) 所示是将空间形体向 V 、 H 、 W 三个相互垂直的投影面分别作正投影的情形；图 0-9 (b) 是移去空间形体后，将投影面连同形体的投影一起展开成一个平面时的情形。

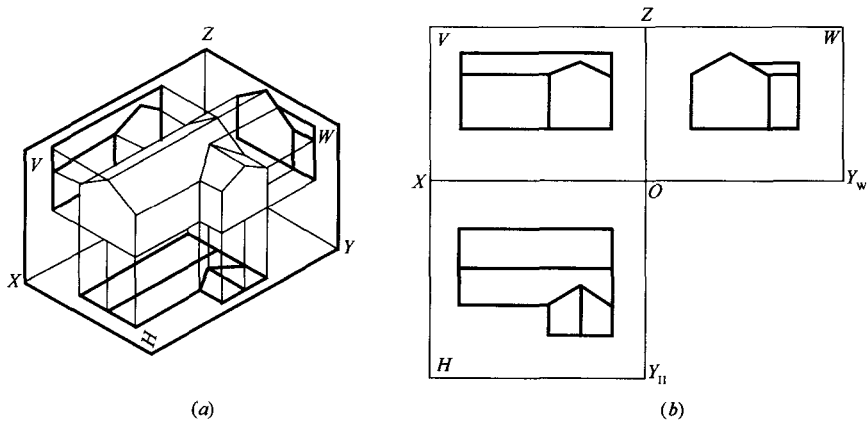


图 0-9 形体的三面投影
(a) 轴测图；(b) V 、 H 、 W 三面投影图

作形体的正投影图时，常使形体长、宽、高三个方向上的主要特征面分别平行或垂直于相应的投影面，这样画出的每一面投影都能最大限度地反映出空间形体相应特征表面的实形并将其他相应表面积聚为线段，即每一面投影都具有较好的“不变性”和“积聚性”，使画图既快捷准确，又便于度量。因此，画形体的正投影图时，必须首先考虑好形体在空间的摆放位置。

工程上常用的图样（如土建图、机械图、地形图等）一般都是正投影图。

二、轴测投影图

轴测投影图（简称轴测图）是一种单面投影。它是采用正投影法或斜投影法，将空间形体连同确定其空间位置的直角坐标系一起，投影到单一投影面（轴测投影面）上，以获得能同时反映出形体长、宽、高三个方向上的“立体感”的一种表达方法。

如图 0-10 (a) 所示，将形体连同选定的坐标系放成倾斜于轴测投影面 P 的位置，这样在投影面 P 上所获得的正投影，就是一个具有立体感的正轴测图。单独画出的图例见图 0-10 (b)。

图 0-11 为斜轴测图的形成和图例。从该图可见，它采用的是斜投影法。因为空间形体上的 XOZ 坐标面及其平行面平行于轴测投影面，所以在这种情况下，空间形体上位于或平行于 XOZ 坐标面的表面，其轴测投影形状保持不变，而 O_1Y_1 的倾斜角度及度量比例则可以是任意的。

虽然轴测图直观性较好，但作图比较麻烦、度量性欠佳，而且表达又不如正投影图那样严谨，所以在工程上常用作辅助图样。

三、透视投影图

透视投影图（简称透视图）也是一种单面投影。它是采用中心投影法将空间形体投影

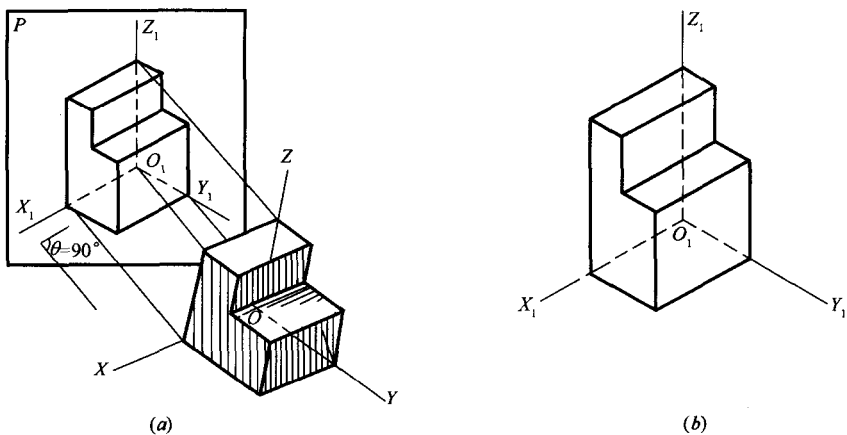


图 0-10 正轴测图
(a) 轴测投影形成; (b) 轴测投影图

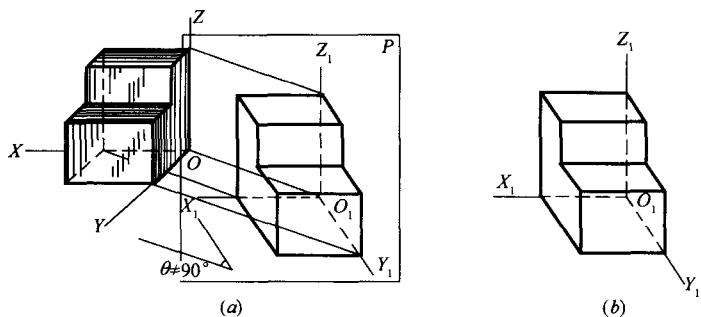


图 0-11 斜轴测图
(a) 轴测投影形成; (b) 轴测投影图

到单一投影面上, 以获得能反映出形体的三维空间形象, 具有近大远小视觉效果的一种表达方法。

透视图有一个很明显的特点, 这就是其图形较接近人眼的直观感强, 如图 0-12 所示。而在轴测图中, 空间形体上相互平行的棱线, 其投影仍然是相互平行的, 故在直观效果上不如透视图好。

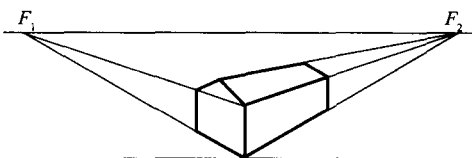


图 0-12 透视图

四、标高投影图

标高投影图也是一种单面投影, 它具有正投影的特征。其特点是在某一面 (通常是水平面) 投影上用一系列符号或“等高线”来表明空间形体上某些点、线、面相对于某一基准平面的高度。

例如要表达一处山地, 作图时, 用间隔相等的多个不同高度的水平面截割山地表面, 其交线即为等高线; 将这些等高线投影到水平投影面上, 并标出各等高线的高度数值, 所得的图形即为标高投影图 (图 0-13), 它表达了该处地形地貌的情况。

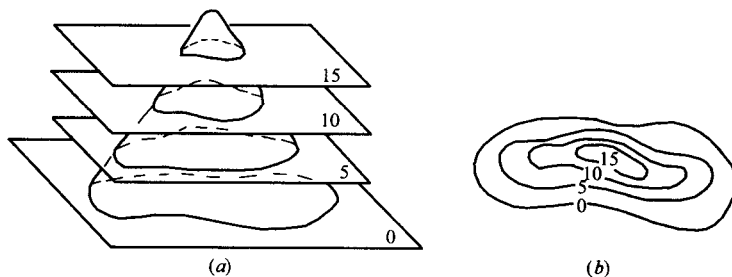
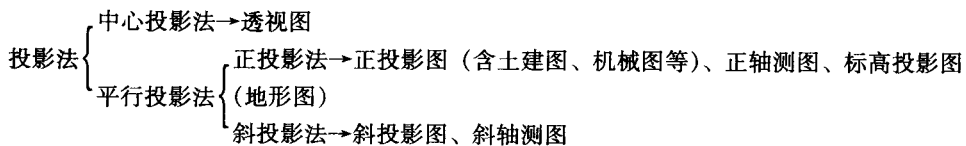


图 0-13 标高投影图

(a) 示意图; (b) 投影图

在工程上常用标高来表示建筑物各处不同的高度和用标高投影图表示不规则的地形表面等。

综上所述，用不同的投影法所获得的投影图是不同的。它们之间的对应关系如下：



第 1 章 点、直线和平面的投影

任何几何形体（无论是平面形体还是曲面形体）都可看成是由点、线（直线或曲线）、面（平面或曲面）所组成。本章重点研究将三维空间中的点、直线、平面及其相对位置关系反映在二维平面上的投影理论和方法。通过点、直线、平面的学习，可使大家初步建立起一定的空间概念，为学习下一环节打下良好基础。

§ 1-1 点的投影

一、点在两面投影体系中的投影

如图 1-1 表示空间点 A 在 H 、 V 面中的投影。 a 是过 A 向 H 面所作垂线的垂足，即 A 的水平投影； a' 是过 A 向 V 面所作垂线的垂足，即 A 的正面投影。

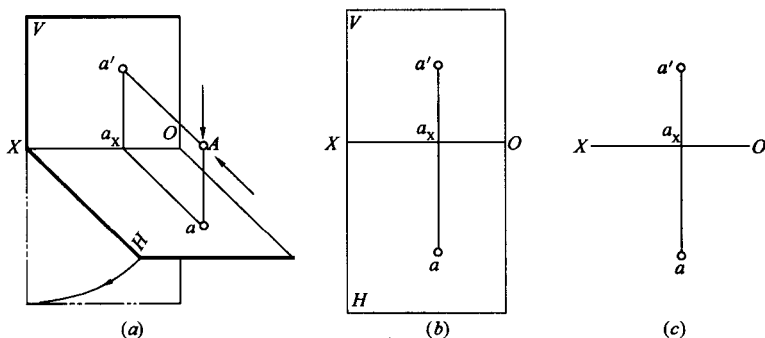


图 1-1 点在两面投影体系中的投影图
(a) 轴测图；(b) 展开图；(c) 投影图

由于 $Aa \perp H$ ， $Aa' \perp V$ 、 Aa 和 Aa' 所决定的平面既垂直于 H 、 V ，又垂直于 H 、 V 的交线 OX 轴； aa_x 、 $a'a_x$ 分别是 H 、 V 投影平面上的投影连线（由 Aa 、 Aa' 决定的平面和 H 、 V 的交线）， a_x 是它和投影轴 OX 的交点。

显然， Aaa_xa' 是个矩形。因而 $Aa' = aa_x$ ， $Aa = a'a_x$ 。

按规定： V 面不动，将 H 面向下旋转展开与 V 面成同一平面，形成图 H (b) 的投影图时， aa_x 随 H 面在垂直于 OX 轴的平面内旋转， $a'a$ 一定垂直于 OX 轴。据此可得：

1. $aa' \perp OX$ 轴，即点的水平投影和正面投影的连线垂直于 OX 轴；
2. $aa_x = Aa'$ ，即点的水平投影到 OX 轴的距离等于空间点 A 到 V 面的距离；
3. $a'a_x = Aa$ ，即点的正面投影到 OX 轴的距离等于空间点 A 到 H 面的距离。

由此得出点的投影连线必垂直于投影轴的规律。