

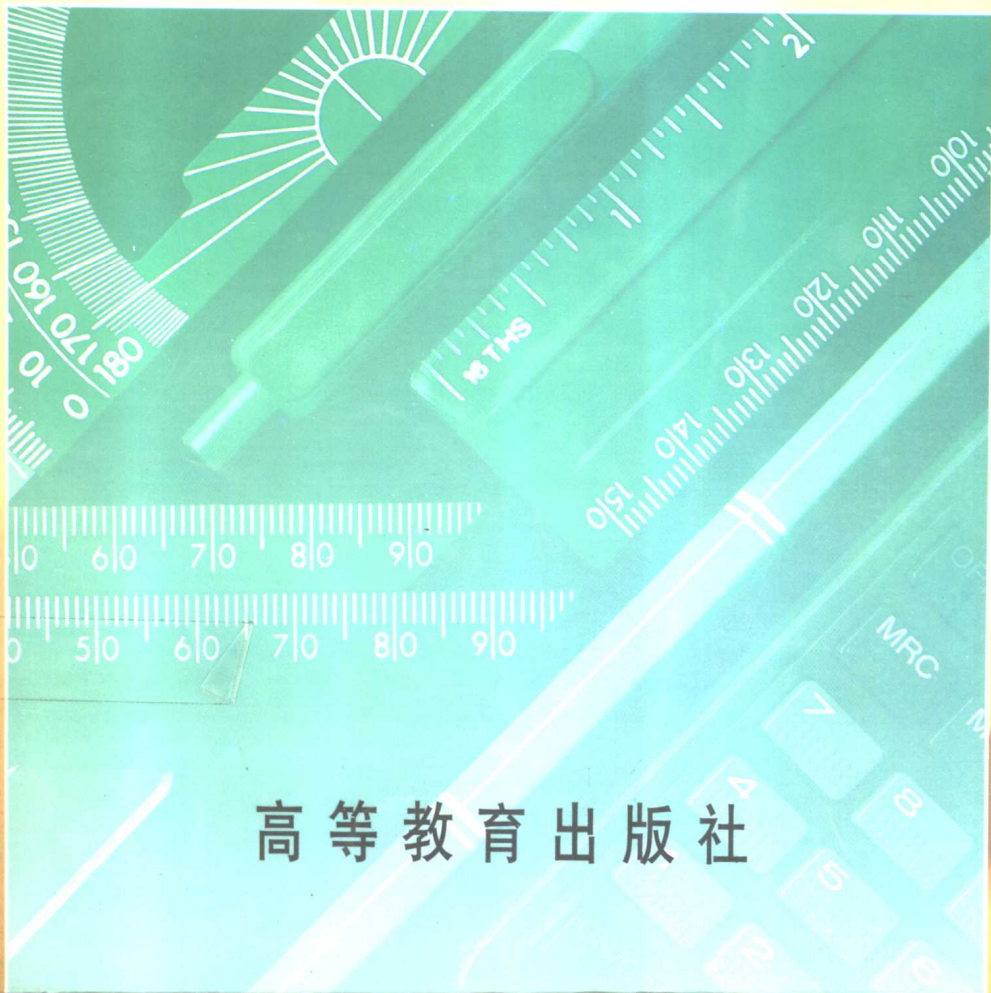


全国成人高等教育规划教材

土木工程制图

(土建类专业用)

教育部高等教育司 组编



高等教育出版社

全国成人高等教育规划教材

土木工程制图

(土建类专业用)

教育部高等教育司 组编
宋安平 刘甦 王德芳 主编



高等教育出版社

(京) 112 号

内容提要

本书是为成人高等教育土建类专业本科、专科学生学习土木工程制图课程而编写的教材。主要内容有:正投影、投影变换、轴测投影、标高投影、制图基础、土建制图和计算机绘图。另外,还编有《土木工程制图习题集》与本书配套使用。

本书除作为成人高等教育土建类专业教材使用外,还可作为高等工业学校同类专业学生学习本课程的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

土木工程制图/宋安平主编;刘甦等编. —北京:高等教育出版社,1999

全国成人高等教育规划教材 土建类专业用

ISBN 7-04-007285-8

I. 土… II. ①宋… ②刘… III. 建筑制图-成人教育:高等教育-教材 IV. TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 18642 号

土木工程制图

教育部高等教育司 组编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

印 刷 北京印刷一厂

开 本 787×1092 1/16

版 次 1999 年 7 月第 1 版

印 张 21

印 次 1999 年 7 月第 1 次印刷

字 数 510 000

定 价 24.20 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

责任编辑	刘兴祥
封面设计	张楠
责任绘图	杜晓丹
版式设计	马静如
责任校对	王巍
责任印制	张泽业

出版说明

为了加强成人高等教育教学的宏观管理,指导并规划成人高等教育的教学工作,保证达到培养规格,教育部于今年4月颁布了全国成人高等教育公共课和经济学、法学、工学等学科门类主要课程的教学基本要求。教学基本要求是成人高等教育的指导性教学文件,是成人高等教育开展有关课程教学工作和进行教学质量检查的重要依据。为了更好地和更迅速地贯彻这个教学基本要求,我司又组织制订了全国成人高等教育主要课程教材建设规划。经过有关出版社论证申报和教育部组织的成人教育专家评审,确定了各门课程教材的主编人选及承担出版任务的出版社。

承担任务的出版社,遴选了学术水平高、有丰富成人教育经验的专家参加教材及教学辅助用书的编写和审定工作。新编教材尽可能符合成人学习特点,较好地贯彻了成人高等教育教学基本要求。推广使用这套教材,对于加强成人高等教育的教学工作,提高教学质量,促进成人高等教育的改革与发展具有十分重要的意义。

首批完成的有公共课和经济学、法学、工学三大学科门类共81门主要课程的教材。由于此项工作是一项基础性工作,具有一定的开创性,可能存在不完善之处。我司将在今后的教学质量检查评估中,及时总结经验,认真听取各方反馈意见,根据教学需要,适时组织教材的修订工作。

教育部高等教育司

1998年12月1日

ERTONG-377

前 言

本教材及配套的《土木工程制图习题集》是教育部全国成人高等教育主要课程教材建设规划教材之一,是根据教育部新制订的“全国成人高等教育土木工程制图课程教学基本要求”本科和专科用编写而成,并经教育部委托普通高等理工院校成人教育研究会工程图学学科委员会组织的审稿会审阅通过。主要适用于成人高等教育本、专科土建类房屋建筑、给水排水、道路桥梁等专业。

为了体现成人教育的特点,便于自学,本教材对内容的重点、难点和典型例题都做了较为详细的叙述。书中插图尽量做到简单清晰,文字叙述尽量做到易读易懂。章前的基本要求和章后的小结、复习思考题亦可明确学习要求,加强理解所学的知识。

鉴于当前《技术制图》等国家标准正在变动之际,本教材对专业制图标准中未被修改的内容仍遵守原有的专业制图标准,对已经修改并正式发布的新标准则积极采用。

由于教材是本、专科共用的,考虑到本、专科的差别,在本书书末附有本科用“全国成人高等教育画法几何及土木工程制图课程教学基本要求”和专科用“全国成人高等教育土木工程制图课程教学基本要求”,供师生参阅。

本教材共十四章,内容包括:正投影、投影变换、轴测投影、标高投影、制图基础、土建制图和计算机绘图,其中有些内容应根据专业需要选学。

参加本教材编写工作的有:哈尔滨建筑大学宋安平(绪论、第一、二、三、五、八、九章)、贾洪斌(第四章),西安建筑科技大学刘甦(第六、七章)、太良平(第十四章),同济大学王德芳(第十、十一章)、沈云跃(第十二章)、刘政(十三章),宋安平教授、刘甦教授、王德芳副教授为主编。西南交通大学朱育万教授为主审。

由于我们的水平和经验有限,加之时间仓促,书中难免存在缺点和错误,欢迎广大师生批评指正。

编 者

1999年4月

目 录

绪论	(1)	第六章 轴测投影	(101)
第一章 投影的基本知识	(3)	§ 6-1 轴测投影的基本知识	(101)
§ 1-1 投影的概念及投影法的分类	(3)	§ 6-2 正等轴测投影	(103)
§ 1-2 正投影的几何性质	(5)	§ 6-3 斜轴测投影	(109)
§ 1-3 三面正投影图的形成	(6)	§ 6-4 圆及回转体的轴测投影	(112)
第二章 点、直线和平面的投影	(9)	第七章 标高投影	(120)
§ 2-1 点的投影	(9)	§ 7-1 点、直线和平面的标高投影	(120)
§ 2-2 直线的投影	(15)	§ 7-2 曲面的标高投影	(126)
§ 2-3 求一般直线段的实长与倾角	(19)	§ 7-3 土方工程中的边坡设计问题	(130)
§ 2-4 两直线的相对位置	(21)	第八章 制图的基本知识与技能	(137)
§ 2-5 一边平行于投影面的直角的投影	(24)	§ 8-1 制图的基本规定	(137)
§ 2-6 平面的投影	(26)	§ 8-2 绘图工具和仪器的使用方法	(149)
§ 2-7 平面上的特殊直线	(31)	§ 8-3 几何作图	(155)
§ 2-8 直线与平面、平面与平面的 相对位置	(37)	第九章 投影制图	(165)
第三章 投影变换	(47)	§ 9-1 视图	(165)
§ 3-1 投影变换的实质和方法	(47)	§ 9-2 组合体的视图	(169)
§ 3-2 换面法的作图原理	(48)	§ 9-3 组合体的尺寸	(174)
§ 3-3 换面法的基本作图	(52)	§ 9-4 读组合体视图	(178)
§ 3-4 换面法的应用	(56)	§ 9-5 剖视图	(184)
第四章 立体的投影	(60)	§ 9-6 断面图	(189)
§ 4-1 平面立体的投影	(60)	第十章 建筑施工图	(193)
§ 4-2 曲面立体的投影	(63)	§ 10-1 概述	(193)
§ 4-3 平面与平面立体相交	(69)	§ 10-2 施工总说明及建筑总平面图	(197)
§ 4-4 平面与曲面立体相交	(72)	§ 10-3 建筑平面图	(201)
§ 4-5 两平面立体相交	(78)	§ 10-4 建筑立面图	(214)
§ 4-6 平面立体和曲面立体相交	(81)	§ 10-5 建筑剖视图	(215)
§ 4-7 两曲面立体相交	(83)	§ 10-6 建筑详图	(222)
第五章 工程曲面	(91)	§ 10-7 建筑施工图的绘制	(229)
§ 5-1 概述	(91)	§ 10-8 楼梯图画法	(229)
§ 5-2 柱面和锥面	(92)	第十一章 结构施工图	(249)
§ 5-3 柱状面和锥状面	(94)	§ 11-1 概述	(249)
§ 5-4 单叶回转双曲面	(95)	§ 11-2 基础图	(252)
§ 5-5 双曲抛物面	(97)	§ 11-3 结构平面图	(257)
§ 5-6 平螺旋面	(98)	§ 11-4 钢筋混凝土构件结构详图	(261)
		第十二章 室内给水排水工程图	(266)
		§ 12-1 管道平面图	(266)

§ 12-2	管道系统图	(273)
§ 12-3	管道总平面图	(281)
§ 12-4	卫生设备安装图	(283)
第十三章	路桥工程图	(285)
§ 13-1	道路工程图	(285)
§ 13-2	桥梁工程图	(291)
§ 13-3	涵洞工程图	(298)
第十四章	计算机绘图基础	(302)
§ 14-1	概述	(302)
§ 14-2	Auto CAD 简介	(303)

附录 1	全国成人高等教育画法 几何及土木工程制图课程教学 基本要求(适于土建、水利类专业, 本科用)	(321)
附录 2	全国成人高等教育土木 工程制图课程教学基本要求(适 于土建、水利类专业,专科用)	(324)
参考文献	(327)

绪 论

一、本课程的性质和任务

各种工程建设都离不开工程图样。例如建造一栋房子,首先要由设计部门根据使用要求进行设计,画出大量的图样,然后才能按图样进行施工。因此,工程图样被喻为“工程界的语言”。它是工程技术人员表达技术思想的重要工具,也是工程技术部门交流技术经验的重要资料。

土木工程制图就是研究绘制和阅读土木工程图的理论和方法的一门学科,它是一门技术基础课。其主要任务是:

1. 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用;
2. 培养空间想象力和形体表达的能力;
3. 培养绘制和阅读土木工程图样的基本能力;
4. 培养计算机绘图的初步能力。

此外,在教学过程中还要有意识地培养学生的自学能力、创造能力、审美能力以及认真负责、严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

学习方法必须针对课程本身的特点并与教学环节相适应,才能取得良好的学习效果。

土木工程制图是一门理论性、实践性较强的技术基础课。因此,在学习过程中必须始终注意把投影理论和画图、看图的实践紧密地结合起来,并在画图、看图的实践中努力培养空间想象力和形体表达的能力,加强基本功训练。

成人教育(如函授教育)的教学计划是通过自学、作业、面授和考试等教学环节来落实的。因此,在学习过程中必须按照各教学环节的具体要求进行安排。

1. 自学 自学是成人教育的基本特点,是学习的主要手段。自学是从阅读教材开始的。阅读教材时首先要根据章前的基本要求,弄清本章内容的基本概念、基本作图方法,特别是书中的例题、插图更需要仔细地阅读和观察,力求掌握解题的方法和步骤。章后的小结和复习考题常常会指出各内容之间的联系和重点、难点以及需要思考的问题,认真地阅读和思考会帮助读者加深理解所学的知识。

2. 习题及作业 阅读教材和作习题必须配合起来进行。只有通过作习题才能理解和掌握所学的基本理论,并且运用它去解决实际问题。解题时要认真审题,并且通过空间分析和思考,确定解题的方法和步骤。当学习进行到一个段落时,尚需完成阶段性的综合作业,以便总结、巩固所学的知识,提高画图的能力。每张作业都需要按照作业指示的要求,在规定的时间内独立地完成。作业必须做到:作图正确、字体端正、图面整洁、符合制图标准。

3. 面授 面授是函授教学的一个重要环节,面授是在自学的基础上进行的。面授时教师着

重讲解教材中的主要内容,明确重点、难点,而且可以当面解决函授生的疑难问题。因此要求函授生都能带着自己自学中的疑难问题进行听课。特别是注意教师对重点、难点内容的分析和讲解,弄清自己问题的关键所在。面授是教师发挥主导作用的最好时机,也是学生接受指导的难得机会,不可轻易放过。

4. 考试 考试是保证教学质量的重要环节。考试前必须系统地复习,认真地准备。

第一章 投影的基本知识

本章介绍投影的概念及投影法的分类,正投影的几何性质以及三面正投影图的形成。

基本要求

1. 正确地建立起正投影的概念;
2. 理解和掌握正投影的几何性质;
3. 了解三面正投影图的形成过程。

§ 1-1 投影的概念及投影法的分类

一、投影的概念

把空间物体表示在平面上,是以投影法为基础的,而投影法又可从光照物体的呈影现象中抽象、概括出来。

例如三角板($\triangle ABC$)在灯光(点光源 S)的照射下,落在地上(承受落影的平面 H 上)的影子($\triangle abc$),就是一个呈影现象(图 1-1)。

我们把光源 S 叫做投射中心,光线 SA 、 SB ...叫做投射射线,承受落影的平面 H 叫做投影面,则 $\triangle abc$ 就是 $\triangle ABC$ 在 H 面上的投影。

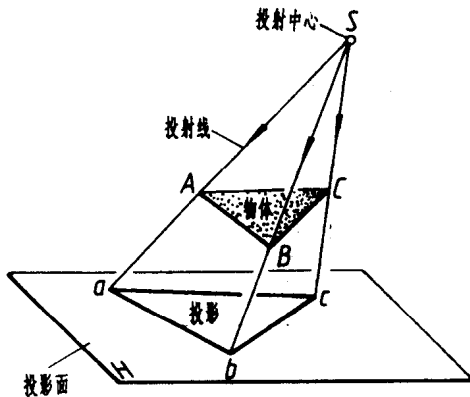


图 1-1 投影的概念

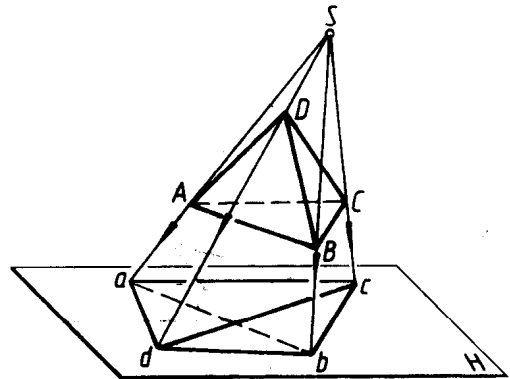


图 1-2 中心投影

从几何意义上讲,空间某一点(如点 A)的投影,实质上是过该点的投射射线(SA)与投影面(H)的交点(a);空间某一线段(如 AB 线段)的投影,实质上是过该线段的投射面(过线段上各点的投射射线构成的平面 SAB)与投影面(H)的交线(ab);空间平面形(如 $\triangle ABC$)的投影,是构成

平面形的各边投影的集合($\triangle abc$);而空间立体(如四面体 $ABCD$)的投影,就是构成该立体的全部顶点、全部棱线和全部棱面投影的集合(图 1-2 中的平面图形 $abcd$)。

可见,立体的投影不是一个简单的只有外形轮廓的黑影,而是一个能够表达立体形状的平面图形。这种把空间物体转化为平面图形的方法,即投射线通过物体向选定的投影面投射而在该投影面上得到图形的方法,叫做投影法。

二、投影法的分类

投影法分为两大类:

1. 中心投影法

投射线相交于一点时(相当于灯泡发出的光线)投射物体的方法为中心投影法,所得投影叫中心投影(图 1-2)。

2. 平行投影法

投射线互相平行时(相当于太阳发出的光线)投射物体的方法,为平行投影法,所得投影叫平行投影(图 1-3)。

事实上,当投射中心(S)离开投影面(H)无限远(S_{∞})时,投射线便互相平行,因此平行投影是中心投影的特殊情况。

平行投影法又分为两种:

(1) 投影方向(即投射线方向)与投影面倾斜时的平行投影法为斜投影法,所得投影叫斜投影(图 1-3a);

(2) 投影方向(即投射线方向)与投影面垂直时的平行投影法为正投影法,所得投影叫正投影(图 1-3b)。

正投影是斜投影的特殊情况。

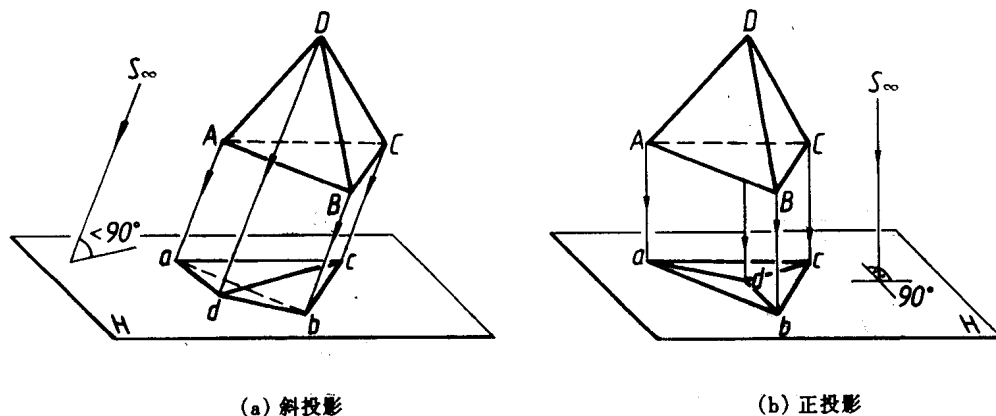


图 1-3 平行投影

对正投影法来说,只要给出投影面或者投影方向,物体的投影即可确定,而且物体与投影面的距离远近不影响物体的投影形状。

§ 1-2 正投影的几何性质

正投影法是工程制图中绘制图样的主要方法。因此,了解正投影的几何性质,对绘制物体的正投影图非常重要。

正投影的几何性质归纳起来有:

1. 同素性

点的正投影仍然是点,直线的正投影一般仍为直线(特殊情况例外)。

见图 1-4,自点 A 向投影面 H 引垂线(投射射线)所得垂足 a 即为点 A 的正投影;过直线 BC 向投影面 H 作铅垂面(投射面)所得交线 bc 即为直线 BC 的正投影。

2. 从属性

点在直线上,点的正投影也在直线的正投影上。

见图 1-4,若点 K 在直线 BC 上,则点的正投影 k 也在直线的正投影 bc 上。

3. 定比性

点分线段所成的比例,等于点的正投影分线段的正投影所成的比例。

见图 1-4,若点 K 在直线 BC 上,则 $BK:KC = bk:kc$ 。

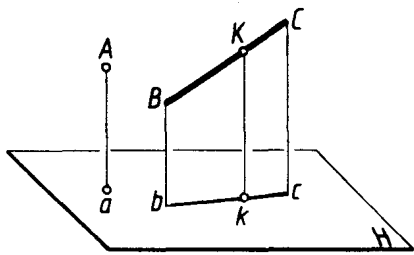


图 1-4 同素性、从属性、定比性

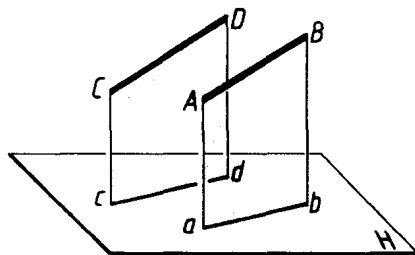


图 1-5 平行性

4. 平行性

两直线平行,它们的正投影也平行,且线段的长度之比等于正投影的长度之比。

见图 1-5,若 $AB \parallel CD$,则 $ab \parallel cd$,且 $AB:CD = ab:cd$ 。

5. 显实性

若线段或平面图形平行于投影面,则线段的正投影反映实长,称实长投影;平面图形的正投影反映实形,称实形投影。

见图 1-6,若 $AB \parallel H$,则 $|ab| = |AB|$;若 $\triangle CDE \parallel H$,则 $\triangle cde \cong \triangle CDE$ 。

6. 积聚性

若直线或平面垂直于投影面,则直线的正投影积聚为一点,平面的正投影积聚为一直线,这样的投影称积聚投影。此时,直线上所有的点的投影必落在直线的积聚投影上;平面上所有的直线和点的投影必落在平面的积聚投影上。

见图 1-7,若 $AB \perp H$,则 $a(b)$ 为一点,若点 K 在 AB 上,则点 k 积聚在 $a(b)$ 上;

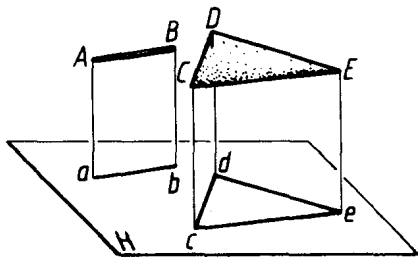


图 1-6 显实性

若 $\triangle CDE \perp H$, 则 cde 为一直线, 若 L, MN 在 $\triangle CDE$ 上, 则 l, mn 在 cde 上。
以上 6 条性质, 可以用初等几何的知识加以证明, 本书不加证明。

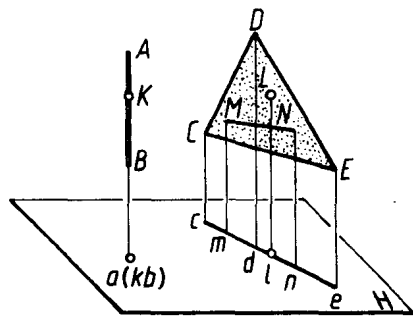


图 1-7 积累性

§ 1-3 三面正投影图的形成

工程上绘制图样的主要方法是正投影法。因为这种方法画图简单, 画出的投影图具有表达准确、度量方便等优点, 能够满足工程上的要求。但是只用一个正投影图来表达物体是不够的。如图 1-8 所示, 两个形状不同的物体在投影面 H 上具有相同的正投影图。如果根据这个投影图来确定物体的形状, 显然是不可能的。因为它可以是物体 I , 也可以是物体 II , 还可能是其它别的物体。可见, 单面正投影图不能唯一地确定物体的形状。为了确定物体的形状必须画出物体的多面正投影图——通常是三面正投影图。

三面正投影图的形成过程是:

1. 建立三投影面体系

如图 1-9a 所示, 给出三个投影面 H, V, W 。其中 H 面是水平放置的, 叫水平投影面; V 面是立在正面的, 叫正立投影面; W 面是立在侧面的, 叫侧立投影面。三个投影面互相垂直, 它们的交线 OX, OY, OZ 叫投影轴, 三个投影轴也互相垂直。

2. 将物体分别向三个投影面进行正投射

将物体置于三投影面体系当中(尽可能地使物体的主要表面平行于投影面或垂直于投影面, 物体与投影面的距离不影响物体的投影, 不必考虑), 并且分别向三个投影面进行正投射。在 H 面上得到的正投影图叫水平投影图, 在 V 面上得到的正投影图叫正面投影图, 在 W 面上得到的正投影图叫侧面投影图(见图 1-9a)。

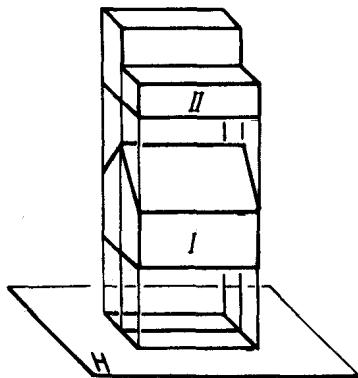


图 1-8 单面正投影

3. 把位于三个投影面上的三个投影图展开

三个投影图分别位于三个投影面上, 画图非常不便。实际上, 这三个投影图经常要画在一张图纸上(即一个平面上)。为此, 设想将物体去掉, 保持 V 面不动, 让 H 面绕 OX 轴向下旋转

90°,让 W 面绕 OZ 轴向右旋转 90°(见图 1-9b)。这样,就得到了位于同一个平面上的三个正投影图,也就是物体的三面正投影图(图 1-9c)。

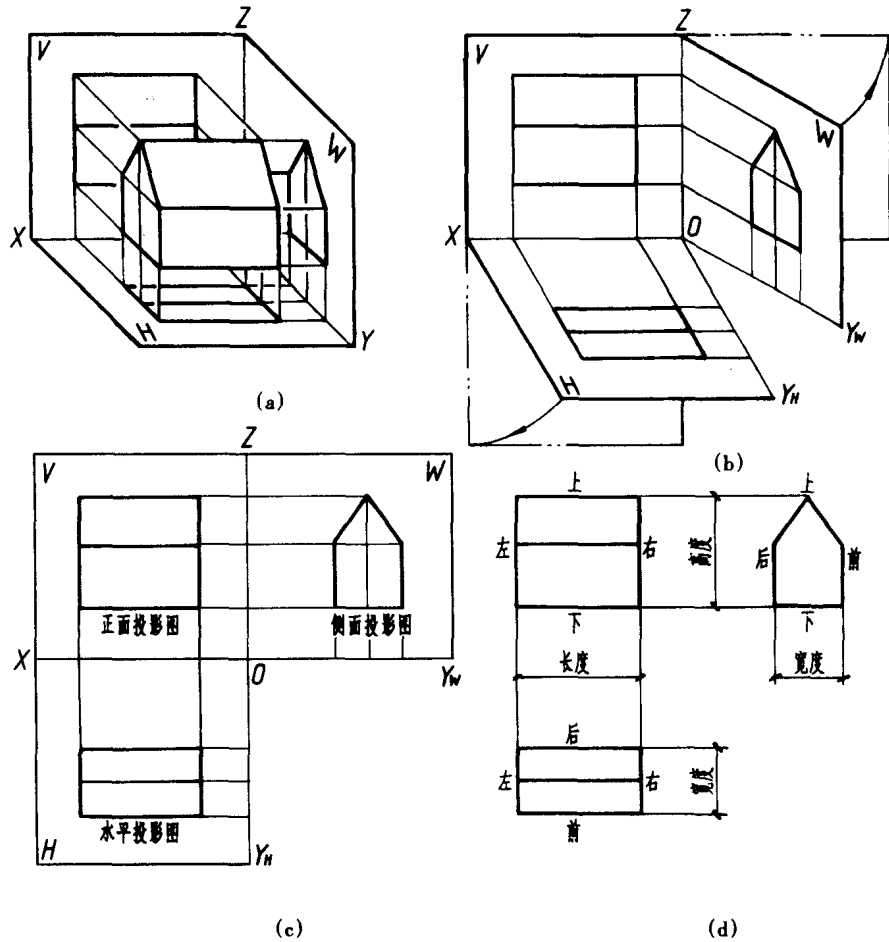


图 1-9 三面正投影图的形成

很明显,展开后的三面正投影图的位置关系和尺寸关系是:正面投影图和水平投影图左右对正,长度相等;正面投影图和侧面投影图上下看齐,高度相等;水平投影图和侧面投影图前后对应,宽度相等。这就是三面投影图之间的“三等关系”。画图时,投影面的边框线和投影轴一般不画(见图 1-9d)。

由于物体的三面正投影图反映了物体的三个方面(顶面、正面和侧面)的形状和三个方向(长向、宽向和高向)的尺寸,因此三面正投影图能够准确地确定物体的形状和大小。

本书从第二章到第五章讨论的内容都是正投影,为叙述简便起见,以后凡是提到投影(如不加说明)均指正投影。

小 结

1. 若投射线互相平行,且与投影面垂直,这种投影法叫正投影法,所得投影图叫正投影图。物体的正投影图同物体到投影面的距离远近无关。

2. 正投影的几何性质是:同素性、从属性、定比性、平行性、显实性和积聚性。理解并记住这些性质对分析物体(包括几何元素)的投影是非常重要的。

3. 用正投影法来表达空间物体,通常需要三个投影面,画三个投影图。三面投影图的形成过程是:给出三个投影面,把物体分别向三个投影面进行正投射,得到三个投影图之后再三个投影面展开。展开后的三面投影图应符合“三等关系”。

复习思考题

1. 什么是中心投影?什么是平行投影?什么是正投影?
2. 试述正投影的几何性质。
3. 试述三面正投影图的形成过程。

第二章 点、直线和平面的投影

本章讨论点、直线和平面等几何元素的投影表示法,几何元素的相对位置及其投影作图。

基本要求

1. 熟练地掌握点的三面投影规律并能由两投影作出第三投影;
2. 能够正确地画出各种位置直线和平面的投影;
3. 学会用直角三角形法求一般位置线段的实长及对投影面的倾角;
4. 能够正确地画出平行线和相交线的投影;
5. 熟练地掌握直角投影规律并能运用它解决有关距离问题;
6. 熟练地掌握直线上定点、平面上画线定点的投影作图方法;
7. 熟练地掌握直线与平面相交——求交点、平面与平面相交——求交线的投影作图方法(条件是给出的两个几何元素中至少有一个元素的投影具有积聚性);
8. 了解直线与平面平行、两平面平行以及直线与平面垂直、两平面垂直的投影特点及投影作图方法(垂直问题的给题条件是平面的投影具有积聚性)。

§ 2-1 点的投影

点是构成立体的最基本的几何元素,点只有空间位置,而无大小。在工程图样上,点的空间位置是通过点的投影来确定的。

前章说过,点在某一投影面上的投影,实质上是过该点向投影面所作垂线的垂足。因此,点的投影仍然是点。

如图 2-1 所示,给出投影面 H 和空间点 A ,为求点 A 在 H 面上的投影,需过点 A 向 H 面作垂线(即投射射线),并找出垂线与 H 面的交点(即垂足) a ,则点 a 就是点 A 在 H 面上的投影。这个投影是唯一确定的。但是,给出投影 a 能否唯一确定点 A 的空间位置呢?显然是不可能的,因为位于投射线上的任何一点(如点 A_1),其投影都在 a 处。这就是说,点的一个投影还不足以确定该点的空间位置。

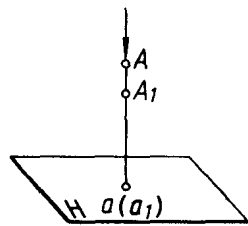


图 2-1 点的单面投影

一、点的两面投影

要确定点在空间的位置,需要有点的两面投影。

如图 2-2a 所示,给出两个互相垂直的投影面,即水平投影面 H 和正立投影面 V ,它们的交线是投影轴 OX 。

为作出空间点 A 在 H 、 V 两个投影面上的投影,需过点 A 分别向 H 面和 V 面作垂线,所得的两个垂足即为点 A 的两个投影。其中 H 面上的投影叫水平投影,用字母 a 表示, V 面上的投