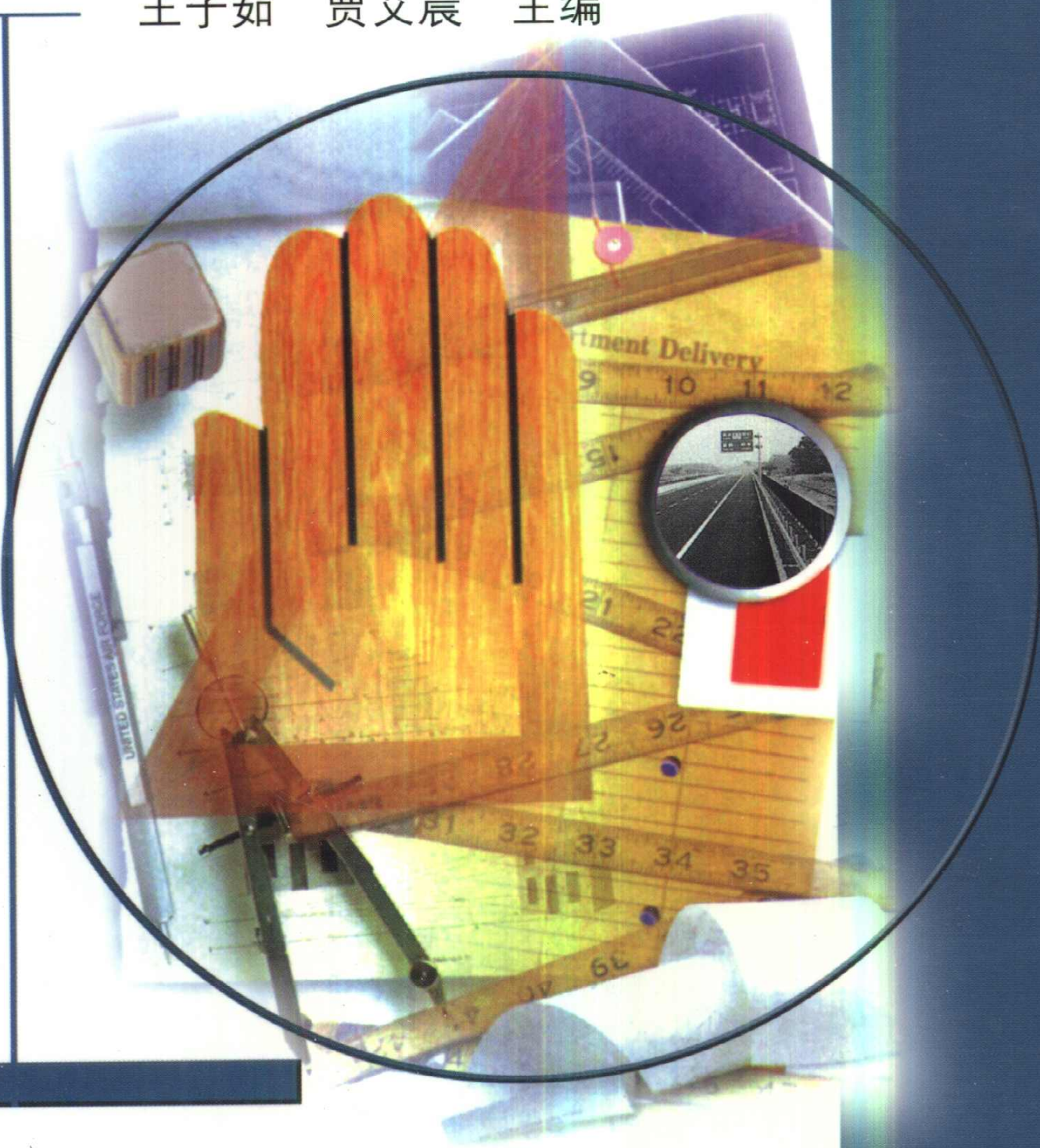


画法几何 及工程制图

王子茹 贾艾晨 主编

HUAFÄ JIHE JI GONGCHENG ZHITU



人民交通出版社

66

7.12.2
10.2.9C

画法几何及工程制图

王子茹 贾艾晨 主编



A1054822

人民交通出版社

内 容 提 要

本书分两部分,第一部分为画法几何,系统阐述了画法几何的基本理论。第二部分为工程制图,详细介绍了工程制图及计算机制图的基本知识。本书可作为高等工科院校土建类各专业教材,也可供函授大学、电视大学、职工大学及自学考试的学员选用,也可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及工程制图 / 王子茹,贾艾晨主编. —北京:
人民交通出版社, 2001.7
ISBN 7-114-04013-X

I.画... II.①王... ②贾... III.①画法几何—高
等学校—教材②工程制图—高等学校—教材
IV.TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 050077 号

Huafa Jihe Ji Gongcheng Zhitu

画法几何及工程制图

王子茹 贾艾晨 主编

责任校对:宿秀英 责任印制:张 凯

人民交通出版社出版发行

(100013 北京和平里东街 10 号 010 64216602)

各地新华书店经销

北京鑫正大印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:16.25 插页:1 字数:398 千

2001 年 9 月 第 1 版

2001 年 9 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:0001—3000 册 定价:26.00 元

ISBN 7-114-04013-X
TU·00081

前 言

本书是根据国家教委 1995 年印发的高等学校《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求》(土建、水利类专业适用,参考学时为 70 学时),并遵照国家发布的《技术制图标准 GB/T17451、17452、17453—1998》及现行《房屋建筑制图统一标准》(1986)等国家有关标准,在我校自编教材的基础上编写而成的。同时编写了与之配套的《画法几何及工程制图习题集》。本书可作为高等工科院校土木类各专业教材,也可供函授大学、电视大学、职工大学和自学考试等有关专业选用。

本书立足于面向 21 世纪对未来人才培养的需要,结合目前高等学校优化课程(知识)结构的要求,对教材内容体系进行了系统改革,以适应按大类培养人才的教育思想,在加强基本理论的前提下,将传统的手工制图能力与现代的计算机绘图相结合,使学生掌握计算机制图技术,同时注意对学生空间逻辑思维和形象思维能力以及创新能力的培养。

本书分为两部分共十九章,详细介绍了画法几何与工程制图的基础知识。在教学过程中,画法几何部分与工程制图部分可适当穿插进行,以期在学时减少的情况下,通过学习本书能有效地获得绘制和阅读本专业工程图的基本知识与能力。另外,目录中标有 * 号的内容,可在学时允许的情况下选用。

本书编写时参考了国内外有关书籍,采用了个别图例,在此一并表示谢意!

本书由大连理工大学王子茹、贾艾晨主编,参加编写的有:王子茹(第一、五、六、七、八、九、十、十一、十二、十三、十四、十五、十七、十八章)、贾艾晨(第二、三、四、十六章)、王卓(第十九章)。

本书由大连理工大学睦庆曦教授主审。

由于编写时间仓促,书中的缺点错误在所难免,恳切希望读者不吝指正。

编者

于大连理工大学

2001.6

目 录

第一章 绪论	1
第一节 引言.....	1
第二节 工程制图发展简述.....	2
第二章 投影法的基本知识	3
第一节 投影法概述.....	3
第二节 正投影的一些基本性质.....	5
第三节 三面正投影图.....	6
第三章 点的投影	10
第一节 点的三面投影	10
第二节 点的空间位置	13
第四章 直线的投影	16
第一节 直线的投影	16
第二节 直线与投影面的相对位置	16
第三节 线段的实长及其对投影面的倾角	19
第四节 直线上的点	21
第五节 两直线的相对位置	23
第六节 垂直两直线的投影	26
第五章 平面的投影	28
第一节 平面的表示法	28
第二节 平面的空间位置	29
第三节 平面内的直线和点	32
第六章 直线与平面、平面与平面的相对关系	36
第一节 直线与平面平行、平面与平面平行.....	36
第二节 直线与平面相交、平面与平面相交.....	38
第三节 直线与平面垂直、两平面互相垂直.....	42
第七章 投影变换	47
第一节 概述	47
第二节 变换投影面法	48
第八章 平面形体的视图	57
第一节 基本几何形体的视图	57
第二节 基本几何形体的切割	59
第三节 平面组合体的视图	60
第九章 曲线和曲面体的投影	66
第一节 曲线	66

第二节	曲面体的投影	69
第三节	平螺旋面	84
第十章	轴测投影	89
第一节	概述	89
第二节	正轴测投影	91
第三节	斜轴测投影	98
第四节	轴测投影图的选择	101
第十一章	直线与立体表面相交、立体与立体表面相交	104
第一节	直线与立体表面相交	104
第二节	立体与立体表面相交	105
* 第十二章	标高投影	114
第一节	概述	114
第二节	直线和平面的标高投影	115
第三节	曲面的标高投影	120
第四节	建筑物与地面相交	122
* 第十三章	立体表面的展开	129
第一节	概述	129
第二节	平面体与曲面体的展开	129
第三节	曲面的近似展开	135
第十四章	制图基础	138
第一节	制图标准	138
第二节	制图设备及使用方法	148
第三节	几何制图	153
第四节	徒手草图	157
第十五章	剖视图、断面图和简化画法	159
第一节	剖视图的概念	159
第二节	剖视图的规则与表达方式	159
第三节	断面图的规则与表达方式	169
第四节	视图的简化画法	172
第十六章	房屋建筑图	174
第一节	概述	174
第二节	建筑施工图	177
第三节	建筑结构图	194
第四节	房屋建筑施工图的绘制	198
第十七章	钢筋混凝土结构图	200
第一节	钢筋混凝土结构的基本知识	200
第二节	钢筋混凝土结构施工图的图示特点和一般规定	202
第三节	配筋图的阅读	204
第十八章	钢结构图	211
第一节	钢结构图阅读基本知识	211

第二节	钢结构图的尺寸标注	218
第三节	钢屋架结构施工图的阅读	220
第十九章	计算机绘图	229
第一节	AutoCAD 简介	229
第二节	AutoCAD 使用简介	229
第三节	基本图形元素的绘制	230
第四节	图形编辑命令	235
第五节	图形显示控制	240
第六节	作业工具	241
第七节	图层管理	241
第八节	尺寸标注	243
第九节	AutoCAD 的文字	245
第十节	填充	247
第十一节	图块操作	248
参考文献		249

第一章 绪 论

第一节 引 言

一、画法几何及工程制图

画法几何学研究的是:第一,研究空间各种几何要素和空间形体,在平面上的各种表示方法及其原理;第二,研究在平面上用投影作图的方法来解决空间问题。所以,画法几何学是一门研究空间几何问题的图示法和图解法的科学。

工程制图是研究绘制和阅读工程图样的学科,是应用画法几何的基本理论和方法,把工程建筑物用图形表达在二维平面(图纸)上,成为工程图样。这种工程图样能够准确地表示物体的几何量度。因为任何建筑工程和机器,都必须按照图样进行建造,所以在工程界的任何生产部门中,工程图样是工程设计和施工的重要技术文件,被比喻为工程界的语言。而画法几何则是这种语言的文法。

二、画法几何及工程制图课程

由于工程图样在工程技术中具有重要作用,所以要求从事工程建设的每个工程技术人员,都必须具备绘制和阅读工程图样的基本能力。因此,高等工科院校的各工程专业的教学计划中,都设置了《画法几何及工程制图》这门必修的技术基础课,同时把计算机绘图也列为必修内容,为学生的绘图和读图能力打下理论与实践基础,并为后继课程的学习和进行规划、设计施工、科研工作提供图示及图解的必需能力。

本课程的主要任务是:

1. 学习投影法的基本理论及应用。
2. 学习、贯彻制图国家标准和有关的基本规定。
3. 培养对三维形体及其相关关系的空间逻辑思维和形象思维能力。
4. 培养空间问题的图解能力。
5. 培养绘制和阅读工程图样的基本技能。
6. 培养利用计算机绘制图形的能力。
7. 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

三、画法几何及工程制图课的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,要想掌握课程的基本内容、知识和技能,得针对本课程的特点有一套良好的学习方法。这门课程的核心问题是从空间形体到平面图纸,再从平面图纸到空间形体(包括空间想象的形体)之间的转换,前者是画图过程,后者是看图(用图)过程,要在画图和看图的交错循环过程中,自觉地培养和发展空间想象力。所以,学习本课程时,要注意以下几个问题:

1. 从几何形体模型入手,根据模型画出投影图,再根据投影图想象出模型的空间情况,经过一段时间的练习,就能习惯于不用模型,也能在空间形体的投影图上进行作业,根据二维图

形很快想出三维形状。

2. 要掌握正确的分析问题和解决问题的方法。一般属于几何范畴的课程都有这样一个特点:听课明白,做题难。为了解决这个问题,学习时,一定要把空间最基本的几何元素之间的各种关系、相对位置弄清楚,比如,平行、垂直、相交等等,然后,完成一系列由浅入深,由简到繁的题目。每作一道题都要经过以下几个步骤:①空间分析,在弄清题意的基础上,分析题目所给的条件,综合分析所求的几何元素与已知的几何元素之间的从属关系和相对位置;②拟定空间解题步骤,每一个解题步骤都对应画法几何里边的某一个基本作图方法;③将空间的解题步骤落实到投影作图上,一步一步地来完成,最后求出正确的答案。切忌一拿到题目不经分析就盲目动手作题。

3. 在学习中培养耐心细致的工作作风。图纸是施工的依据,图纸上的字和线都应按规范写好,画法,要有严肃、认真、负责的态度才能学好这门课。

第二节 工程制图发展简述

我国是历史文化悠久的国家,在绘图技术方面有着辉煌的成就。根据史料可知,早在春秋战国时代的著作《周礼考工记》中,已有关于制图工具如规、矩、绳、墨等的记载,其中规就是圆规,矩是直角尺,绳是木工画法的墨绳;在汉代《周髀算经》里已有“勾三股四弦五”正确绘制直角的方法;宋代李诫(字仲明)所著《营造法式》(1103年刊行),是我国历史上较早的一部建筑技术经典著作,书中印有大量的建筑图样,与用近代投影法所作图样比较,基本相似。尔后,明、宋应星编《天工开物》(1637年)以及其他技术书籍,也有大量图样的记载。

国际上,自从法国科学家加斯帕·蒙日(Gaspard Monge, 1746~1818年)于1795年发表了多面正投影法的著作《画法几何》以后,画法几何形成了一门独立的学科,为工程制图奠定了图示和图解的理论基础。

随着科学技术的不断发展,我国在20世纪50年代,开始建立制图国家标准,如1956年,国家建设委员会批准的《单色建筑图例标准》、1965年建筑工程部颁布的《建筑制图标准》(GBJ9—65)等,之后,又陆续颁布了有关机械制图、建筑制图等国家标准。随着改革开放,国际间技术和经济交流的需要,制图标准仍在不断增加内容或修订,如最近国家质量技术监督局发表的《技术制图标准》(GB/T17451、17452、17453—1998),可使技术图样用视图表示规则与国际上一致。

在自动绘图仪方面,自从50年代以来,美国波音公司生产的世界第一台平台式绘图机的诞生,以至后来研制出的滚筒式绘图机,使用机器代替手工绘图,提高绘图速度和质量的愿望成为现实。经典的画法几何及工程制图也具有了新的内涵,工程制图进入了一个崭新的时代,并且正在迅猛发展,成为计算机应用科学的一个重要分支。目前它已成为科学研究、教学、生产和管理部门的一种有力工具,被广泛应用在工程设计等方面。

计算机绘图是适应现代化建设的新技术,也是本门课程发展的一个重要方向。因此,本书将计算机绘图的内容放到工程制图里边,要求学生掌握一种绘图软件,来绘制工程图样,为较好地掌握现代化绘图技术和学习计算机辅助设计打下基础。

第二章 投影法的基本知识

第一节 投影法概述

一、投影的概念和分类

在平面上用图形表示空间形体时,首先要解决的问题是如何把空间形体表示到平面上去。投影原理为这个问题的解决提供了理论和方法。

日常生活中常看到一些投影现象。如图 2-1a)灯光照射三棱锥体,会在地面产生影子。但影子只反映了三棱锥体的外形轮廓,而表达不出其形状。假设灯光发出的光线能够透过形体而将各顶点及各棱线都在地面上投落它们的影,这些点和线的影将组成一个能够反映出形体形状的图形(图 2-1b))。这个图形即为形体的投影。

图 2-1b)中,光源 S 称为投影中心,承受投影的面 H 称为投影面;经过三棱锥体各点的光线称为投射射线,如 SA 、 SB 等。通过一点的投射射线与投影面的交点称为该点在投影面上的投影(如 a 、 b 等)。把相应各顶点的投影连接起来;即得三棱锥体的投影。这种做出形体投影的方法称为投影法。

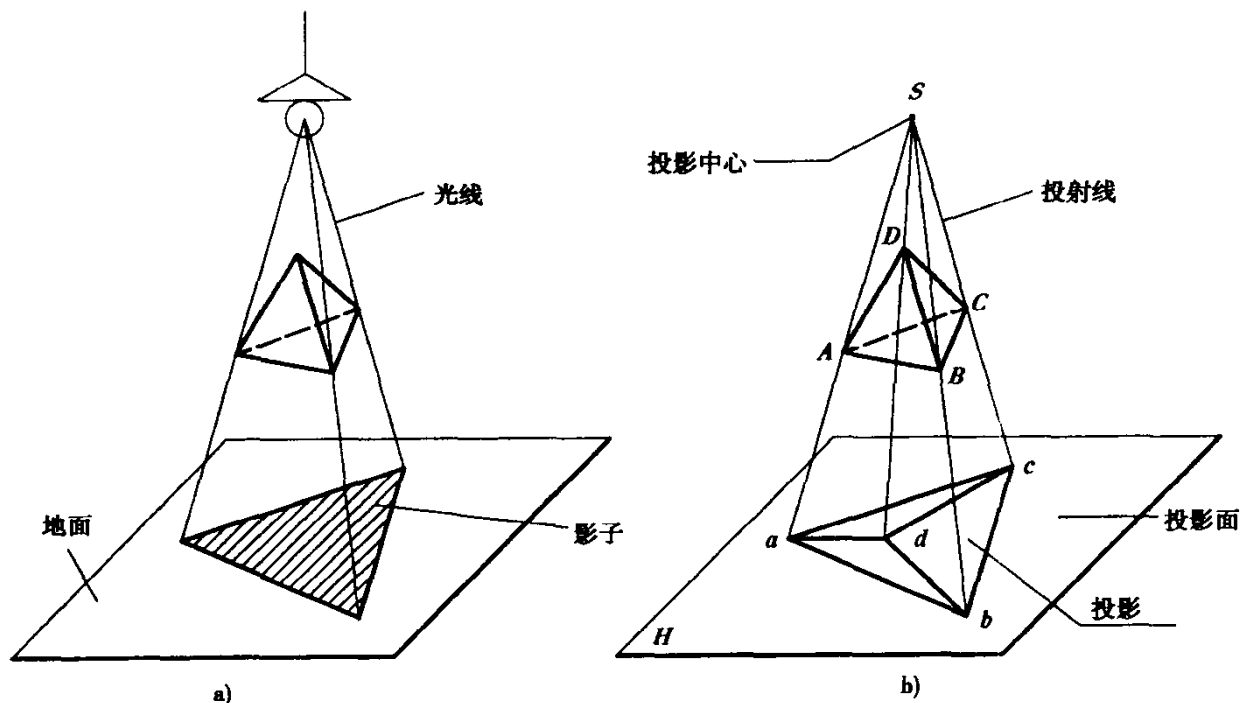


图 2-1 三棱锥体的影子和投影

常用的标记方法是:空间点用大写字母如 A 、 B 、 C 等标记,其投影用小写字母如 a 、 b 、 c 等标记。

投影法分为中心投影法和平行投影法两大类。

1. 中心投影法

当投影中心距投影面在有限的距离内,所有投射射线都会发自一点,呈放射状,这种投影法称为中心投影法,如图 2-2a),用这种方法得到的投影为中心投影。

2. 平行投影法

当投影中心距投影面为无限远时,所有投射射线将依一定的方向平行投射下来,这种投影法称为平行投影法,如图 2-2b)、图 2-2c),平行投影法作出的投影称为平行投影。

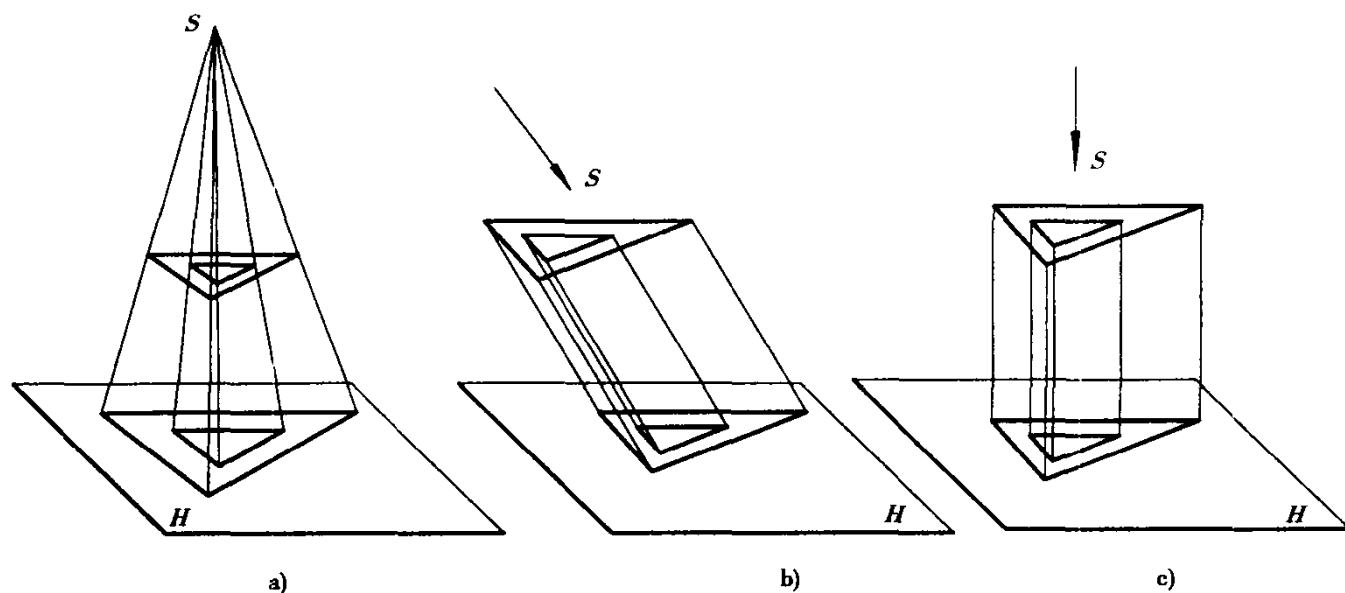


图 2-2 中心投影与平行投影

平行投影又分两种:

(1)斜投影:投影方向倾斜于投影面时所做的投影称为斜投影(图 2-2b))。

(2)正投影:投影方向垂直于投影面时所做的投影称为正投影(图 2-2c))。

二、工程上常用的四种投影图

工程上常用的图示方法有:多面正投影法、轴测投影法、标高投影法及透视投影法。与四种方法相对应,得出四种投影图,简单介绍如下:

1. 多面正投影图

把物体向几个相互垂直的投影面进行的正投影所得的图样称为多面正投影图,简称为正投影图。这种图作图简便,度量性好,是工程图法定的表达方法。常用的形式为三面正投影图(图 2-3),在建筑图表达方法中也用到六面正投影图(见第十六章第一节)。

2. 轴测投影图

轴测投影图是用平行投影法绘制成的。这种图直观性强,在一定条件下能直接量度,工程中常用作辅助图样(图 2-4)。

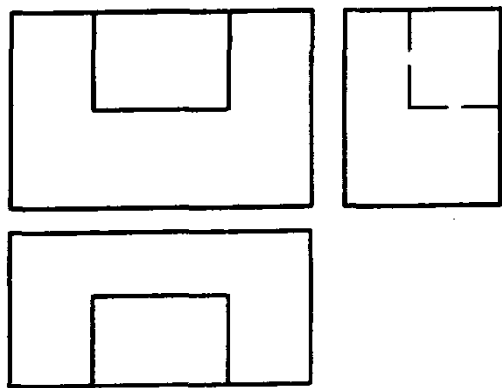


图 2-3 多面正投影图

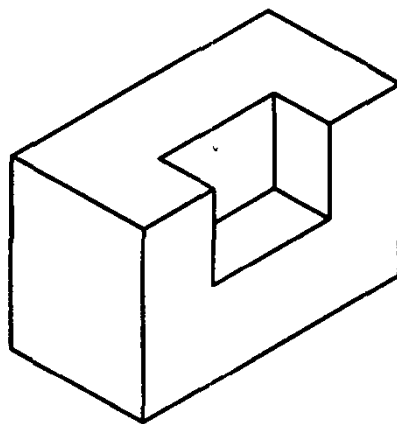


图 2-4 轴测投影图

3. 透视投影图

透视图是按中心投影法绘制的。其形象逼真,效果如同摄影的照片(图 2-5)。

4. 标高投影图

标高投影图是一种单面正投影图。图 2-6a)是图 2-6b)所示的小山丘的标高投影图。

标高投影图是在一个投影面上表达物体不同高度的形状,所以常用它来表达复杂的曲面和地面。

正投影法在工程上应用最广。本章主要介绍正投影法。

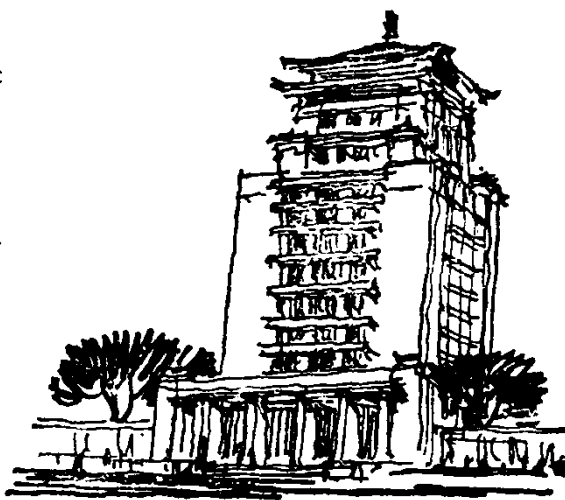


图 2-5 透视投影图

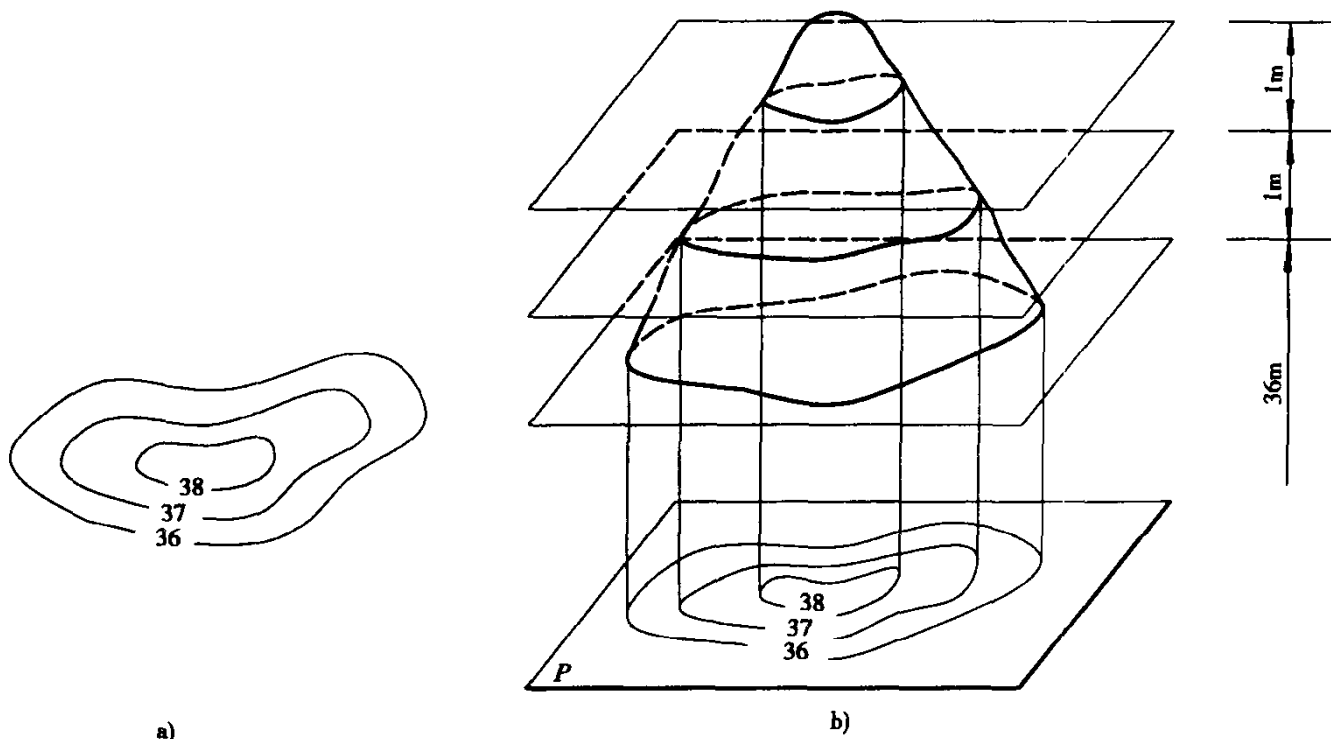


图 2-6 标高投影图

第二节 正投影的一些基本性质

正投影是平行投影的特殊情况,所以它也具有平行投影的性质,如全等性、积聚性、类似性等。

一、全等性

我们把一三角块放在投影面的前面,如图 2-7 所示,并使三角块的前表面 ABC 平行于该投影面,将三角块向投影面进行正投影,即投射线与投影面正交,可得一三角形图形。 a 、 b 、 c 为空间点 A 、 B 、 C 的正投影。因 AB 平行于投影面,投影又是正投影,所以 $Aa = Bb$, 四边形 $ABba$ 为一矩形,所以 $ab = AB$ 。同理, $bc = BC$, $ca = CA$, 则 $\triangle abc \cong \triangle ABC$, 由此可得: 平行于投影面的直线段或平面图形, 在该投影面上的投影反映线段实长或平面图形的实形。这种投影性质称为投影的全等性。

二、积聚性

如图 2-8 所示, $ABED$ 是三角块的顶面, 因它与投影方向平行, 所以平面 $ABED$ 在投影面上的投影重合为一直线。直线 AD 也与投影方向平行, 它的投影重合为一点。由此可得: 平行于

投影方向的直线或平面,在投影面上的投影积聚成一点或一直线。这种投影性质称为投影的积聚性。

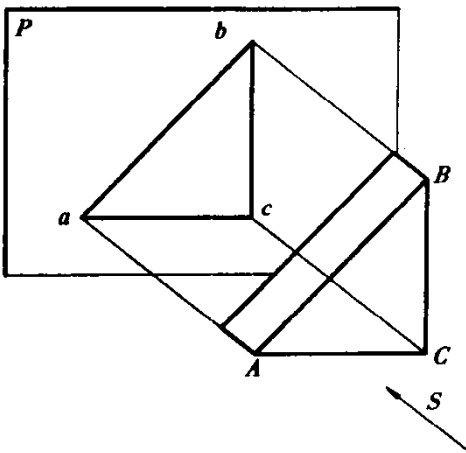


图 2-7 全等性

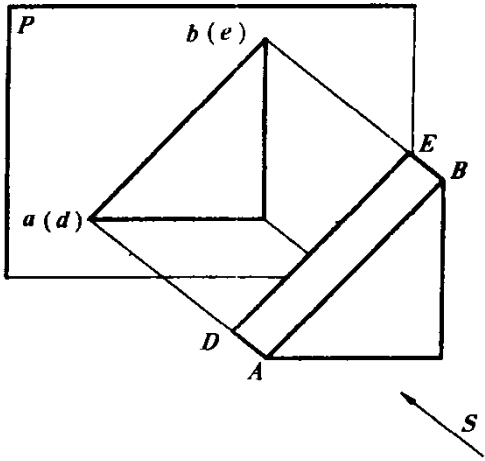


图 2-8 积聚性

三、类似性

图 2-9 中,平面 $ABED$ 对投影面 H 来说,既不平行也不垂直而是倾斜的,这时它在该投影面上的投影既不反映实形也无积聚性,而是比原形小,与原形类似的图形。这种投影性质称为投影的类似性。

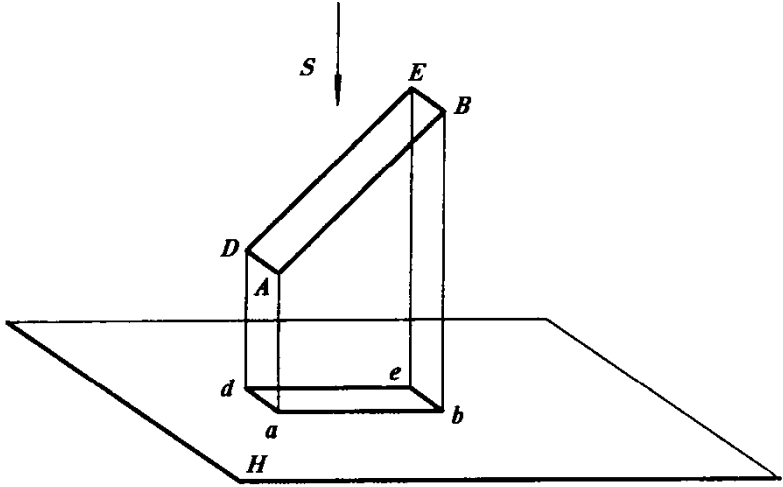


图 2-9 类似性

第三节 三面正投影图

一、三面投影图的形成

如图 2-10 所示一物体,如何把它的形状和大小确切而全面地表达出来呢? 我们先在物体的后面放一正立的投影面 V ,使物体的一个端面平行于 V 面,将物体向 V 面作正投影,得一图形。但这个图形只反映了物体的长度和高度,反映不了宽度。为了将物体的长、宽、高三个方向的尺寸都反映出来,我们在物体的下方垂直于 V 面加一水平的投影面 H ,将物体向 H 面投影,得到的图形反映了物体长和宽方向的尺寸(图 2-11)。

一般说来,两面投影可以确定物体的形状。但如图 2-12 所示的两个不同形状的物体,它们在 V 、 H 面上的同投影面上的投影都是相同的,因此光有两面投影还不能确定它们的空间形状。为此在物体的右面增加侧立投影面 W ,使其同时与 V 、 H 面垂直,将物体向 W 面投影,得到的图形反映物体高和宽方向的尺寸,如图 2-13a)。有了物体的 V 、 H 、 W 三个投影图,就能确

切而全面地表达出该物体的形状和大小了。

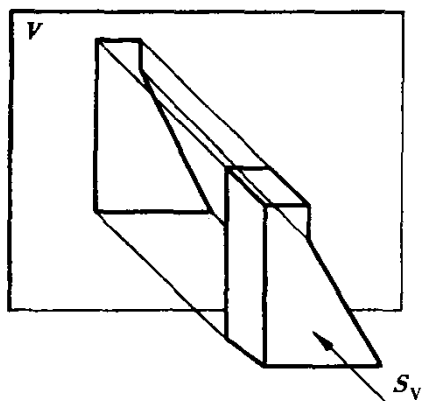


图 2-10 物体在一个投影面的投影

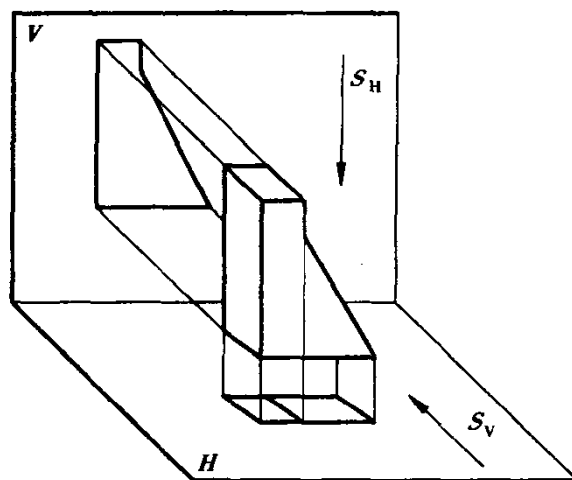


图 2-11 物体在两个投影面的投影

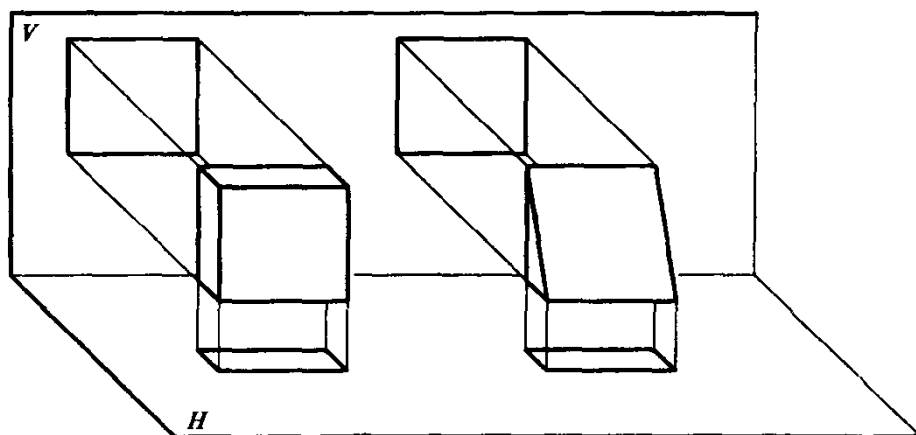


图 2-12 两面投影的不足

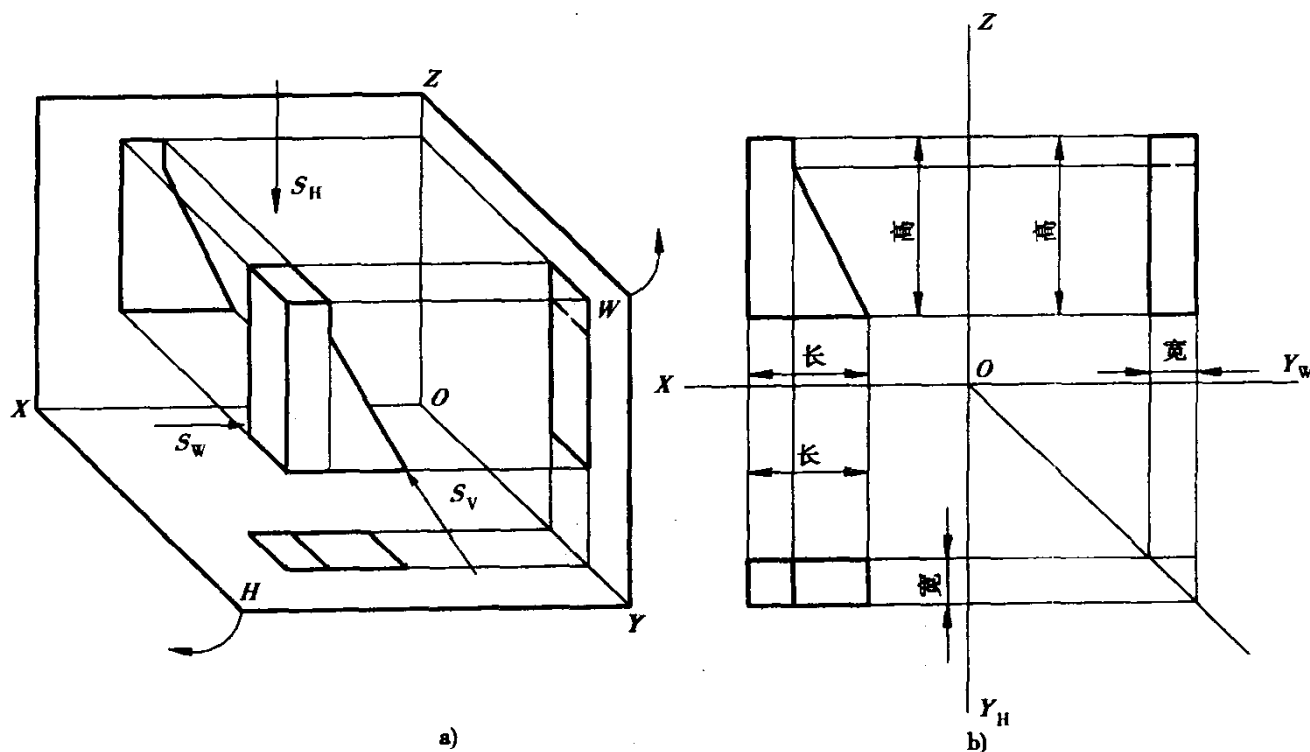


图 2-13 三面投影图

V 、 H 、 W 面两两互相垂直, 形成一个三面体系。我们把正立投影图 V 称为正面, 水平投影 H 称为水平面, 侧立投影面 W 称为侧面。 V 面与 H 面的交线称为 OX 轴, V 面与 W 面的交线称为 OZ 轴, H 面与 W 面的交线称为 OY 轴。物体在 3 个投影面上的投影分别称为正面投影、

水平投影、侧面投影。由于3个投影是分别在3个不同的投影面上的,而实际作图只能在同一个平面的图纸上,所以必须把它们摊开成一个平面。为此我们固定 V 面,让 H 面和 W 面分别绕 OX 轴和 OZ 轴旋转到与 V 面重合的位置。在实际作图时,只需画出物体的三个投影而不需画出投影面的边框(图2-13b))。

二、三面投影图的对应关系

1. 度量对应关系

由图2-13可知:正面投影反映物体的长和高;水平投影反映物体的长和宽;侧面投影反映物体的宽和高。由于每两个投影反映物体的长、宽、高三个方向的尺寸,并且每两个投影中就有一个共同的尺寸。故得三面投影图的度量对应关系如下:

- (1)正面投影和水平投影的长度相等,并且互相对正;
- (2)正面投影和侧面投影的高度相等,并且互相平齐;
- (3)水平投影和侧面投影的宽度相等。

简单地说就是:长对正、高平齐、宽相等,这种关系常称为三面投影图的投影规律,简称为三等规律。

2. 位置对应关系

物体的三个投影图的相对位置必须如图2-14b)那样摆放,不可颠倒,一定是:水平投影在正面投影之下,侧面投影在正面投影之右,并且符合三等原则。

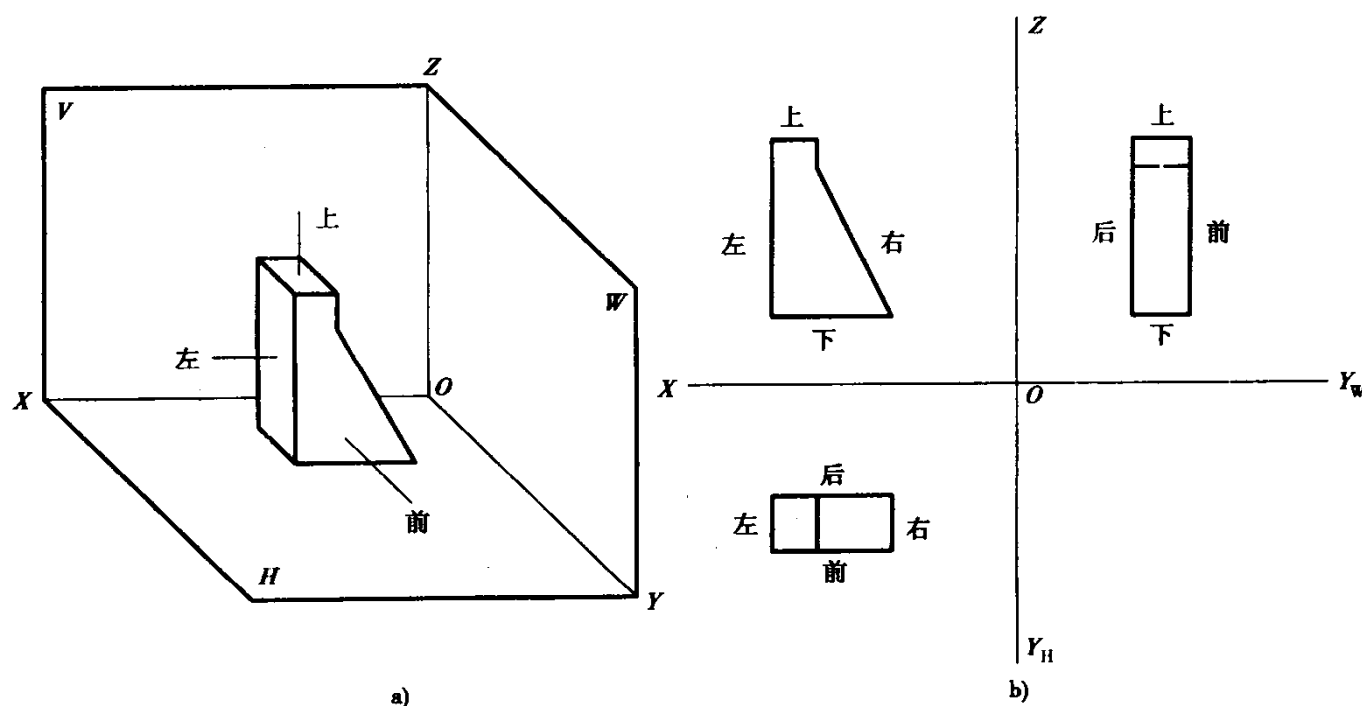


图 2-14 投影图和物体的位置对应关系

物体的三面投影图与物体之间的位置对应关系为:

- (1)正面投影反映了物体的上、下和左、右位置;
- (2)水平投影反映了物体的前、后和左、右位置;
- (3)侧面投影反映了物体的上、下和前、后位置。

三、由物体模型画三面视图

为了加深理解三面投影图(工程制图中称视图)的形成,让我们先做一个练习:由物体模型画三面视图。当我们拿到模型时,首先要考虑选定物体的位置。摆放模型时应满足以下几个条件:

1. 使物体处于正常的工作状态,物体放置平稳,端面应与投影面平行;

2. 正面投影图(正视图)应显示物体的特征;

3. 各投影面投影的虚线应尽可能地少。

图 2-15 所示模型,对照上面几个条件,我们可看出 a)的位置比较好。

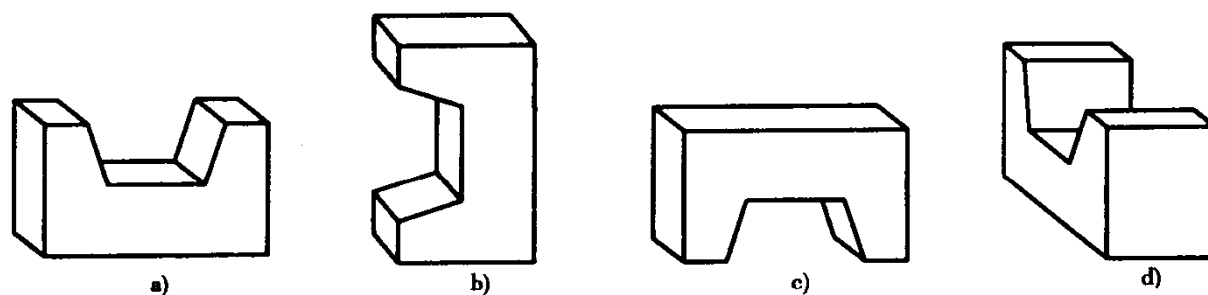


图 2-15 模型位置的选择

选好模型的位置后,就将模型放置不动,向三个投影面进行投影。物体的三面视图一定要符合三等原则。如图 2-16。

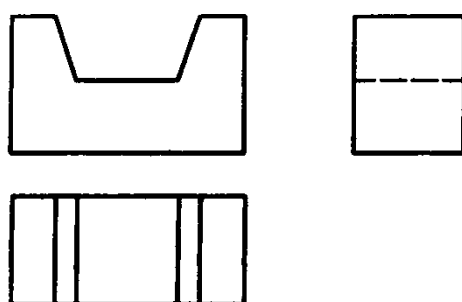


图 2-16 模型的三面视图

第三章 点的投影

任何物体的表面都可以看成是顶点(或棱线,或面)的结合。为了深化对投影图的认识,为了解决复杂的空间几何问题,我们先来研究组成物体的基本几何元素点、线、面的表示方法及其投影性质。

第一节 点的三面投影

一、三面体系及点的三面投影

1. 三面体系

我们在上一章讲过,若要确切而全面地表达出物体的形状和大小,须画出物体的三面投影图,即把物体向 V 、 H 、 W 三个投影面进行投影。 V 、 H 、 W 三个投影面两两互相垂直,组成了一个三面体系。如图 3-1。投影面与投影面之间的交线称为投影轴(OX 轴、 OY 轴、 OZ 轴)。

相互垂直的三个投影面把空间分成八个部分,每一部分称为一个分角。如图 3-1,左、上、前部分为第一分角(I),左、上、后部分为第二分角(II),以此顺序有 III、IV、V、VI、VII、VIII 八个分角。我国现规定采用第一分角,即把物体放在第一分角内,向三个投影面进行投影。

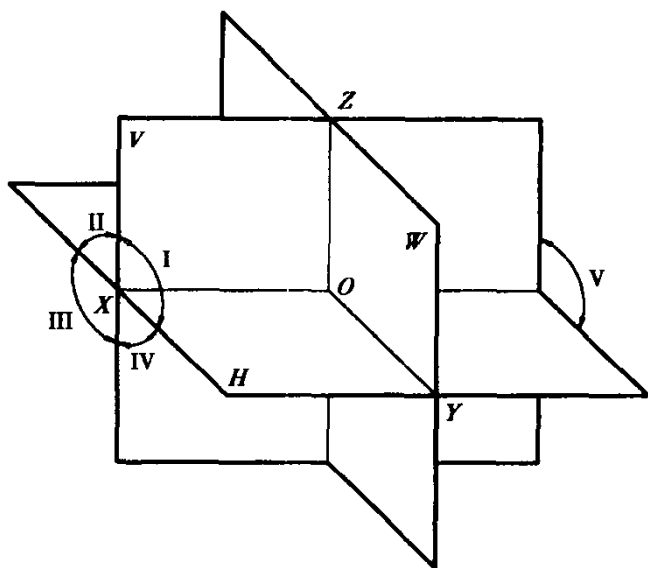


图 3-1 三面体系

2. 点的三面投影

点的投影,为过点的投射线与投影面的交点。设第一分角内有一点 A (图 3-2a))。

将 A 点分别向三个投影面作正投影,即自 A 分别向 H 、 V 和 W 面作垂直的投射线,得到交点 a 、 a' 和 a'' 。 a 称为点 A 的水平投影。 a' 称为点 A 的正面投影, a'' 称为点 A 的侧面投影。

我们规定:空间的点用大写字母 A 、 B 、 C ……表示;点在 H 面上的投影用相应的小写字母 a 、 b 、 c ……表示;点在 V 面上的投影用小写字母加一撇 a' 、 b' 、 c' ……表示;点在 W 面上的投影用小写字母加两撇 a'' 、 b'' 、 c'' ……表示。

同前一章所叙述的一样,为了将点的三个投影画在一张图纸上,须将三个投影面摊平, V 面不动, H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , W 面则绕 OZ 轴向右旋转 90° 。 OY 轴被分为两处:随 H 面旋转的为 OY_H ;随 W 面旋转的为 OY_W 。这样,我们就得到点的三面投影图(图 3-2b))。

二、点的三面投影规律

为了找出点的三面投影的投影规律,我们过 Aa 、 Aa' 作平面,此平面与 OX 轴交于 a_x (图 3-3a))。因平面 Aaa_xa' 同时垂直于 H 面和 V 面,所以 OX 轴垂直 Aaa_xa' (若相交两平面垂直于第三平面,则其交线也垂直于第三平面),因而有 $OX \perp aa_x$; $OX \perp a'a_x$ 。