

Huafa Jihe yu Yinying Toushi

画法几何与阴影透视

张文增
张 斌

主编



人民交通出版社
China Communications Press

画法几何与阴影透视

张文增 张 斌 主 编
贾永祥 赵付梅 胡瑞兰 副主编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是作为高等学校建筑学专业、城市规划设计专业的教材编写的。针对目前各高校对学科课时普遍压缩的实际情况,本书对部分内容繁多而又无时间讲解的章节,如曲线曲面等作了精简压缩;又对一些章节,如斜透视、透视图中的阴影、倒影和镜影等减少了一些理论上的阐述。内容包括画法几何、阴影和透视三大部分,含绪论共计 23 章。书中配有大量例题,以方便读者的理解。本书还有与之配套的《画法几何与阴影透视习题集》一书。

本书也可作为艺术类专业、园林建筑类专业及土木工程类专业教材,亦可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与阴影透视/张文增,张斌主编. —北京:
人民交通出版社, 2010.5
ISBN 978-7-114-08375-4

I. ①画… II. ①张… ②张… III. ①画法几何—教
材②建筑制图—透视投影—教材 IV. ①0185.2②TU204

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 078470 号

书 名: 画法几何与阴影透视

著 者: 张文增 张 斌

责任编辑: 刘永芬

出版发行: 人民交通出版社

地 址: (100011)北京市朝阳区安定门外外馆斜街 3 号

网 址: <http://www.ccpres.com.cn>

销售电话: (010)59757969, 59757973

总 经 销: 人民交通出版社发行部

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京鑫正大印刷有限公司

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 9.75

字 数: 232 千

版 次: 2010 年 5 月 第 1 版

印 次: 2010 年 5 月 第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-114-08375-4

定 价: 32.00 元 (含习题集)

(如有印刷、装订质量问题的图书由本社负责调换)

前 言

本书是作者在多年教学实践的基础上编写而成的,考虑到教学课时的实际情况,对大部分内容都进行了精简,使得篇幅大幅缩短。作为教材,本书尽可能用通俗易懂的语言去论述相关理论,所选例题大都简单明了,以能说明问题为原则。

与本书配套使用的还有《画法几何与阴影透视习题集》。

为了方便教学,也便于读者自学,本书(包含与之配套的习题集)全部由张文增、贾永祥制成教学软件,免费提供,网址 www.ccpres.com.cn/UploadFiles/画法几何与阴影透视.rar,欢迎教师和读者使用,真诚希望能给大家以便利。

本书可作为建筑学专业、城市规划设计专业、艺术类专业、园林建筑类专业及土木工程类专业教材,亦可供有关工程技术人员参考。全书由河北工程大学张文增、长沙理工大学张斌担任主编;贾永祥、赵付梅、胡瑞兰担任副主编。

由于时间紧迫,加之编者水平有限,书中缺点、不足和错误在所难免,欢迎同仁和读者批评指正。来信请寄河北工程大学建筑学院张文增,在这里提前表示感谢。

编者

2010年5月

目 录

绪论	1
----	---

画法几何部分

第一章 投影的基本知识	5
第一节 投影法概述	5
第二节 常见的几种工程图	7
第三节 物体的投影	9
第二章 点和直线的投影	12
第一节 点的投影	12
第二节 直线的投影	15
第三节 线段的实长及对投影面的夹角	15
第四节 特殊位置直线	18
第五节 直线上的点	20
第六节 两直线的相对位置	22
第七节 直角投影定理	24
第三章 平面的投影	26
第一节 平面的表示方法	26
第二节 各种位置平面的投影	27
第三节 平面上的点和直线	30
第四节 平面上的特殊位置直线	32
第四章 直线与平面、平面与平面的相对位置	34
第一节 平行	34
第二节 相交	36
第三节 垂直	41
第四节 综合问题举例	43
第五章 投影变换	45
第一节 概述	45
第二节 换面法	46
第六章 平面立体的投影	52
第一节 平面立体的投影	52
第二节 同坡屋顶的投影	53
第七章 曲线曲面的投影(简介)	56
第一节 曲线	56
第二节 曲面	59
第八章 轴测投影	62

第一节	概述	62
第二节	正轴测投影	63
第三节	斜轴测投影	65
第九章	标高投影	68
第一节	概述	68
第二节	点、直线、平面的标高投影	68
第三节	不规则曲面的标高投影	70

阴影部分

第十章	阴影的基本知识	75
第一节	阴影的形成	75
第二节	阴影的作用	75
第三节	常用光线	76
第十一章	点、直线、平面的阴影	77
第一节	点的落影	77
第二节	直线的落影	78
第三节	平面的阴影	82
第十二章	平面立体的阴影	85
第一节	基本几何形体的阴影	85
第二节	切割形体与组合形体的阴影	87
第三节	常见建筑形体的阴影	88
第十三章	曲线、曲面的阴影	91
第一节	曲线的落影	91
第二节	曲面的阴影	92
第十四章	辐射光线下的阴影	94
第一节	点和直线的落影	94
第二节	简单形体的阴影	96
第十五章	轴测图的阴影	97

透视部分

第十六章	透视的基本知识	101
第一节	透视的形成	101
第二节	透视的基本术语	102
第三节	透视图的种类	103
第十七章	点、直线、平面的透视及视点、画面和物体的相对位置	104
第一节	点的透视	104
第二节	直线的透视	105
第三节	平面的透视	108
第四节	视点、画面和物体的相对位置	108
第十八章	透视图的画法	113

第一节	视线法·····	113
第二节	全线相交法·····	120
第三节	量点法和距点法·····	121
第四节	网格法·····	124
第五节	透视画法的应用举例·····	127
第六节	透视图的辅助画法·····	128
第十九章	曲线、曲面的透视 ·····	132
第二十章	斜透视 ·····	134
第一节	基本概念·····	134
第二节	视线迹点法画斜透视·····	135
第二十一章	透视图中的阴影 ·····	138
第一节	平行光线下的阴影·····	138
第二节	点光源下的阴影·····	141
第二十二章	倒影与镜影 ·····	143
第一节	倒影·····	143
第二节	镜影·····	144
参考文献 ·····		145

绪 论

一、本课程的任务

1. 画法几何

在工程实践中,建筑设计师经常需要把自己的建筑设计成果用图纸表达出来,建筑工人也要根据图纸建造各种建筑物。各种从事工程的职业人员(包括管理、设计、施工、预算)都必须熟练掌握工程图样。图样是工程界(包括机械工程)的语言,而且是一种国际通用语言,已是工程界的共识,而画法几何就是这种语言的语法。画法几何是各种工程图的理论基础,也是阴影透视部分的理论基础。

画法几何是学习和研究如何将空间几何元素及其之间关系表达在平面图样上的专业基础课程,也是工科专业学生一门必修的技能课程。它包括:

- (1)投影的基本理论和作图方法;
- (2)在平面图上表达空间形体的理论与方法;
- (3)基本几何元素(点、线、面、体)的投影及它们之间的关系;
- (4)空间几何问题的图解方法。

画法几何课程在培养学生的空间思维能力、空间想象能力、空间解决问题能力、空间设计能力方面有着极大和极其有效的作用,是其他课程无法取代的。以上的这些空间构思能力是工科专业学生亟需和必备的。

除以上内容外,本课程还具有培养学生认真细致、一丝不苟的工作作风的作用。

2. 阴影透视

绘画渲染艺术是建筑类专业人员的重要技能,阴影透视是绘画渲染的理论基础,因此,要求同学们能够掌握阴影透视的基本知识、基本几何元素及各种形体的阴影和透视画法、斜透视的画法及透视图中的阴影、倒影和镜像的画法。通过对阴影透视的学习,可以使学生提高绘画渲染艺术的理论水平,为进一步学习打下坚实的基础。

二、本课程的特点及学习方法

本课程是以初等几何的简单理论为基础的,是数学的一个分支,但是它和数学在表达方法上有着很大的不同,它的命题是在投影理论的平台解决的。由于初学者都是刚刚接触投影的概念,对投影理论不太适应,随着学习的深入,部分读者会感到对一些问题难以理解和想象,学习难度会越来越大。其实这是一个很正常的现象,原因是读者对投影理论不熟悉和其空间能力(空间思维能力、空间想象能力、解决空间问题的能力)不强。只要能坚持不懈地按要求努力学习,随着对投影理论的习惯和空间能力的提高,这些问题都会逐步得到解决的。

学好本课程并不难,关键是要掌握好它的学习方法:

(1)本课程前后内容联系紧密、一环紧扣一环,如果前面的内容没学好,后面的内容就没法学下去,前面的题目可能就是后面题目的一个步骤,前面的问题没解决后面的问题没法解决。

因此,学习时要稳扎稳打,把一些基本问题搞明白,特别是对一些看似简单的问题。如果从一开始就能够用心学好它,就会感觉越学越简单。

(2)本课程是研究把空间几何元素(点、线、面、体)如何表达在平面上的理论——也就是投影规律,在学习过程中要注意对空间形体的分析,要注重对空间形体与平面图形的反复联系,掌握“从空间到平面,再由平面想象空间形体”的方法,可借助模型和工具理解空间情况,对投影规律要在理解的基础上记忆,不要死记硬背。

(3)做题时,首先要从空间分析问题,搞清楚几何元素的空间关系,再用投影的方法在平面上把问题表达出来。简单题目做得再多也不会有太大收获的,遇到不会的题目时,一定要花时间去思考,不要怕做不出来,事实上,即使做不出来也会有很大收获的。遇到解决不了的问题可以大家共同讨论解决,最终只要把问题真正搞明白就可以。

对于教材中的例题最好要动手重做一遍,这样才能真正掌握。

另外,做题时一定要认真细致,减少误差,有时候一些误差会导致由量的变化到质的变化,如:有解变无解、平行变不平行等。

(4)本课程是一门实践性很强的课程,其中没有高深的理论,但要用这些理论去解决问题并不容易,只有做过大量的练习,完成一定数量的习题作业并真正把问题搞明白后,才能真正地掌握这门课程。

画法几何部分

第一章 投影的基本知识

第一节 投影法概述

投影法是从日常生活中的一些现象经过抽象凝练而成的。例如,在灯光的照射下室内的家具会有影子落在地板上,在阳光的照射下建筑物会有影子落在地面上,这些影子的形状和空间物体会有一定的联系,把这些现象经过科学的整理、抽象就得到了**投影法**。投影和影子有联系也有区别,影子只反映物体的投影轮廓,并且轮廓内部全是暗的。画投影时要把物体上的每一个点,每一条线和每一个面都画出来,看得见的线画成实线,看不见的线画成虚线。

投影法分为中心投影和平行投影两种。平行投影又分为斜投影和正投影两种。

一、中心投影

在图 1-1 中给定一点 S 和一平面 H ,求空间任一点 A 的投影,我们可以过 A 点和 S 连一直线 SA , SA 和投影平面 H 的交点 a 就是 A 点的投影,用相同的方法可以作出点 B 的投影 b 。直线 SA 、 SB 称为**投影线**。所有的投影线都交于点 S ,把 S 称为**投影中心**,点 A 、 B 称为物体,平面 H 称为**投影面**。因为这种投影法的所有投影线 SA 、 SB 都交于一点,所以叫**中心投影**。由图 1-1 可见点的投影特性:

点的投影仍然是点,如点 A 、点 B 的投影为点 a 、点 b 。

通常的规定是:空间点用大写字母如 A 、 B 、 C 等标记,其投影用相应的小写字母标记如 a 、 b 、 c 等。

图 1-2 是直线的中心投影,由图可见直线的中心投影特性:

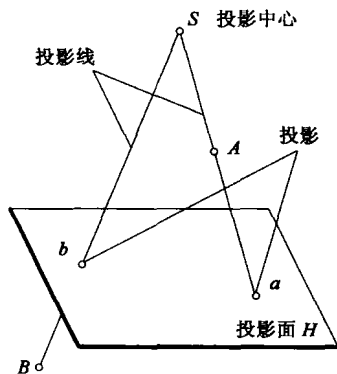


图 1-1 点的中心投影

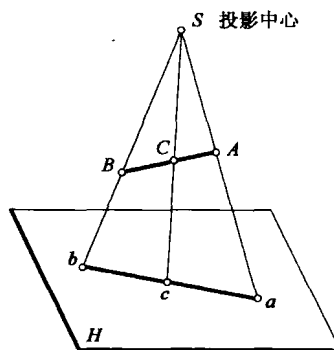


图 1-2 直线的中心投影

(1)直线的投影仍是直线,如直线 AB 在 H 投影面上的投影为 ab 。特殊情况下,当 AB 通过投影中心时,它的投影变成一个点。

(2)点在直线上,则点的投影一定在该直线的投影上。

在日常生活中的投影机和白炽灯下物体的影子都是中心投影的常见例子。

二、斜投影

当把投影中心 S 移到和投影面无限远处时,所有的投影线就互相平行(平行于投影方向 S),这样得到的投影就是**平行投影**,平行投影是中心投影的特殊情况。

在平行投影中,当投影线不垂直(也就是倾斜)投影面时就是**斜投影**。图 1-3 是直线的斜投影。

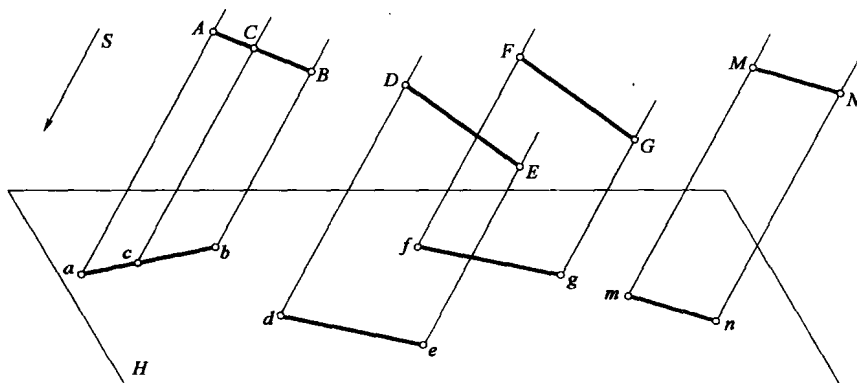


图 1-3 直线的斜投影

斜投影除具有中心投影的投影特性外还有以下特性,如图 1-3 所示:

- (1)点分线段成两段,这两段的长度之比,等于其投影长度之比,如: $AC : CB = ac : cb$ 。
- (2)互相平行的两条直线其投影仍然互相平行,并且两平行线段的长度之比等于其投影长度之比。如: $DE // FG$,则 $de // fg$, $DE : FG = de : fg$ 。
- (3)当直线平行于投影面时,则直线的投影反映线段的实长,如 MN 和 mn 长度相等。

三、正投影

在平行投影中,当投影线垂直投影面时,得到的投影就是**正投影**。

图 1-4 是直线的正投影。

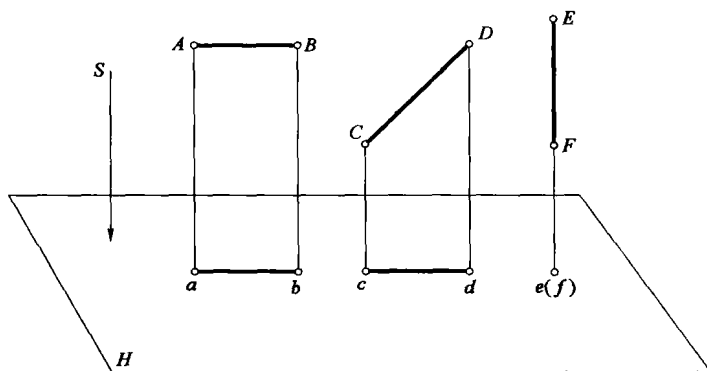


图 1-4 直线的正投影

直线的正投影除具备斜投影的特性外还有以下特性:

- (1)直线倾斜于投影面,线段的投影不反映实长,并且缩短。

(2) 直线垂直于投影面, 它的投影积聚为一点。

图 1-5 是平面的正投影。

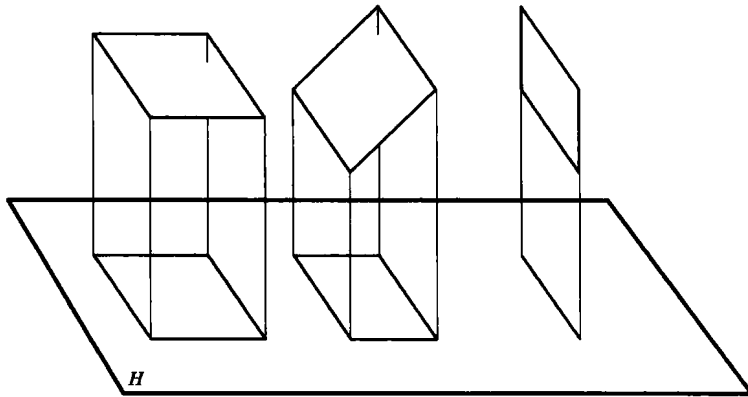


图 1-5 平面的正投影

平面的正投影特性:

- (1) 当平面平行于投影面时, 其投影反映实形。
- (2) 当平面倾斜于投影面时, 它的投影是和原来的图形成类似形。
- (3) 当平面垂直于投影面时, 其投影积聚成直线。

以上各种投影都必须具备三个要素:

- (1) 投影中心或投影方向;
- (2) 投影面;
- (3) 物体。

第二节 常见的几种工程图

工程上常用的图样有: 多面正投影图、标高投影图、轴测投影图和透视投影图, 下面分别对它们进行简单论述。

一、多面正投影图

多面正投影图是用正投影的方法绘制出来的, 在工程上得到了最广泛的应用。

图 1-6 是一个简单形体的三面正投影图。

这种图能准确的表达物体的大小、形状及各部分的相互位置, 度量性好, 在工程上被广泛采用。它的缺点是: 没有立体感, 一般要用两个或两个以上的投影才能把物体的形状表达清楚。这部分内容是本书画法几何部分的主要研究对象, 以后在没有特别指明时提到投影就是指正投影。

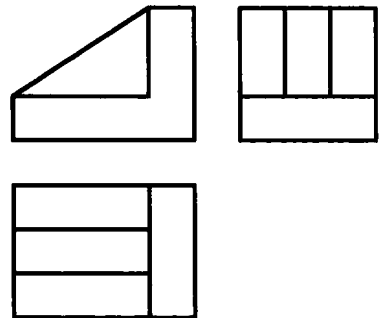


图 1-6 简单形体的多面正投影图

二、轴测投影

图 1-7 是用两种不同的方法画出的轴测投影图。

图 1-7a) 是用斜投影方法画出来的斜二轴测图; 图 1-7b) 是用正投影方法画出的正等轴测图。这两种都有一定的立体感, 在很多场合被使用。但是其度量性仍比较差, 绘制大型建筑物时与人的视觉差别比较大, 图形不自然, 一般只能作为辅助图样。

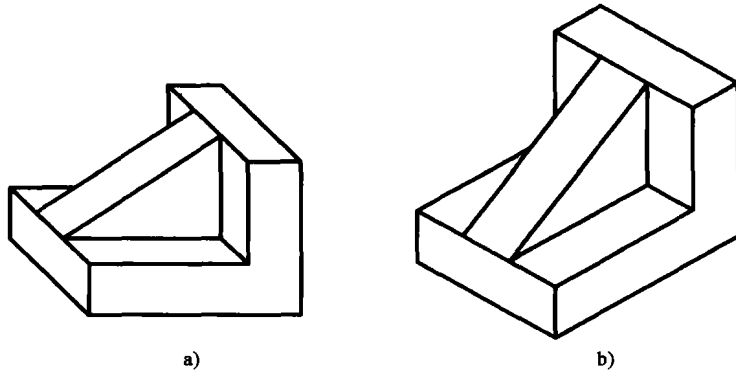


图 1-7 轴测投影图
a) 斜二测投影; b) 正等测投影

三、标高投影图

标高投影图是一种单面正投影, 多用来表达地形和复杂曲面。图 1-8 是一幅小山包的标高投影图, 它是用一组高度差相等的水平面剖切地面, 每个平面都会和地表面有一条交线, 把这些交线垂直地投射到一个水平面上, 并用数字标出这些线的高度而得到的。我们把这些交线称为等高线。

四、透视图

图 1-9 是用中心投影法画出的透视图。

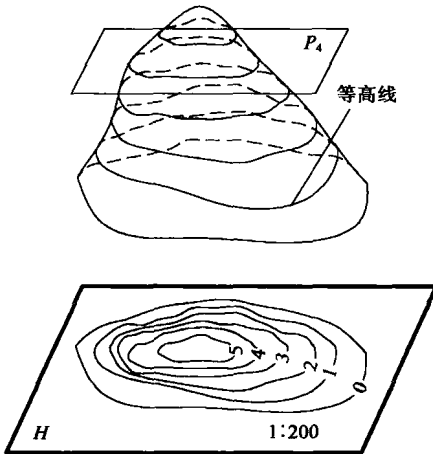


图 1-8 标高投影图

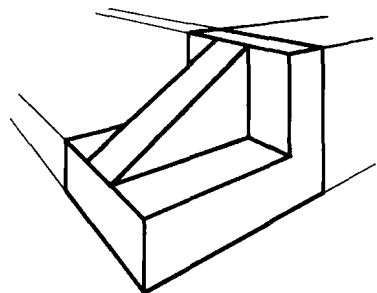


图 1-9 用中心投影法画出的透视图

透视图的特点和我们人的眼睛观察物体的情况非常相似, 所以这种图看起来很形象逼真, 特别适用于建筑物的效果图, 但这种图作图很费时, 且不易度量。透视图一般也只作为辅助图样。

在透视图, 空间互相平行的线条延长后可能相交于一点(灭点), 物体有近大远小的效果。

第三节 物体的投影

点的一个投影不能确定点的空间位置。同样,仅有形体的一个单面投影也不能确定形体的形状和大小。

如图 1-10 所示,在图 a) 中,当给定某一点的空间位置时,其投影是确定的,但反过来如果只给点的一个单面投影,点的空间位置是无法确定的。

在图 1-10b) 中, H 面上的投影为一个矩形,它可以是基本形体长方体、三棱柱或圆柱等的投影。由以上可以得出结论:物体的单面投影图不能唯一确定物体的空间形状。

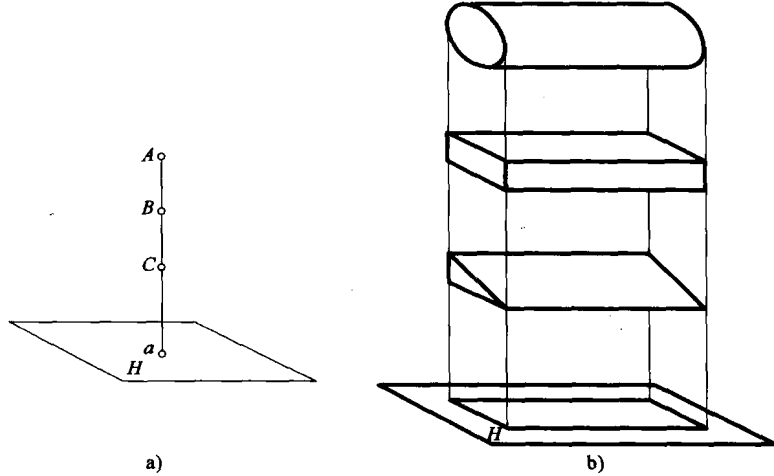


图 1-10 单面投影没有可逆性

一、三面投影体系

为了使物体的正投影图能够唯一确定其空间形状,我们需要建立三面投影体系。

如图 1-11a) 所示,我们用三个互相垂直的平面作为投影面,分别为:水平投影面 H 、正立投影面 V 、侧立投影面 W 。物体在 H 面上的投影称为水平投影,也叫俯视图;物体在 V 面上的投影称为正面投影,也叫主视图;物体在 W 面上的投影称为侧面投影,也叫左视图。投影面之间的交线称为投影轴, H 与 V 面之间的交线为 X 轴; H 与 W 面之间的交线为 Y 轴; V 与 W 面之间的交线为 Z 轴。三个投影轴交于一点 O ,称为原点。这样就构成了一个三面投影体系。

当把要表达的物体按一定的要求放进这个三面投影体系中,分别向三个投影面做正投影图,物体在三面投影体系中的摆放位置对其投影图的结果会有很大影响,一般要考虑以下几方面的因素:

- (1) 要使形体处于工作位置,工作位置就是其正常的使用位置。
- (2) 要使得形体上尽可能多的表面成为投影面的平行面和垂直面,以使得其在各个投影面上的投影能够反映实形或有积聚性。
- (3) 选择主视图的方向,主视图是物体投影最主要的图样,它应能体现出形体的主要轮廓特征。

如图 1-11 中,形体的所有表面都分别是投影面的平行面。

把物体放进三面投影体系后,分别向三个投影面作正投影:

作水平投影时,投影线垂直于 H 面,由上向下作投影;
 作正面投影时,投影线垂直于 V 面,由前向后作投影;
 作侧面投影时,投影线垂直于 W 面,由左向右作投影。
 作完三面投影就可得到物体三面投影的空间直观图,见图 1-11a)。

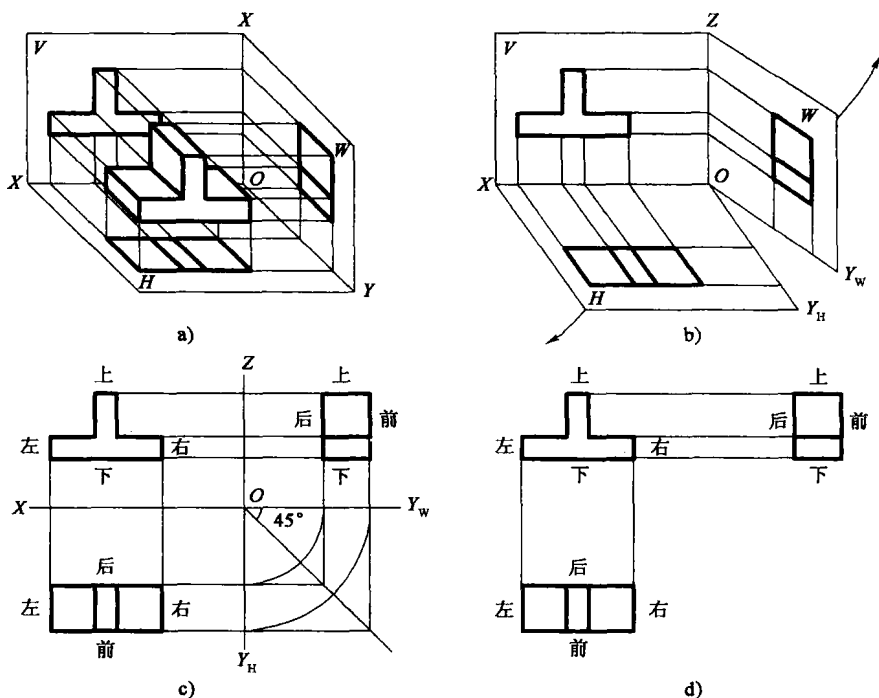


图 1-11 三面投影体系

图中的三个投影图是画在三个互相垂直的投影面上的,为了把三个投影画在一张图纸上,需要把三个投影面展开到一个平面上,见图 1-11b)。

规定: V 面不动, H 面连同水平投影绕 X 轴向下旋转 90° , W 面连同侧面投影绕 Z 轴向右旋转 90° 。这时 Y 轴被一分为二,我们把随 H 面旋转的轴标记成 Y_H 、随 W 面旋转的轴标记成 Y_W 。

展开后就得到如图 1-11c)所示的三面投影图,这种图也被称作三视图。这时的投影面边框不需要画出。投影轴有时也可以不画出来,如图 1-11d),画不画投影轴对形体各部分的相对位置而言,没有任何影响,不画投影轴的视图就是无轴投影图。无轴投影下面会经常使用,到时就不再提及。

对照三视图的直观图可以看出:

主视图(正面投影)反映物体的左右和上下关系,即长和高。

俯视图(水平投影)反映同一物体的左右和前后关系,即长和宽。

左视图(侧面投影)反映同一物体的前后和上下关系,即宽和高。

由于三个视图表达的是同一物体,所以不管是整个物体还是组成物体的各个部分都会有如下关系:

主视图与俯视图长度相等,称主视俯视长对正,简称长对正;

主视图与左视图高度相等,称主视左视高平齐,简称高平齐;