

高等学校试用教材

画法几何及建筑制图

北方交通大学 宋兆全 主编
西南交通大学 李睿谟 主审

中国铁道出版社

前 言

本书是根据全国高等学校课程教学指导委员会，一九八七年制定的《画法几何及土木建筑制图课程基本要求》的精神，从《工业与民用建筑》专业的实际需要出发，结合历年的教学经验，和吸取已有教材的优点编写的。

本书主要包括画法几何，制图基础和房屋施工图等三部分，并对计算机绘图作了简单的介绍。

在编写过程中，既注意了投影理论的系统性，又注意了投影理论与制图实践的结合。在内容方面力求删繁就简，突出基本要求，在阐述方面力求简明扼要，深入浅出，使图文紧密结合；并对较复杂的例图绘有分步图，以便阅读。

为了帮助初学者更好地建立空间概念，培养和提高空间想象能力，以加深对基本概念的理解，本书对一些难以理解的基本概念，除给出轴测图外，还附有部分体视图。

本书采用了《房屋建筑制图统一标准》GBJ1—86等有关新标准。

与本书配套使用的《画法几何及建筑制图习题集》，同时由中国铁道出版社出版。

本书可作为高等学校《工业与民用建筑》专业的试用教材，也可供《建筑学》等专业师生及有关工程技术人员参考。

本书由北方交通大学宋兆全副教授主编，西南交通大学李睿谟教授主审。参加本书编写的有北方交通大学宋兆全、马伯、郑宝芸、朱自珍、崔铸，上海铁道学院许福英，长沙铁道学院李丰莪，兰州铁道学院郑德福。

本书的部分体视图，由北京房地产管理局职工大学王希富副教授绘制。

为本书描图的有兰州铁道学院牛文华和北方交通大学王桂玲。在定稿过程中还得到北方交通大学周仙芳和郭伟节等同志的帮助，在此一并表示感谢。

编 者

一九八八年六月

内 容 简 介

本书是根据全国高等学校课程教学指导委员会，一九八七年制定的《画法几何及土木建筑制图课程基本要求》的精神，结合《工业与民用建筑》专业需要进行编写的。

全书包括画法几何、制图基础和房屋施工图等三部分。画法几何部分主要叙述投影的基础知识，点、线、平面、曲面、曲面体的投影和轴测投影、透视投影等；制图基础部分主要介绍制图基本知识，组合体及图样的绘制等；房屋施工图主要包括建筑、结构和室内给排水施工图等。最后还介绍了计算机绘图的基本知识。为帮助初学者更好地建立空间概念，书后附有适量的体视图。

本书采用1988年出版的《房屋建筑制图统一标准》(GBJ1—86)等有关新标准。

高等学校试用教材

画法几何及建筑制图

北方交通大学 宋兆全 主编

中国铁道出版社出版、发行

责任编辑 李云国 封面设计 王毓平

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787 × 1092毫米 $\frac{1}{16}$ 印张：18.75 插页：8 字数：421千

1989年11月 第1版 第1次印刷

印数：1—5,000册 定价：4.95元

ISBN7-113-00590-X/TU·139

目 录

绪 论	1
第一章 投影的基本知识	3
§ 1—1 投影的概念	3
§ 1—2 投影的分类	3
§ 1—3 平行投影的基本性质	4
§ 1—4 三面正投影图	6
第二章 点、直线和平面的投影	9
§ 2—1 点	9
§ 2—2 直 线	15
§ 2—3 平 面	22
第三章 点、直线、平面的相对位置	29
§ 3—1 两点的相对位置	29
§ 3—2 直线上的点	31
§ 3—3 两直线的相对位置	33
§ 3—4 平面内的点和直线	38
§ 3—5 直线与平面的相对位置	46
§ 3—6 两平面的相对位置	54
§ 3—7 综合性问题	63
第四章 投影变换	67
§ 4—1 概 述	67
§ 4—2 换 面 法	67
§ 4—3 旋 转 法	77
第五章 平面体	83
§ 5—1 平面体的投影	83
§ 5—2 平面体表面上的点和线	85
§ 5—3 平面体的截切	86
§ 5—4 直线与平面体相交	89
§ 5—5 两平面体相贯	90
§ 5—6 同坡屋面的交线	94
第六章 曲线与曲面	97
§ 6—1 曲 线	97
§ 6—2 曲 面	101
第七章 曲面体	119
§ 7—1 曲面体的投影	119
§ 7—2 平面与曲面体相交	116

§ 7—3	直线与曲面体相交·····	126
§ 7—4	平面体与曲面体相贯·····	130
§ 7—5	两曲面体相贯·····	132
第八章	轴测投影·····	135
§ 8—1	基本概念·····	135
§ 8—2	正等轴测投影·····	137
§ 8—3	斜轴测投影·····	141
§ 8—4	轴测图中的剖切法·····	143
第九章	制图基本知识·····	146
§ 9—1	制图基本规定·····	146
§ 9—2	绘图工具、仪器及其用法·····	157
§ 9—3	几何作图·····	162
§ 9—4	绘图方法与步骤·····	169
第十章	组合体·····	172
§ 10—1	组合体投影图的画法·····	172
§ 10—2	组合体的尺寸标注·····	175
§ 10—3	组合体投影图的阅读·····	178
第十一章	图样画法·····	184
§ 11—1	投影法及图样布置·····	184
§ 11—2	剖面图与断面图·····	185
§ 11—3	简化画法·····	190
第十二章	建筑施工图·····	194
§ 12—1	概 述·····	194
§ 12—2	施工说明和总平面图·····	197
§ 12—3	建筑平面图·····	199
§ 12—4	建筑立面图·····	205
§ 12—5	建筑剖面图·····	207
§ 12—6	建筑详图·····	210
§ 12—7	建筑施工图的绘制·····	218
第十三章	结构施工图·····	226
§ 13—1	概 述·····	226
§ 13—2	钢筋混凝土结构图·····	227
§ 13—3	基础图·····	235
§ 13—4	钢结构图·····	238
第十四章	室内给、排水工程图·····	245
§ 14—1	概 述·····	245
§ 14—2	室内给水工程图·····	245
§ 14—3	室内排水工程图·····	250
第十五章	正投影图中的阴影·····	253
§ 15—1	阴影的基本知识·····	253

§ 15—2	求阴影的基本作图方法·····	253
§ 15—3	立体的影阴·····	262
§ 15—4	建筑细部和房屋立面图上的阴影·····	265
第十六章	透视投影·····	271
§ 16—1	基本概念和点的透视·····	271
§ 16—2	直线的透视·····	273
§ 16—3	平面体的透视·····	276
§ 16—4	在透视图中的分割·····	279
§ 16—5	房屋透视图画法实例·····	282
第十七章	计算机绘图简介·····	287
§ 17—1	计算机绘图系统·····	287
§ 17—2	直线图形的绘制原理·····	288
§ 17—3	绘图程序的设计·····	290
附录	体视图·····	插页
封三	附立体图眼镜	

绪 论

一、本课程的地位、性质、任务

在建筑工程中,任何建筑物及其构件的形状、大小和做法,都不是用语言或文字所能表达清楚的,必须按照国家标准的规定画出它们的图样,作为施工的依据。另外,在工程界,图样也是用来表达设计构思,进行技术交流的重要工具。因此,工程图样被喻为“工程界的语言”,是工程技术部门的一项重要技术文件。

本课程是土建等专业的一门必修的技术基础课。它主要研究绘制和阅读工程图样,以及解决空间几何问题的理论和方法,并通过一定数量的绘图作业实践,为培养学生的制图技能和空间想象能力打下必要的基础。同时,它又是学生学习后续课程和完成课程设计及毕业设计不可缺少的基础。

本课程的主要任务

1. 学习投影法(主要是正投影法)的基本理论及其应用;
2. 培养绘制和阅读房屋建筑图样的基本能力;
3. 培养空间几何问题的图解能力;
4. 培养空间想象能力和空间分析能力;
5. 使学生对计算机绘图有初步的了解;
6. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

本课程分为画法几何和制图两部分。它们既有各自的特点,又有着紧密的联系。

画法几何是制图的理论基础。系统性强,逻辑严密,学习时应注意下列问题:

1. 建立空间概念,养成空间思维习惯。

对几何元素及其相对位置的投影规律和投影特性,都要从它们的空间概念去理解和记忆,切忌死背条文。在解题时,也必须首先进行空间分析,拟定解题步骤,然后再按其投影规律进行作图。初学时,可参考书中所给出的立体图,或自制一些简易的示意模型,帮助理解“从空间到投影”的转化过程。

2. 从点、线、平面开始,一环扣一环地逐步深入。

画法几何是从点、直线、平面开始的,如果对前面的概念理解不透,作图方法掌握不熟练,后面将会感到越学越困难。因此,在学习时,必须采用“步步为营、稳扎稳打”的学习方法。

3. 多作练习、认真作图

画法几何的问题,一般都通过作图来解决,因此,在做作业时都必须作图准确,否则会給解题带来困难,乃至误入歧途。为了正确掌握所学的投影理论和作图方法,必须多做练习。

制图主要运用投影理论,按照国家标准的规定,完成一系列绘图作业,其实践性较强。在学习时,应注意以下问题:

1. 养成一丝不苟的认真作风

工程图样是施工的主要依据,如有一字一线的差错,就可能给施工带来严重后果。因此,从初学制图开始,就应该养成一丝不苟的工作作风。在制图时,不但要作图正确,而且要严格遵守国家有关的标准。图面应清晰、美观,图上的一字一线都不得马虎从事。

2. 必须熟练地掌握各种绘图工具的使用方法

要逐步提高绘图速度,达到又好又快的绘图要求,除了掌握投影理论,熟悉国家有关的标准外,必须熟练地掌握各种绘图工具及其相互配合使用的方法。在绘图前,应先根据图样的特点,参照示例,拟定作图步骤,然后逐步完成。

3. 培养读图能力

由于图样所示的对象不同,其阅读方法和步骤也有所不同。在读图时,应首先按书中所介绍的读图方法和步骤进行阅读,从而想象出图示对象的空间情况;然后再反过来对照检查所想象的空间情况与其图样是否相符。这样反复进行,直至彻底读懂为止。

第一章 投影的基本知识

§ 1—1 投影的概念

影子，是日常生活中常见的一种自然现象。如图1—1(a)所示，在电灯与桌面之间放置一块三角板，在灯光的照射下，桌面上就呈现出该三角板的影子。三角板影子的轮廓，可以看作是通过三角板轮廓的光线与桌面相交的结果。

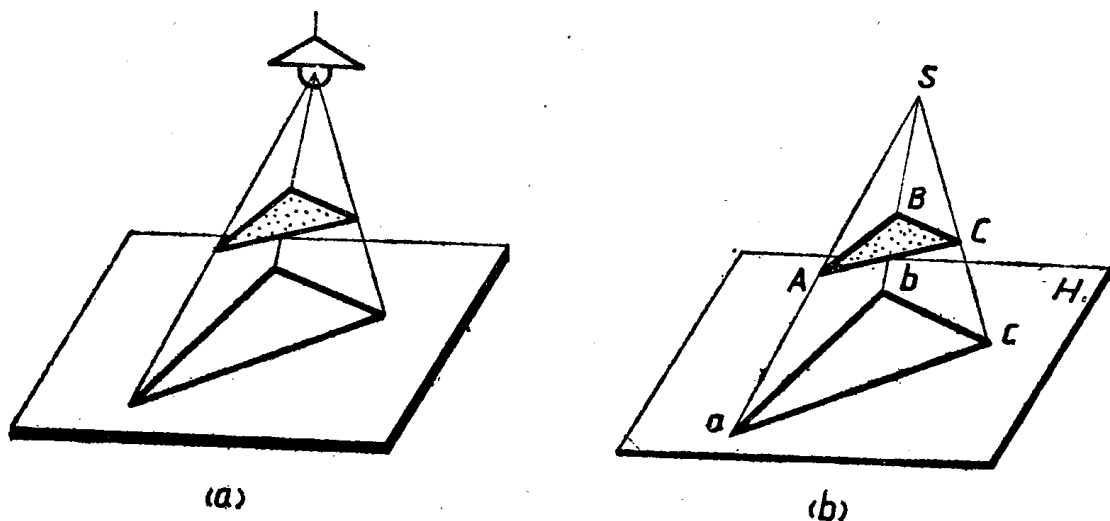


图 1—1 投影

画法几何中的投影概念，也可看成是这种自然现象抽象出来的。如图1—1(b)所示，相当于电灯的点 S ，称为投影中心；相当于桌面的平面 H ，称为投影面；光线 SA 、 SB 、 SC 等，称为投射射线。投射射线 SA 、 SB 、 SC 与投影面 H 的交点 a 、 b 、 c ，称为空间点 A 、 B 、 C 在该投影面的投影。显然 H 面上的 $\triangle abc$ ，即为空间 $\triangle ABC$ 在 H 面上的投影。

这种使空间几何元素或物体在投影面产生投影的方法，称为投影法。

§ 1—2 投影的分类

按照投影中心距离投影面的远近，投影可分中心投影和平行投影两类。

一、中心投影

当投影中心 S 距离投影面 H 为有限远时，所有投射射线，都在有限远处相交于一点 S ，如图1—2所示。用这样一组在有限远处相交于一点的投射射线，将物体投射到投影面上所得到的投影，称为中心投影。这种投影的方法，称为中心投影法。

将图1—2中的矩形 $ABCD$ 与其中心投影 $abcd$ 作比较，即可看出：原来平行且相等的

两边 AD 和 BC ，其中心投影 ad 和 bc 既不平行也不相等，且都不反映实长。显然用中心投影法得到的物体投影，不能反映物体表面的真实形状。因此，工程上所用的图样，一般不用中心投影法绘制。但由于中心投影法绘制的图样直观性较强，所以常用于绘制建筑物透视图。

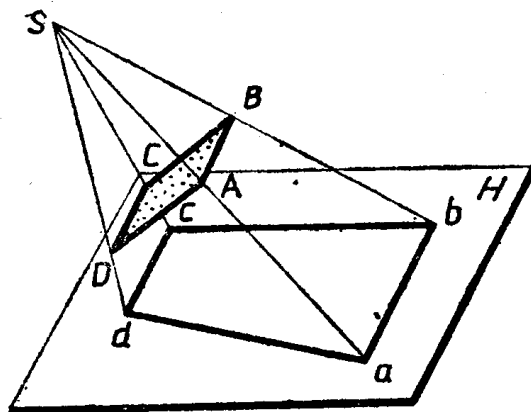
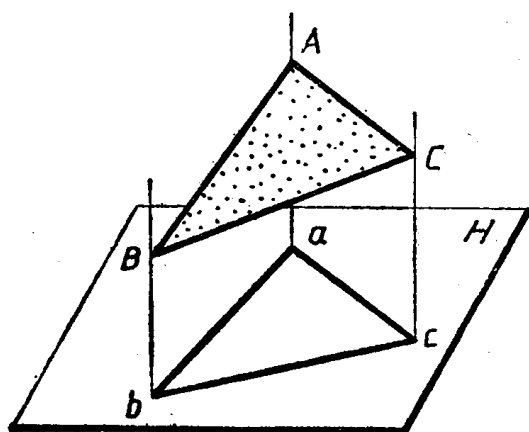


图 1—2 中心投影

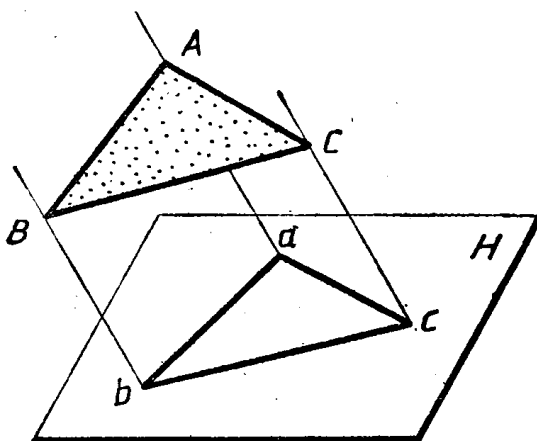
二、平行投影

当投影中心距离投影面为无限远时，则所有的投射射线都相互平行。用这样一组互相平行的投射射线，将物体投射到投影面上所得到的投影，称为平行投影。这种投影方法，称为平行投影法。

根据投射射线与投影面垂直与否，平行投影又分为正投影和斜投影，如图 1—3 所示。



正投影



斜投影

图 1—3 平行投影

(一) 正投影

当互相平行的投射射线垂直于投影面时，所得到的投影称为正投影。这种投影方法，称为正投影法。

(二) 斜投影

当互相平行的投射射线与投影面倾斜时，所得到的投影，称为斜投影。这种投影方法，称为斜投影法。

§ 1—3 平行投影的基本性质

由初等几何可知，平行投影具有下列性质。

一、平行性

空间互相平行的直线，其投影仍互相平行。如图 1—4(a)所示， $AB \parallel CD$ ，则投影 $ab \parallel cd$ 。

二、定比性

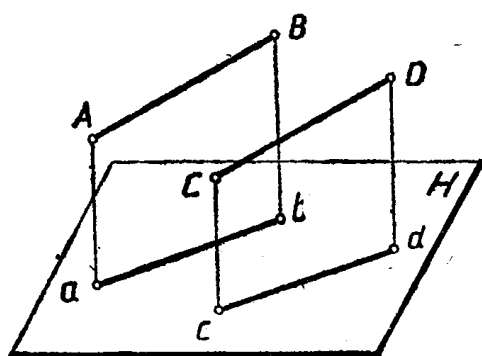
空间直线上的一点把直线分为两段,如果直线不与投射线平行,则两段的实际长度之比等于这两段所投影长度之比。如图1—4(b)所示, C 为直线 AB 上的一点,则 $AC:CB = ac:cb$ 。

三、可量性

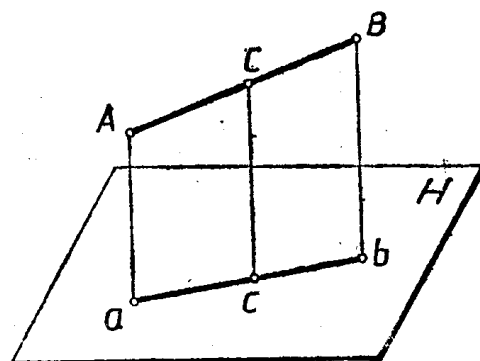
如果空间线段和平面图形与投影面平行,它们在该投影面上的投影反映线段的实长和平面图形的实形。如图1—4(c)所示,线段 AB 和 $\triangle CDE$ 平行于 H ,则它们在 H 上的投影 $ab = AB$, $\triangle cde = \triangle CDE$ 。

四、积聚性

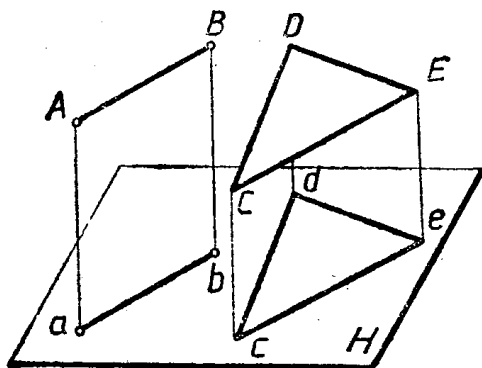
如果空间直线和平面与投射线平行,则直线的投影积聚为一点,平面的投影积聚为一直线。如图1—4(d)所示, AB 和 $\triangle CDE$ 都与投射线平行,则 AB 的投影 $a(b)$ 积聚为一点, $\triangle CDE$ 的投影 cde 积聚为直线。



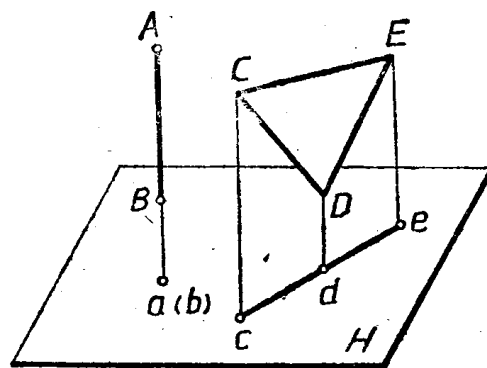
(a) 平行性



(b) 定比性



(c) 可量性



(d) 积聚性

图1—4 平行投影的性质

从上述的分析可以看出,中心投影和平行投影的形成不同,其投影性质也不同,切不可把两者混为一谈。

由于平行投影（特别是正投影）法作图比较方便，而且其投影便于度量，所以在绘制工程图样时应用最广。

§ 1—4 三面正投影图

如果使用图1—5(a)所示物体(I)的底面平行于水平投影面 H ，则底面在 H 面上的正投影反映实形。而与 H 垂直的棱线和棱面，在 H 面上的正投影都有积聚性，反映不出它们的高度关系。可见，仅凭这一个正投影，如图1—5(b)所示，尚不能确切、完整地表达出该物体的形状。如图1—5(a)所示，物体(II)、(III)等在 H 面上的正投影，与物体(I)在 H 面上的正投影完全相同。

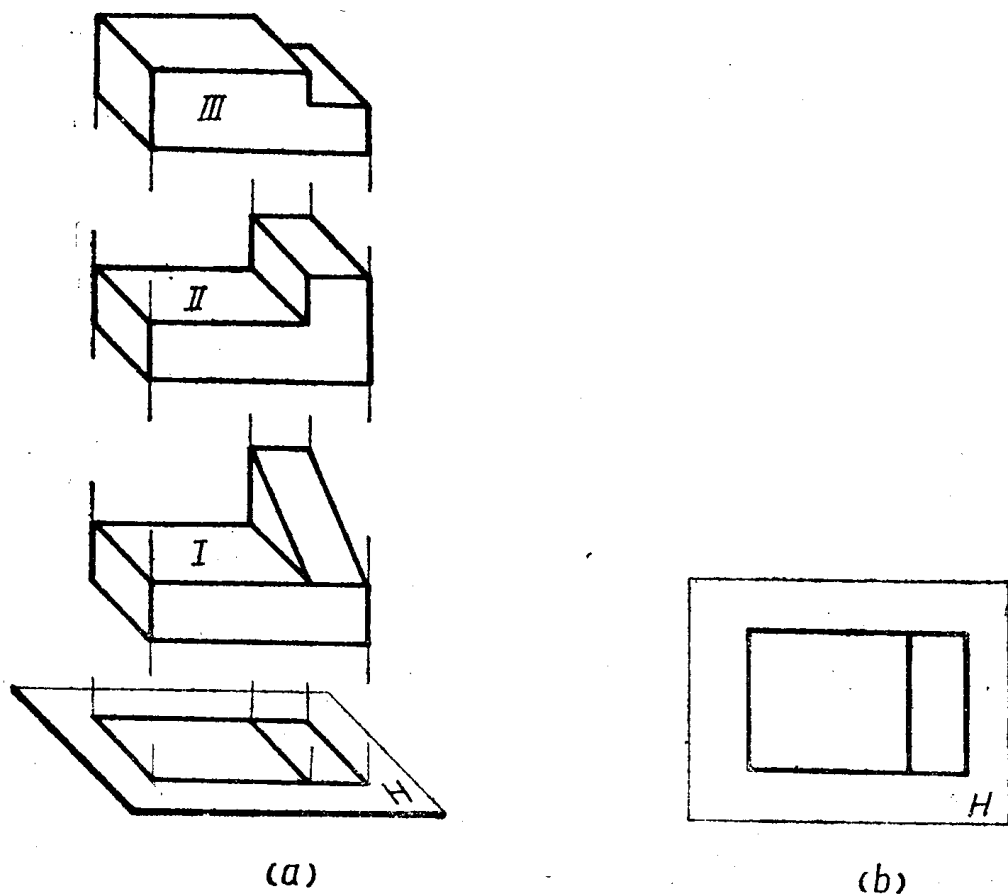


图 1—5 物体正投影

因此，在用正投影表达物体的形状和解决空间几何问题时，通常需要两个或两个以上的投影。

一、三面投影图的形成

如图1—6(a)所示，设立三个互相垂直的投影面 H 、 V 、 W （使 H 面处于水平位置、 V 面正对观察者）。将物体置于这三个投影面之间，并使物体的主要表面平行于投影面，用正投影法将物体分别向三个投影面进行投影（物体在 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,称为侧投影)。然后,使 V 面保持不动,把 H 面和 W 面分别绕其与 V 面的交线向下和向右旋转 90° ,使与 V 面重合(图1—6b)。这种三个投影面重合后的图样,称为三面投影图(或简称投影图)。用这样一组投影,即可确切、完整地表达出该物体的形状。因投影面的边框和投影面的交线,与表达物体的形状无关,故不予画出(图1—6c)。

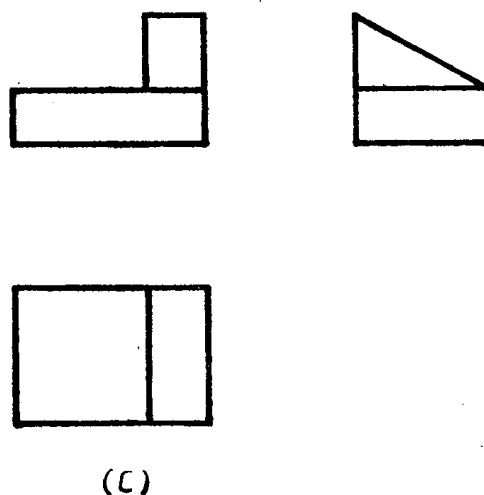
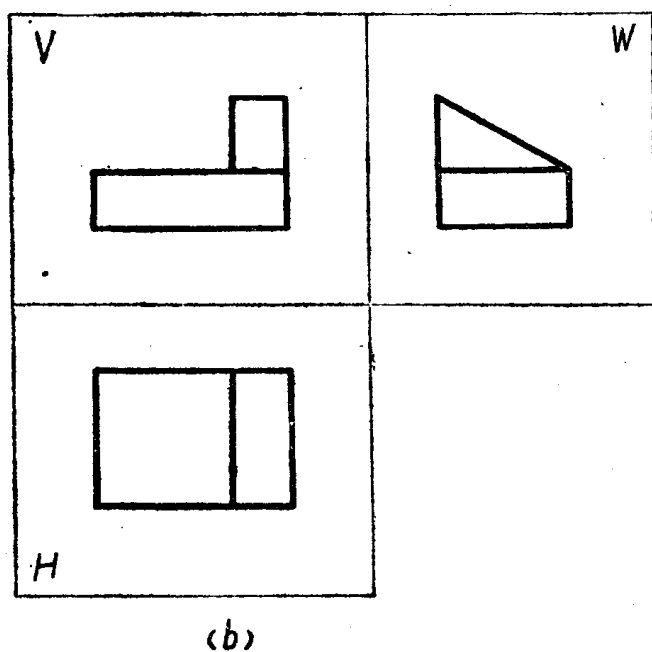
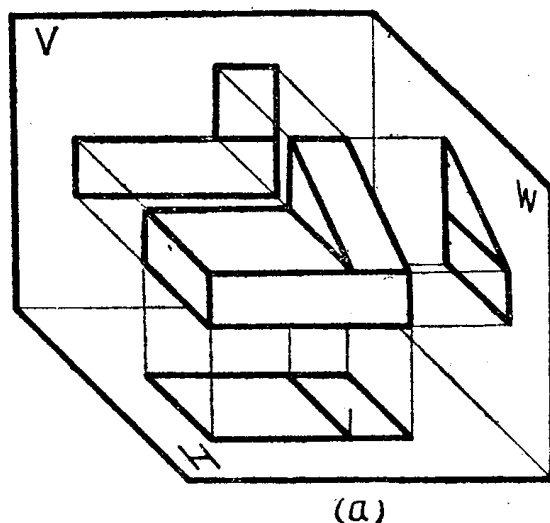


图1—6 三面投影图的形成

二、三面投影图的基本关系

(一) 如果把物体沿左右方向的大小作为长度,沿前后方向的大小作为宽度,沿上下方向的大小作为高度,那么从三面投影图的形成,可得出如图1—7所示的投影关系。水平投影反映物体的长度和宽度;正面投影反映物体的长度和高度;侧面投影反映物体的宽度和高度。水平投影位于正面投影的正下方,且其长度相等;侧面投影位于正面投影的正右方,且其高度相等;水平投影与侧面投影的宽度相等。这种关系称为三面投影图的投影关系。

(二) 三面投影图与物体的上、下、左、右、前、后，有着图 1—8 所示的对应关系。从水平投影可以识别物体的左、右和前、后；从正面投影可以识别物体的左、右和上、下；从侧面投影可以识别物体的上、下和前、后。

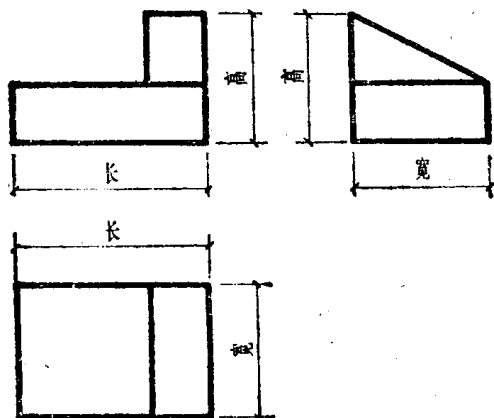


图 1—7 三面投影图的投影关系

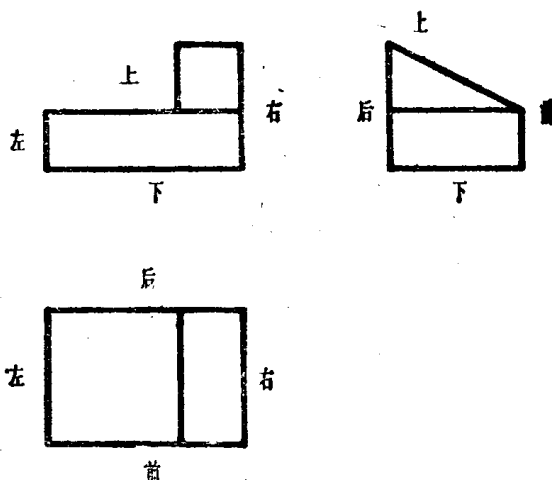


图 1—8 三面投影图与六个方向的对应关系

因为多面正投影图有作图方便和易于度量的优点，所以它是工程中最应用最广的一种图示方法，也是本课程研究的重点。

为能正确地绘制和阅读多面正投影图 and 用正投影法解决空间几何问题，以下将从点、直线、平面着手，介绍正投影（以下简称投影）的作图方法，并研究其投影特性。

为了说明问题方便起见，规定空间的点、直线、平面等用大写字母（如 A 、 BC 、 P 等）表示；它们的水平投影用相应的小写字母（如 a 、 bc 、 p 等）表示；正面投影用相应的小写字母加一撇（如 a' 、 $b'c'$ 、 p' 等）表示；侧面投影用相应的小写字母加两撇（如 a'' 、 $b''c''$ 、 p'' 等）表示。直线和平面与 H 、 V 、 W 面的倾角，分别用 α 、 β 、 γ 表示。

第二章 点、直线和平面的投影

§ 2—1 点

如图 2—1 所示, 已知空间一点 A 和投影面 H , 过点 A 向投影面 H 作垂线, 该垂线与 H 面的交点 a , 即为点 A 在 H 面上的投影。因为过点 A 所作 H 面的垂线, 与 H 面只有一个交点, 所以点 A 在 H 面上的投影是唯一的。但是, 只知点 A 的一个投影 a , 则不能确定点的空间位置, 因为投影 a 可以是铅垂线 Aa 上任一点的投影。

一、点的两面投影

(一) 两投影面体系

为了确定点的空间位置, 设立两个互相垂直的投影面 H 和 V , 如图 2—2 所示。投影面 H 处于水平位置, 称为水平投影面, 投影面 V 正对观察者, 称为正立投影面。 H 面和 V 面的交线称为投影轴, 用 OX 表示。

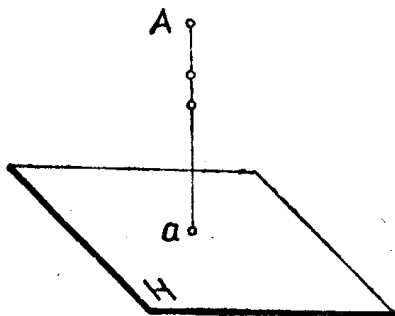


图 2—1 点的单面投影

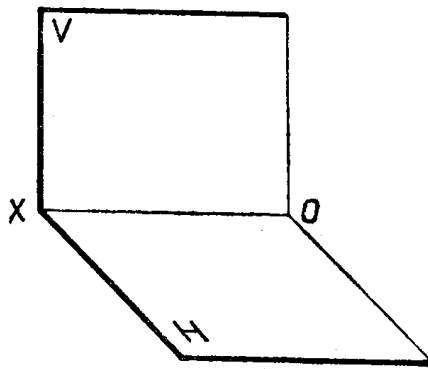


图 2—2 两投影面体系

(二) 点的两面投影

如图 2—3(a) 所示, 在两投影面体系的空间内有一点 A , 由点 A 分别向 H 面和 V 面作垂线, 其垂足 a 和 a' 即为点 A 的两个投影。点 A 在 H 面上的投影 a , 称为点 A 的水平投影; 点 A 在 V 面上的投影 a' , 称为点 A 的正面投影。假想把空间点 A 移去, 再过 a 和 a' 分别作 H 面和 V 面的垂线, 其交点就是点 A 的空间位置。由此可见, 用点的两个投影即可确切地确定该点的空间位置。

使 V 面保持不动, 将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° , 与 V 面重合, 即得点的两面投影图, 如图 2—3(b)、(c) 所示。

从图 2—3(a) 点的投影过程可知, Aa 和 Aa' 所决定的平面, 既垂直于 H 面, 又垂直于 V 面。所以, 它与 H 面的交线 aa_x 、与 V 面的交线 $a'a_x$ 和 OX 轴同交于 a_x 且互相垂直, 即 Aaa_xa' 为一矩形, 因此, 点的两面投影具有下列投影规律:

1. 点的水平投影和正面投影的连线垂直于 OX 轴, 即 $aa' \perp OX$ 。

2. 点的水平投影到 OX 轴的距离, 反映点到 V 面的距离, 即 $aa_x = Aa'$ 。
3. 点的正面投影到 OX 轴的距离, 反映点到 H 面的距离, 即 $a'a_x = Aa$ 。

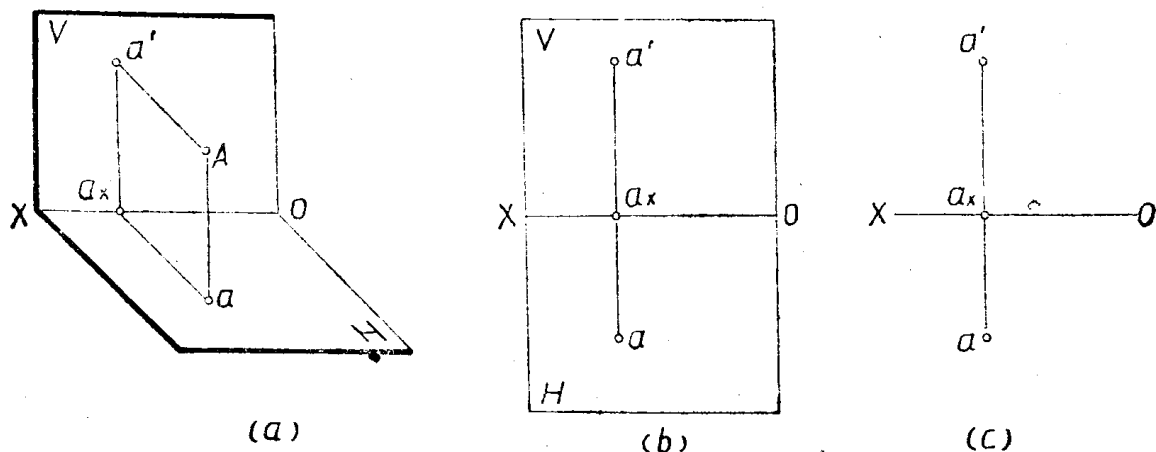


图 2-3 点的两面投影

因为在某一投影面内的点, 到该投影面的距离为零, 所以它在该投影面上的投影与其本身重合, 另一投影位于 OX 轴上。如图 2-4 中的点 A 和 B , 分别为 H 和 V 面内的点, a 与 A 重合, b' 与 B 重合, a' 和 b 位于 OX 轴上。

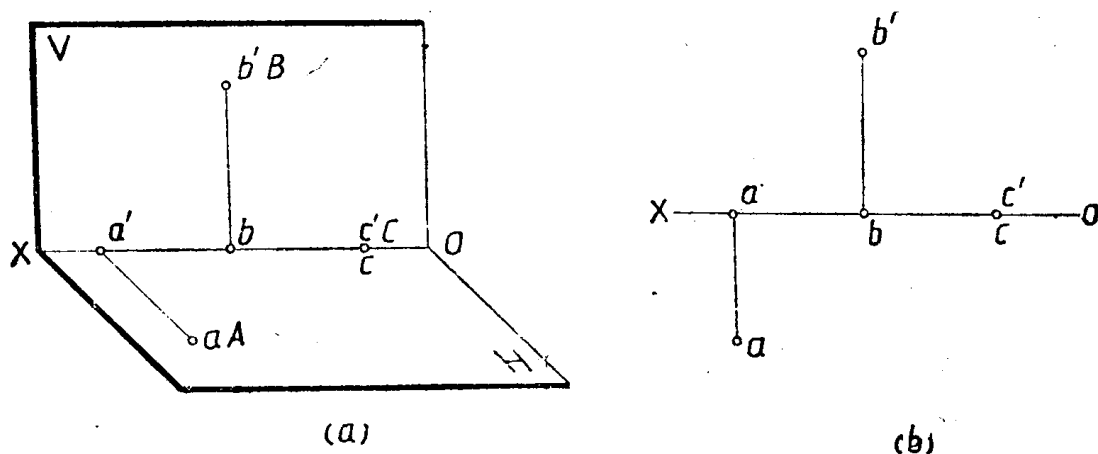


图 2-4 投影面和投影轴上的点

在 OX 轴上的点, 到 H 、 V 面的距离均为零, 所以它的两个投影都与其本身重合于 OX 轴上, 如图 2-4 中的点 C 。

(三) 点在四个分角内的投影

如果把 H 面向后延伸, 把 V 面向下延伸, 则 H 面和 V 面把空间分为四个部分, 称为四个分角, 如图 2-5(a) 所示。 H 面之上、 V 面之前, 为第一分角; V 面之后、 H 面之上和下, 分别为第二、三分角; H 面之下、 V 面之前, 为第四分角。在第一分角内的点 A , 其水平投影 a 在 H 面的前半部, 正面投影 a' 在 V 面的上半部; 而在第二分角的点 B , 其水平投影 b 在 H 面的后半部, 正面投影在 V 面的上半部; 在第三分角的点 C , 其水平投影 c 在 H 面的后半部, 正面投影 c' 在 V 面的下半部; 在第四分角的点 D , 其水平投影 d 在 H 面的前半部, 正面投影 d' 在 V 面的下半部。

当 H 面的前半部绕 OX 轴向下旋转与 V 面重合时, 则 H 面的后半部与 V 面的上半部重

合,如图 2—5(b)所示。

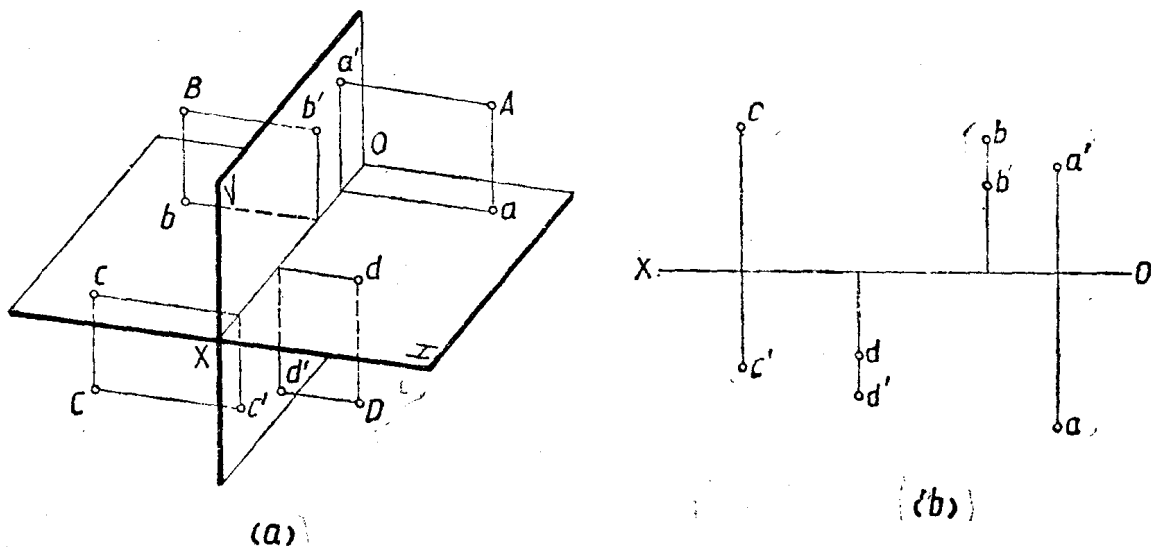


图 2—5 点在四个分角内的投影

因此,点 A 的水平投影 a 和正面投影 a' , 分别位于 OX 轴的下方和上方; 而点 B 的水平投影 b 和正面投影 b' , 都位于 OX 轴的上方; 点 C 的水平投影 c 和正面投影 c' , 分别位于 OX 轴的上方和下方; 点 D 的水平投影 d 和正面投影 d' , 都位于 OX 轴的下方。

根据上述点的两面投影与 OX 轴的相对位置, 即可判定点所在的分角。如果同一点的两个投影在 OX 轴的上方或下方重合, 这说明该点距 H 面和 V 面的距离相等, 且位于第二或第四分角。

二、点的三面投影

(一) 三投影面体系

在两投影面 H 、 V 的基础上, 再加一个投影面 W , 使之同时垂直于 H 和 V 面, 如图 2—6 所示。该投影面称为侧立投影面。 W 面与 H 面和 V 面的交线, 亦称投影轴, 分别以 OY 、 OZ 表示。 OX 、 OY 和 OZ 的交点 O 称为原点。

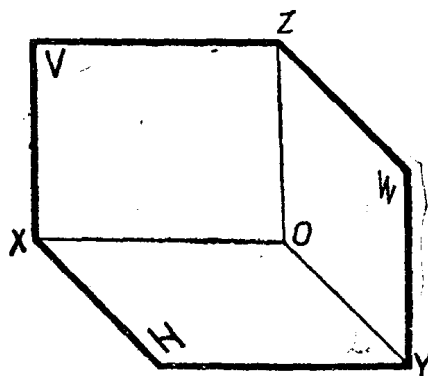


图 2—6 三投影面体系

(二) 点的三面投影

如图 2—7(a) 所示, 在三投影面体系的空间内有一点 A , 它在 H 面和 V 面上的投影分别为 a 和 a' ; 自点 A 向 W 面作垂线, 其垂足 a'' 即为点在 W 面上的投影。该投影称为点 A 的侧面投影。然后, 使 V 面保持不动, 将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° 、将 W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° 与 V 面重合 (随 H 面旋转的 OY 轴用 OY_H 表示, 随 W 面旋转的 OY 轴用 OY_W 表示), 并去掉投影面的边框, 即得点 A 的三面投影图, 如图 2—7(b)、(c) 所示。

和分析点的两面投影的投影规律一样, 可从图 2—7 分析出点的侧面投影与水平、正面投影之间的投影规律。

1. 点的正面投影与侧面投影的连线垂直于 OZ 轴, 即 $a'a'' \perp OZ$ 。