

工科、应用理科类专业用

工程制图

机械电子部属院校《工程制图》教材编写组

主 编 李爱华 沈润斋
副主编 钱伟鑫 胡月玲

武汉测绘科技大学出版社

工 程 制 图

(工科、应用理科类)

机械电子部属院校《工程制图》教材编写组

主 编 李爱华 沈润斋

副主编 钱伟鑫 胡月玲

主 审 左宗仰 卿 钧

武汉测绘科技大学出版社

内 容 提 要

本书根据1987年3月国家教委批准印发的高等工业学校《工程制图基础课程教学基本要求》的精神,参考高等工业学校1980年《画法几何及工程制图教学大纲》(草案),总结多年来教学改革的经验编写而成。书中涉及的标准采用国家发布的新标准。

全书共计十一章,它包括:正投影法基础,组合体,组合体读图,机件形状表达方法、轴测图,装配图和零件图,读装配图和拆画零件图,构型设计基础,展开图,计算机绘图简介和制图基本知识,还有中、英、德词汇对照表和附录等。

与本书配套使用的习题同时出版,它适用于高等工业学校工科和应用理科类50~80学时各专业,也可供职工大学,函授大学、电视大学以及其它类型学校有关专业的师生使用,还可以供有关工程技术人员参考。

工 程 制 图

机械电子部属院校《工程制图》教材编写组

主 编:李爱华 沈润斋

副主编:钱伟鑫 胡月玲

主 审:左宗仰 卿 钧

责任编辑:季 文

武汉测绘科技大学出版社发行出版

武汉测绘科技大学出版社印刷厂印刷

787×1092 16开 18.5印张 462千字

1990年3月第1版 1991年9月第2次印刷

印数 10001—13000册 定价:6.45元

ISBN 7-81030-061-X/T·15

前 言

本书根据1987年3月国家教委批准印发的高等工业学校《工程制图基础课程教学基本要求》的精神,参考高等工业学校1980年《画法几何及工程制图教学大纲》(草案),总结多年来教学改革的经验编写而成。

在编写过程中,按照“读图为主,精选内容,培养能力,利于教学”的要求处理本书的内容,系统、文字叙述和插图等问题。其特点如下:

1、《工程制图》教材与《工程制图习题》配套使用,它适用于高等工业学校工科和应用理科类50~80学时各专业,也可供职工大学、函授大学、电视大学以及其它类型学校有关专业的师生使用,还可以作为广大工程技术人员参考。

2、全书共计十一章。书中:正投影法基础是从体出发分析点、线、面的投影,再回到体;组合体和组合体读图充分运用点、线、面正投影的基本原理和方法进行分析;即形体分析、面形分析和线面分析;机件形状表达方法符合国家标准《机械制图》的规定;轴测图重点阐述正等轴测图的画法;零件图和装配图紧密结合,在装配的内容中阐明装配图的表达方法、装配结构、技术要求等;读装配图和拆画零件图的章节中着重介绍分离零件和拆画零件图的方法以及零件图的表达方法等;新编的构形设计基础,目的在于提高空间想象力和空间构思能力;制图的基本知识安排在教材最后一章,它是读图和制图的一般常识;附录采用最新国家标准;中、英、德词汇对照表为了方便读者查阅英、德外文书刊。

3、随着科学技术的迅速发展,工程图学的前沿是计算机图形学(Computer Graphics),原用的手工绘图将被“CG”逐渐取代,基于这种情况,该教材的编写是以“读图为主和培养能力”为主导思想,因此组合体读图和读装配图单独设章,还新编了构形设计基础一章。

4、为实现教学上的灵活性和适用性,教材学时的跨度较大,如果讲课学时取低限时,从第一章到第七章能够满足教学基本要求;若讲课学时取高限时,则将教材内容讲完;或者超出80学时的讲课,也可以使用该教材,那就在学习构型设计的基础上扩充部件和零件的构型设计,从而进一步提高和发挥学生的空间想象力、空间构思能力,为今后的产品设计打下基础。

5、教材吸收了兄弟院校多年来教学改革的宝贵经验,从立体出发分析点、线、面的投影,再复位到立体,这是符合由具体到抽象,再由抽象到具体的认识事物的客观规律。

本书由武汉工学院李爱华、上海机械学院沈润斋、武汉工学院钱伟鑫和湖北工学院胡月玲主编。参加编写的有合肥工业大学方曼莉、王永智,安徽工学院左象贤、方沛伦、徐梅芬,湖北工学院胡月玲,上海机械学院沈润斋、王代英,太原重型机械学院王清洲,武汉工学院李爱华、张四明、杨启美、钱伟鑫,北京机械工业管理学院赵月芳等。

武汉工学院陈宗红、宋青、高先俐、任谊峰、韩占先、杨治荣、乔森葆和武汉测绘科技大学赵国传、高光珍在画图、修饰图样,校对等方面做了许多工作;封面由张权等设计,对此表示衷心的感谢。

本书由湖南大学左宗仰、卿钧主审。参加审查的有洛阳工学院王兆琪,内蒙工学院李吕才,华东工学院李芳洁,唐山工程技术学院顾佩兰。他们在初审和复审中提出了许多宝贵意见,谨此致谢。

限于编者的水平和经验,书中难免还存在许多缺点和错误,恳请使用本书的教师和读者批评指正。

编者

1989年12月于武汉

目 录

前言

绪论

1 正投影法基础	(1)
1.1 投影方法概述	(1)
1.2 三视图的形成及其投影规律	(3)
1.3 平面立体的投影分析	(6)
1.4 回转体的投影分析	(21)
2 组 合 体	(26)
2.1 组合体的形式	(26)
2.2 组合体视图的画法	(28)
2.3 截交线的画法	(31)
2.4 相贯线的画法	(39)
2.5 组合体的尺寸注法	(48)
3 组合体的读图	(55)
3.1 读图时应注意的问题	(55)
3.2 读组合体视图的方法	(57)
3.3 读组合体视图的步骤	(70)
3.4 读图实例分析	(71)
4 机件形状表达方法	(77)
4.1 视图	(77)
4.2 剖视图	(81)
4.3 剖面图	(98)
4.4 局部放大图	(101)
4.5 简化画法	(102)
4.6 第三角投影简介	(108)
5 轴 测 图	(112)
5.1 概述	(112)
5.2 正等测轴测图的画法	(113)
5.3 立体图的简便画法	(128)
6 装配图与零件图	(129)
6.1 装配图与零件图的作用	(129)
6.2 装配图与零件图的内容	(129)

6.3	零件的分类	(132)
6.4	公差与配合和形位公差	(155)
6.5	表面粗糙度、镀涂和热处理的代(符)号及其标注	(163)
6.6	装配结构的合理性	(170)
6.7	装配图的表达方法和尺寸注法	(171)
6.8	由零件图画装配图	(173)
7	装配图的读图	(175)
7.1	读装配图的方法	(175)
7.2	读齿轮油泵装配图	(177)
7.3	由装配图拆画零件图	(180)
8	构型设计基础	(184)
8.1	平面几何图形设计	(184)
8.2	空间几何模型设计	(188)
8.3	零、部件构型设计	(200)
9	展开图	(207)
9.1	概述	(207)
9.2	可展曲面的表面展开	(210)
9.3	不可展曲面的近似展开	(214)
10	计算机绘图简介	(219)
10.1	计算机绘图系统	(219)
10.2	计算机绘图的基本概念	(220)
10.3	绘图程序的编制	(223)
11	制图的基本知识	(228)
11.1	制图基本规格	(228)
11.2	绘图工具和仪器的使用方法	(241)
11.3	几何作图	(245)
11.4	平面图形的尺寸注法和线段分析	(248)
	★工程制图常用词汇汉、英、德对照表	(251)
	附录	
	一、螺纹	附 1
	二、常用的标准件	附 4
	三、常用的金属材料与非金属材料	附21
	四、常用的热处理和表面处理名词解释	附24
	五、公差与配合	附25
	六、常用的机械加工一般规范和零件结构要素	附27

正投影法基础



1. 1 投影方法概述

1.1.1 投影法的基本概念

人、物、牲畜在阳光或灯光的照射下，地面或墙壁上呈现出它们的影像，我们应用到工程制图中，可抽象为投影现象。

为了便于研究问题，我们设想把光源称为投影中心，光线称为投影线，地面或墙壁称为投影面，在投影面上所得到的影像称为投影，如图 1-1。

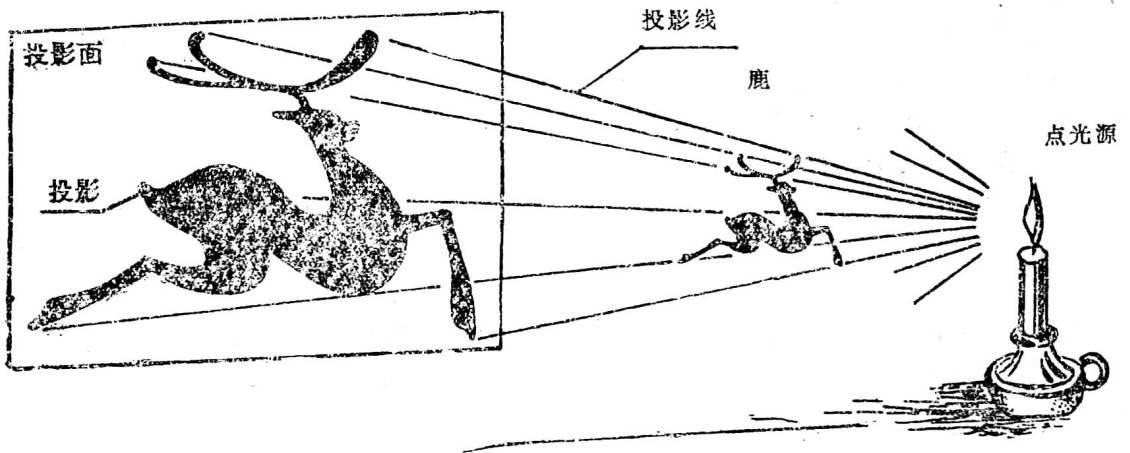


图1-1 中心投影原理

图 1-2 中 S ——投影中心（或光源）

P ——投影面（地面或墙壁）

$\triangle ABC$ ——物体

$\triangle abc$ ——投影

SAa （或 SBb 或 SCc ）——投影线。

投影线都经过投影中心，这种投影法称为中心投影法。

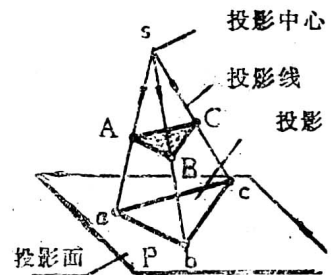
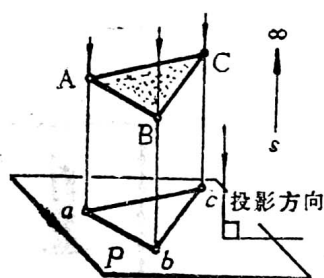
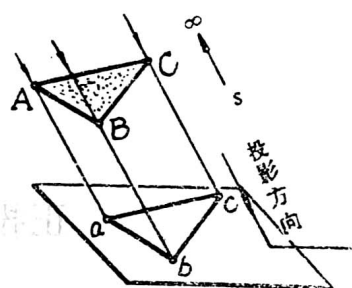


图1-2 中心投影法



(a) 正投影法



(b) 斜投影法

图1-3 平行投影法

当投影中心移至无限远处时，投影线互相平行，这种投影法称为平行投影法，如图 1-3 (a) 和 (b) 所示。

平行投影法分为两种。一种是投影线互相平行且不垂直于投影面称为斜投影法如图 1-3 (b)；另一种是投影线彼此互相平行而且垂直于投影面称为正投影法，如图 1-3 (a)。

由图 1-2 所知是用中心投影法绘制的三角板投影图，如果我们移动 ABC 三角板到投影面的距离其投影大小就会发生变化。

从图 1-3 (a) 得知是用正投影法绘制的三角板投影图，若将 ABC 三角板沿着投影方向移动，则三角板的投影大小不会发生变化，即： $\triangle abc \cong \triangle ABC$ 。

我们感兴趣的正是能真实地反映物体形状和大小的正投影图。

正投影法它是由法国几何学家蒙若 (G. Monge) 于 1795 年首先提出并加以科学论证的，因此也称为蒙若法。它广泛地应用于工程设计中。

1.1.2 正投影的基本特性

在研究应用正投影法表示物体的形状时，我们首先了解构成物体的平面和直线的投影基本特性。

1.1.2.1 不变性

如图 1-4 (a) 所示，当平面 ABC 平行投影面 P 时，则其投影反映真实形状，即 $\triangle abc \cong \triangle ABC$ 。图 1-4 (b) 表示的直线的投影，直线 DE 平行于 P 投影面，则其投影反映真实长度，即 $de = DE$ 。

1.1.2.2 类似性

如图 1-5 (a) 所示当平面 ABC 倾斜于投影面时，其投影为空间平面 ABC 的类似形，即 $\triangle abc \sim \triangle ABC$ 。

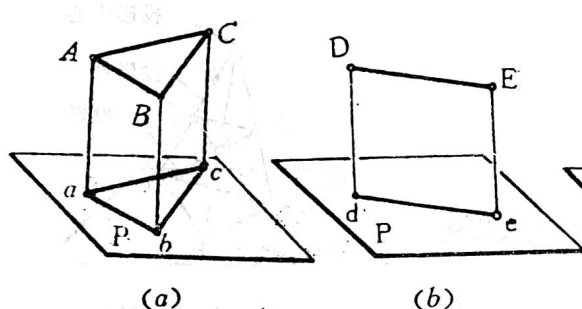


图1-4 正投影特性 不变性

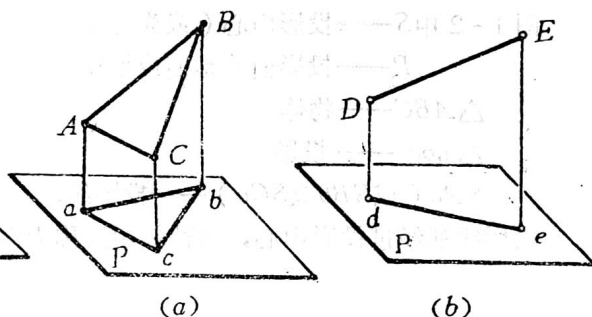


图1-5 正投影特性 类似性

当直线 DE 倾斜于投影面时, 其投影的长度小于其实长, 如图 1-5 (b) 所示, 即 $de < DE$ 。

1.1.2.3 积聚性

当平面 ABC 垂直于投影面时, 其投影积聚成一条直线 abc , 如图 1-6 (a) 所示; 当直线 DE 垂直于投影面时, 其投影为一点 $d(e)$, 如图 1-6 (b) 所示。

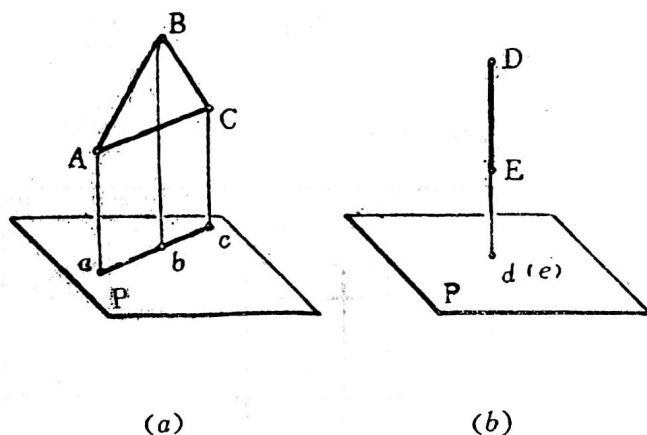


图 1-6 正投影特性 积聚性

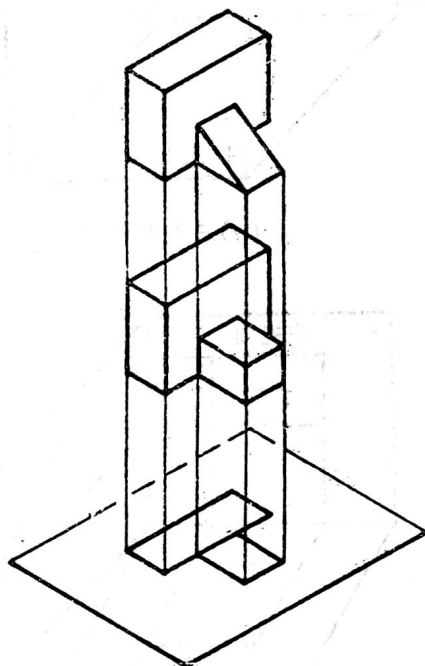


图 1-7

1.2 三视图的形成及其投影规律

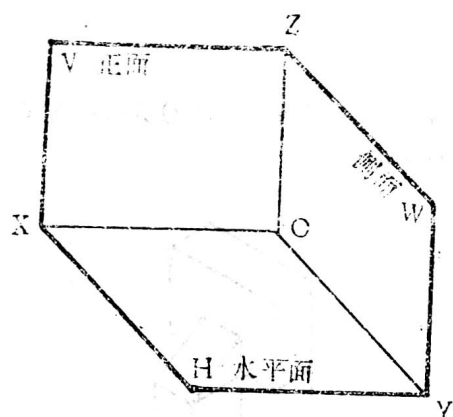
1.2.1 三视图的形成

在用正投影法表示物体时, 有时只有两个视图还不能确定物体形状, 如图 1-7 所示, 需要三个视图或者更多的视图才能将物体的形状表示清楚, 这里重点介绍三视图。

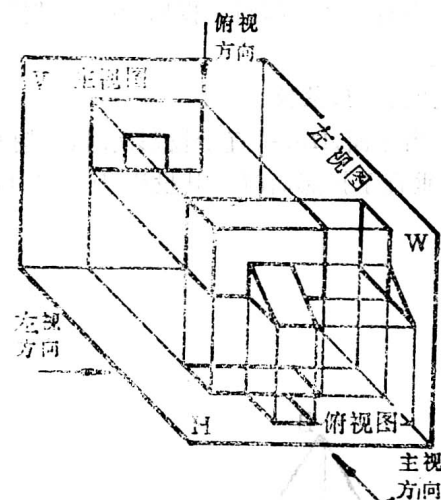
在图 1-8 (a) 中表示三个互相垂直的投影面, 这三个投影面分别称为**正面投影面** (简称正面, 用 V 表示)、**水平投影面** (简称水平面, 用 H 表示) 和 **侧面投影面** (简称侧面, 用 W 表示)。物体在三个投影面上的投影分别称为**正面投影**、**水平面投影**和**侧面投影**。

在《机械制图》国家标准中规定: 机件 (物体) 向投影面投影所得的图形称为**视图**。由物体的前面向后投影所得的视图称为**主视图** (正面投影); 由物体的上面向下投影所得的视图称为**俯视图** (水平投影); 由物体的左面向右投影所得的视图称为**左视图** (侧面投影), 如图 1-8 (b) 所示。

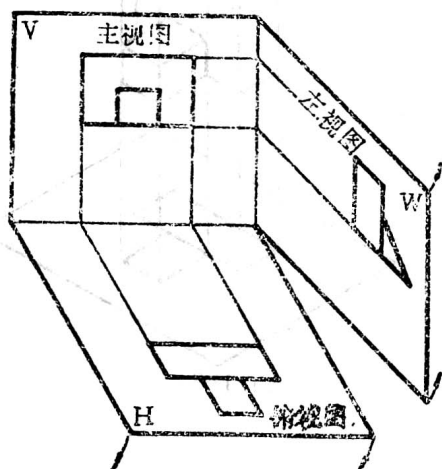
为了使三个视图能画在一张图纸上, 规定正面保持不动, 把水平面向下旋转 90° , 把侧面向后旋转 90° , 如图 1-8 (c) 所示, 这样, 就得到在同一平面上的三视图, 如图 1-8 (d)。为了简化作图, 在三视图中不必画出投影面的边框线, 也不必标出视图名称, 各视图之间的距离可根据需要和图纸幅面而适当确定, 如图 1-8 (e) 所示。



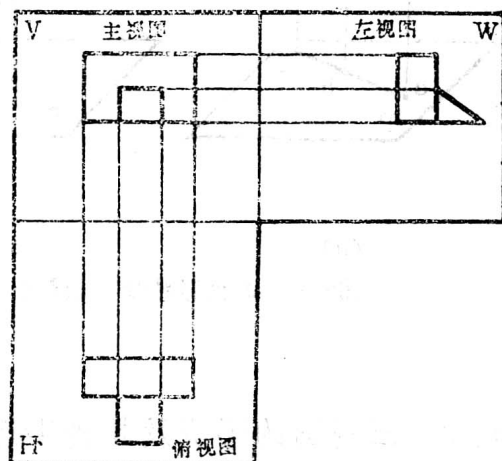
(a) 三个投影面



(b) 物体在三个投影面体系中的投影



(c) 三投影面的展开方法



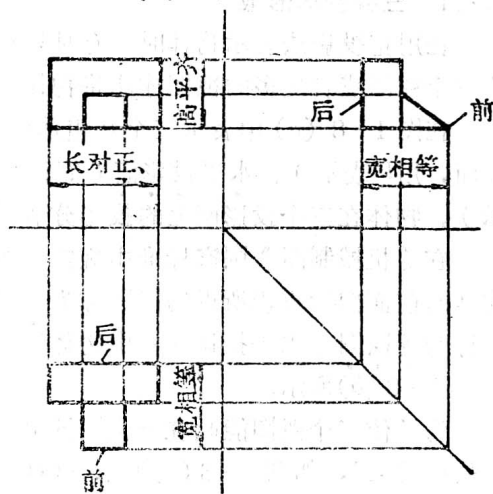
(d) 展开后的三视图

1.2.2 三视图的投影规律

根据三视图的配置关系是：以主视图为准，俯视图在主视图的下方，左视图在主视图的右方。我们把物体上、下方向尺寸称为高，左、右方向的尺寸称为长、前、后方向的尺寸称为宽。

主视图反映长度和高度方向的尺寸，俯视图反映长度和宽度方向的尺寸，左视图反映高度和宽度方向的尺寸。因此，三个视图之间存在如下关系：

主视图、俯视图	长对正
主视图、左视图	高平齐
俯视图、左视图	宽相等



(e) 三视图之间的投影规律

图1-8 三视图的形成和投影规律

简单地说：“长对正、高平齐、宽相等”就是三视图之间的投影规律。

下面举例说明物体三视图的画法

〔例〕画出图 1-9 (a) 所示物体的三视图。

解：

1. 分析 该物体的中间上面有一个方槽，底板的左前处切去一角后形成。

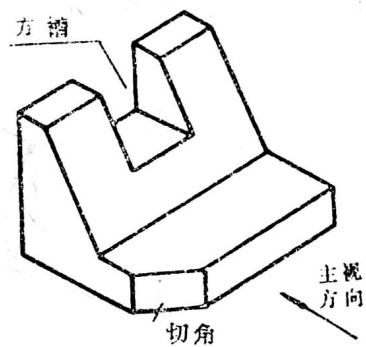
2. 作图 根据分析，画图步骤如下：

(1) 画外形轮廓的三视图，(图 1-9(b))，先画反映物体形状特征的主视图，然后根据投影规律画出俯、左视图。

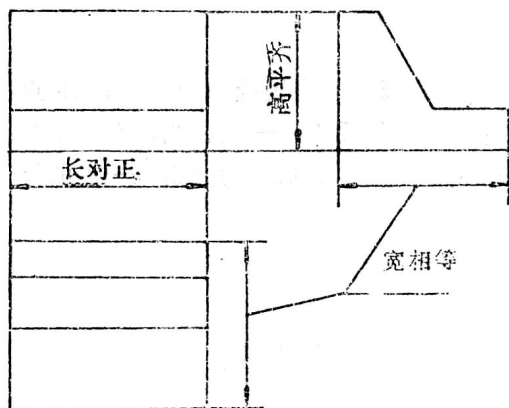
(2) 画方槽的三个视图(图 1-9(c))先画成方槽的三个平面的主视图(三个平面积聚成三条直线)，其次画左视图的虚线，根据主视图和左视图画出俯视图(一个平面反映实形，另外两个平面积聚成两条直线)。

(3) 画左前方切角的三视图(图 1-9(d))先画俯视图，利用投影规律画出主视图和左视图。

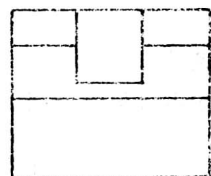
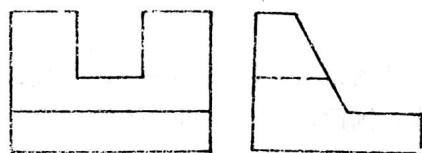
(4) 检查三个视图的投影，然后描深三视图(图 1-9(e)。)



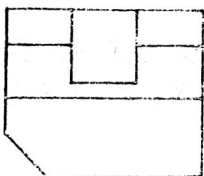
(a)



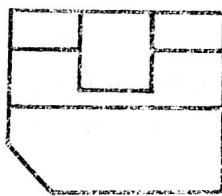
(b) 画出外形轮廓的三视图



(c) 画出方槽的三视图



(d) 画出切角的三视图



(e) 加深后的三视图

图 1-9

1.3 平面立体的投影分析

平面立体是由平面所围成，它的形状是多种多样的，常见的基本形式有两种：棱柱体和棱锥体。棱柱体和棱锥体是棱面和底面围成的，相邻两棱面的交线称为棱线，底面和棱面的交线就是底面的边，棱线与边相交或是棱线相交就称为顶点。如图 1-10(a) 为六棱柱和图 1-10(b) 为三棱锥所示。

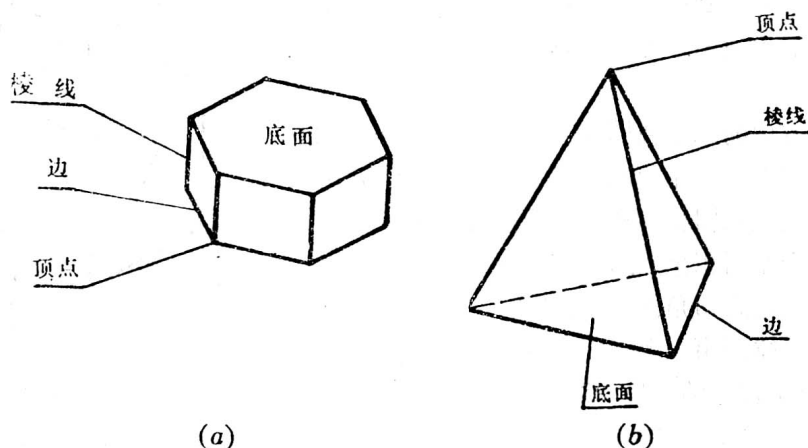


图 1-10

从图 1-10 看出六棱柱和三棱锥它们是由棱面和底面围成或者是由棱线和边以及各顶点组成，因此，学习平面立体的投影分析，实质上是研究空间几何元素——点、线、面（单个元素、组合元素或者从属元素）的投影规律。下面就构成平面立体最基本的元素——点的投影入手。

1.3.1 点的投影

1.3.1.1 点的投影规律

图 1-11 表示空间点 A 在三投影面体系中的投影情况及展开后的投影图。

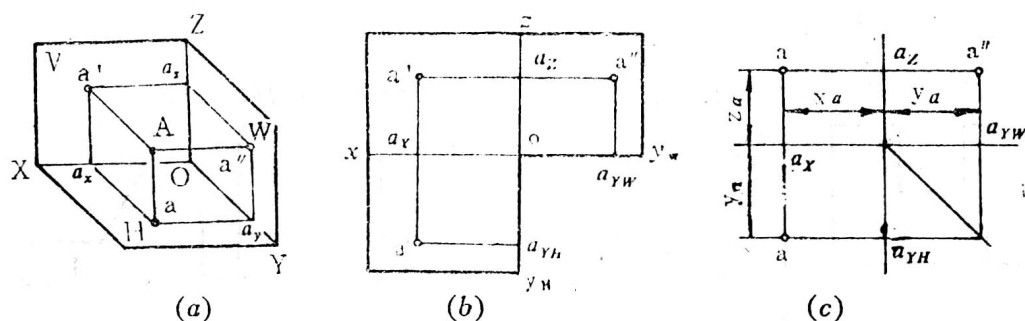


图 1-11 点的投影

三个投影面两两相交并且相互垂直，正面 (V) 与水平面 (H) 相交为 X 轴，水平面 (H) 与侧面 (W) 相交为 Y 轴，正面 (V) 与侧面 (W) 相交为 Z 轴。 X 、 Y 、 Z 三投影轴的交点 O 称为原点。

图 1-10(a) 表示 A 点在三投影面上的投影， a (水平投影)、 a' (正面投影)、 a'' (侧面投影)。 Aa'' 、 Aa' 和 Aa 分别是 A 点到投影面的距离，即 A 点的三个坐标 x 、 y 、 z 。

图 1-11 (b) 表示 A 点的三投影与点的坐标之间的关系:

$A \rightarrow a''$ 反映 x 坐标 (表示长度方向坐标)

$A \rightarrow a'$ 反映 y 坐标 (表示宽度方向坐标)

$A \rightarrow a$ 反映 z 坐标 (表示高度方向坐标)

图 1-11 (c) 为展开后的投影图。展开时 V 面不动, H 面沿 X 轴向下旋转 90° , W 面沿 Z 轴向后方旋转 90° , 这时 Y 轴分化为 Y_H 和 Y_W 轴。

从图中可看出点在三投影面体系中的投影规律:

(1) $a'a$ 连线必垂直于 X 轴, 即 $a'a$ 是一条垂直线。

(2) $a'a''$ 连线必垂直于 Z 轴, 即 $a'a''$ 是一条水平线。

(3) a'' 到 Z 轴的距离等于 a 到 X 轴的距离, 即 $a''a_z = aa_x$ 。

以上三条投影规律完全符合前面已述的“长对正、高平齐、宽相等”三个视图之间的投影规律。

1.3.1.2 根据点的两个投影求第三投影

若已知一点的两个投影, 则该点在空间的位置就确定了, 因此, 它的第三投影也唯一确定。

〔例 1〕已知 A 点的两个投影 a' 和 a'' , 求 a 。

解: 作图方法和步骤如下:

(1) 过 a' 作 X 轴的垂线。

(2) 过 a'' 作 Y_W 轴的垂线与 45° 斜线相交, 由此交点向左方画水平线, 与过 a' 所作的垂线相交于 a , A 点的水平投影 a 即为所求 (图 1-12(b))。

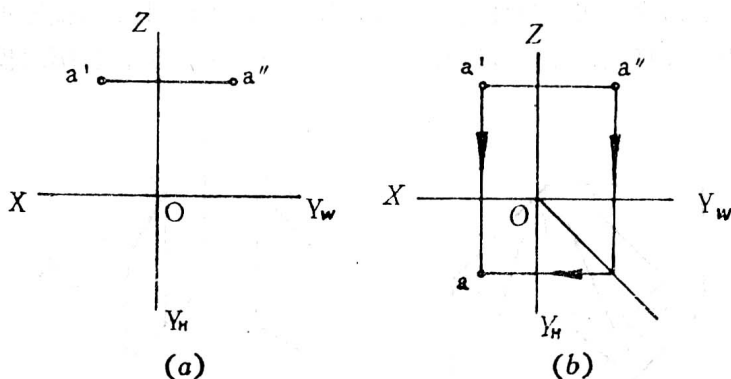


图 1-12

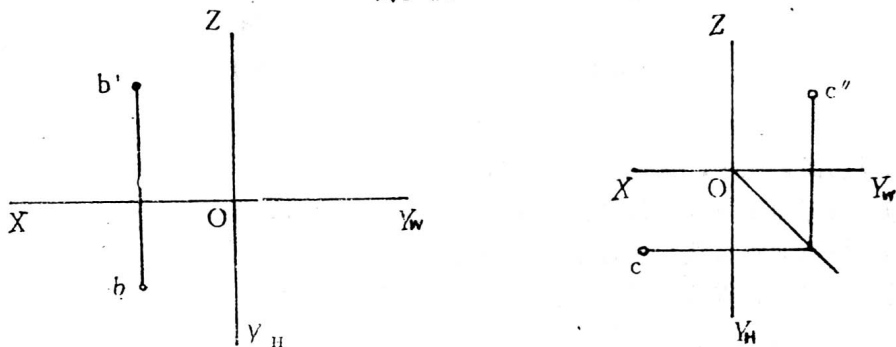


图 1-13

图 1-14

同理 已知 B 点的两个投影 b' 和 b , 求 b'' 。(图 1-13)。由读者自己完成。

同理 已知C点的两个投影 c 和 c'' ，求 c' （图1-14）。由读者自己完成。

〔例2〕 已知E点的坐标（20、10、15），求作其三面投影。

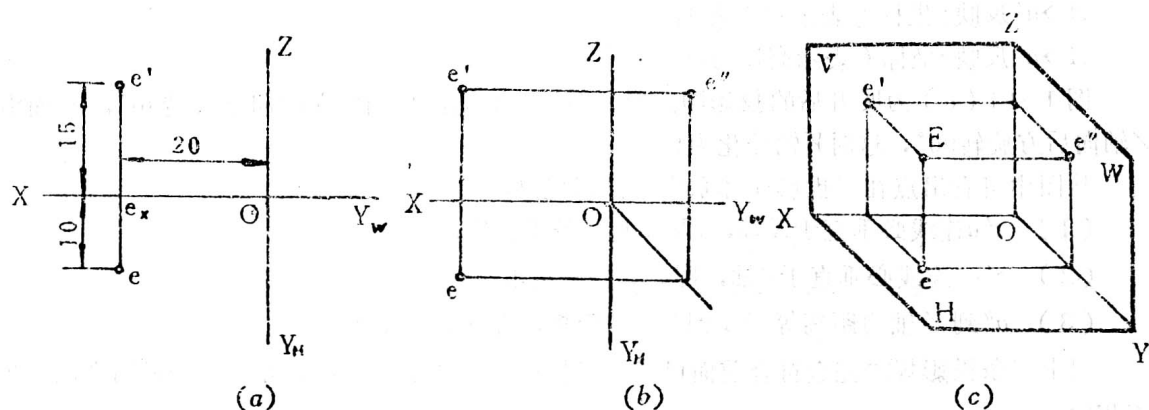


图1-15

解：先量取 $oe_x=20$ ，过 e_x 点作 X 轴的垂线，再沿垂线分别量取 $e_xe=10$ 和 $e_xe'=15$ ，得出 e 和 e' ，图1-15(a)。最后根据 e 、 e' 求出 e'' ，图1-15(b)。

另外，根据点的投影图绘制出点的直观图，图1-15(c)。

★ 点在三面投影体系中，点的三个坐标值其中一个为零或者两个为零或者全部为零时，它们的投影如何？请读者自行分析，这里不再赘述。

1.3.2 直线的投影

直线的投影一般仍为直线。画直线段的投影时，一般先画出两个端点的投影，然后分别将端点的同面投影连成直线，即得直线的投影。图1-16所示为直线AB的投影情况和它的投影图。

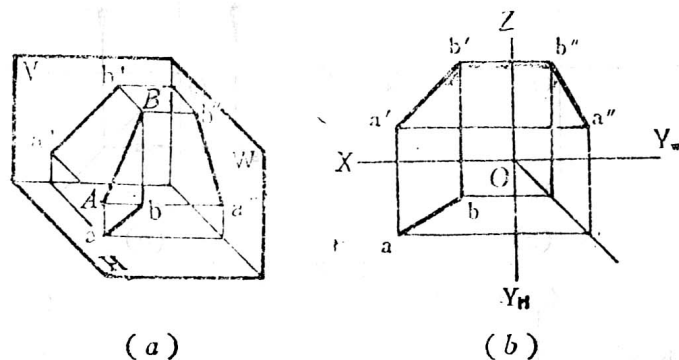


图1-16 直线的投影

在三投影面体系中，直线有三种位置：

- (1) 投影面平行线 只平行于某一个投影面的直线。
- (2) 投影面垂直线 垂直于某一个投影面的直线。
- (3) 一般位置直线 对三个投影面都是倾斜的直线。

1.3.2.1 各种位置直线的投影特性

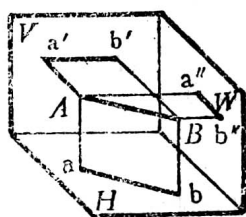
- (1) 投影面平行线分为：

(a) 水平线——平行于水平面的直线 ($//H$ 面)。

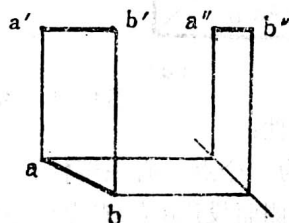
(b) 正平线——平行于正面的直线 ($//V$ 面)。

(c) 侧平线——平行于侧面的直线 ($//W$ 面)。

如图 1-17(a) 表示水平线的三个投影。由于直线 AB 平行于水平面, 因此, 该线所有点的 Z 坐标值相同, 从图 1-17(b) 可以看出。



(a)



(b)

图1-17 水平线的投影

水平线的投影特性是:

水平面投影 ab 为倾斜线段, 且反映实长。

正面投影 $a'b'$ 和侧面投影 $a''b''$ 均为水平线段, 且小于实长。

三种投影面平行线的投影特性如表 1-1 所示。

表 1-1 投影面平行线的投影特性

	水平线	正平线	侧平线
空间情况			
投影图			
投影特性	1. 在与线段平行的投影面上, 该线段的投影为倾斜线段, 反映实长。 2. 其余两个面投影为水平线段或铅垂线段, 都小于实长:		

(2) 投影面垂直线分为:

(a) 铅垂线——垂直于水平面的直线 ($\perp H$ 面)。

(b) 正垂线——垂直于正面的直线 ($\perp V$ 面)。

(c) 侧垂线——垂直于侧面的直线 ($\perp W$ 面)。

如图 1-18(a) 表示铅垂线 AB 的三个投影。由于直线 AB 垂直于水平面, 必然平行于正

面和侧面，因此线上各点的 X 坐标值相同， Y 坐标值也相同，从图1-18(b)可以看出：

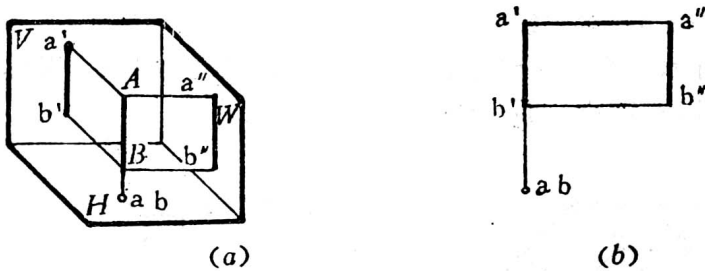


图1-18 铅垂线的投影

铅垂线的投影特性：

水平投影 ab 成为一个点，有积聚性。

正面投影 $a'b'$ 和侧面投影 $a''b''$ 成为铅垂线段，且反映实长。

三种投影面垂直线的投影特性如表1-2所示。

表1-2 投影面垂直线的投影特性

	铅垂线	正垂线	侧垂线
空间情况			
投影图			
投影特性	1. 在与线段垂直的投影面上，该线段的投影积聚为一点； 2. 其余两个投影为水平线段或铅垂线段，都反映实长。		

(3) 一般位置直线

图1-19表示一般位置直线 AB 的三个投影。由于一般位置直线对三个投影面都是倾斜的，从图1-19可以看出，一般位置投影特性是：

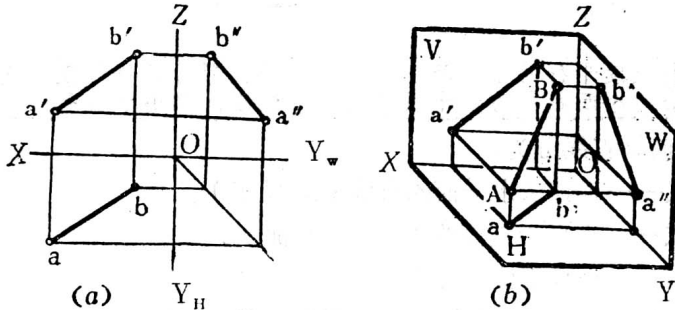


图1-19

三个投影都是倾斜线段，而且小于实长。

1.3.2.2 直线上点的投影

(1) 若点在直线上，则其投影一定在直线的同面投影上(从属性)。如图1-20中K点的投影 k 、 k' 、 k'' 分别在 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ 同面投影上。

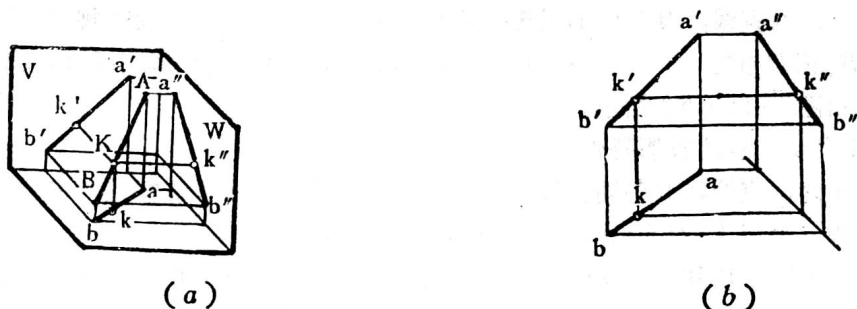
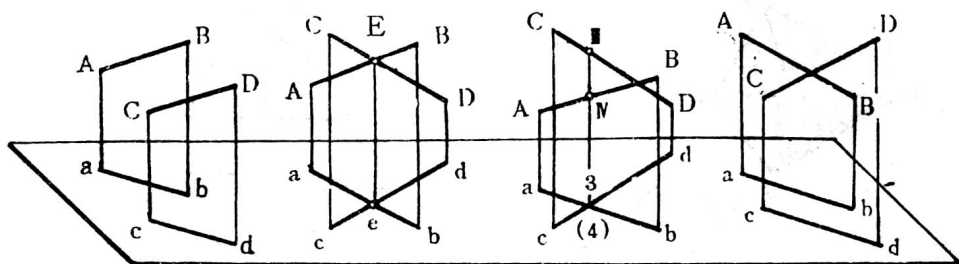


图 1-20

(2) 同一直线段长度之比等于其投影长度之比。由于对同一投影面的投影互相平行，因此， $\frac{AK}{KB} = \frac{ak}{kb} = \frac{a'k'}{k'b'} = \frac{a''k''}{k''b''}$ (见图1-20)

(3) 两直线的相对位置

空间两直线的相对位置有平行、相交和交叉三种情况。前两种为同面直线，后一种为异面直线，如图1-21所示。



(a)平行两直线 (b)相交两直线 (c)交叉两直线 (d)交叉两直线

图1-21 表示三种相对位置在水平面上的投影情况

图1-22为平行、相交和交叉两直线的投影图。

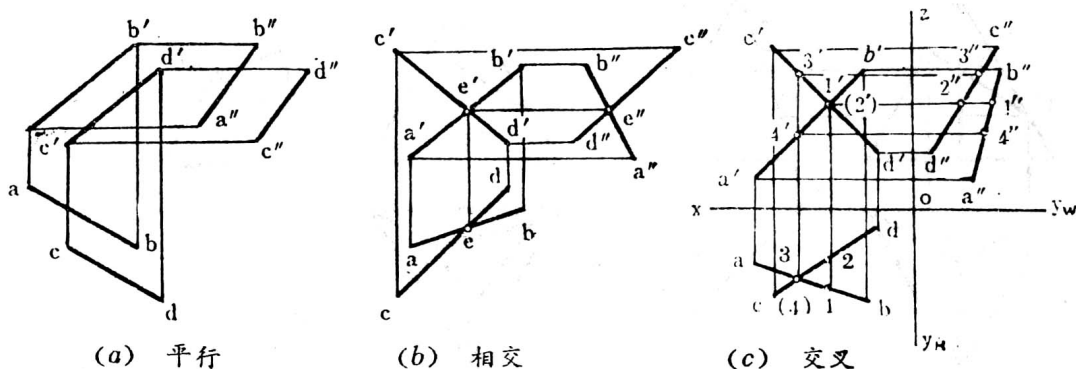


图1-22 两直线的投影图