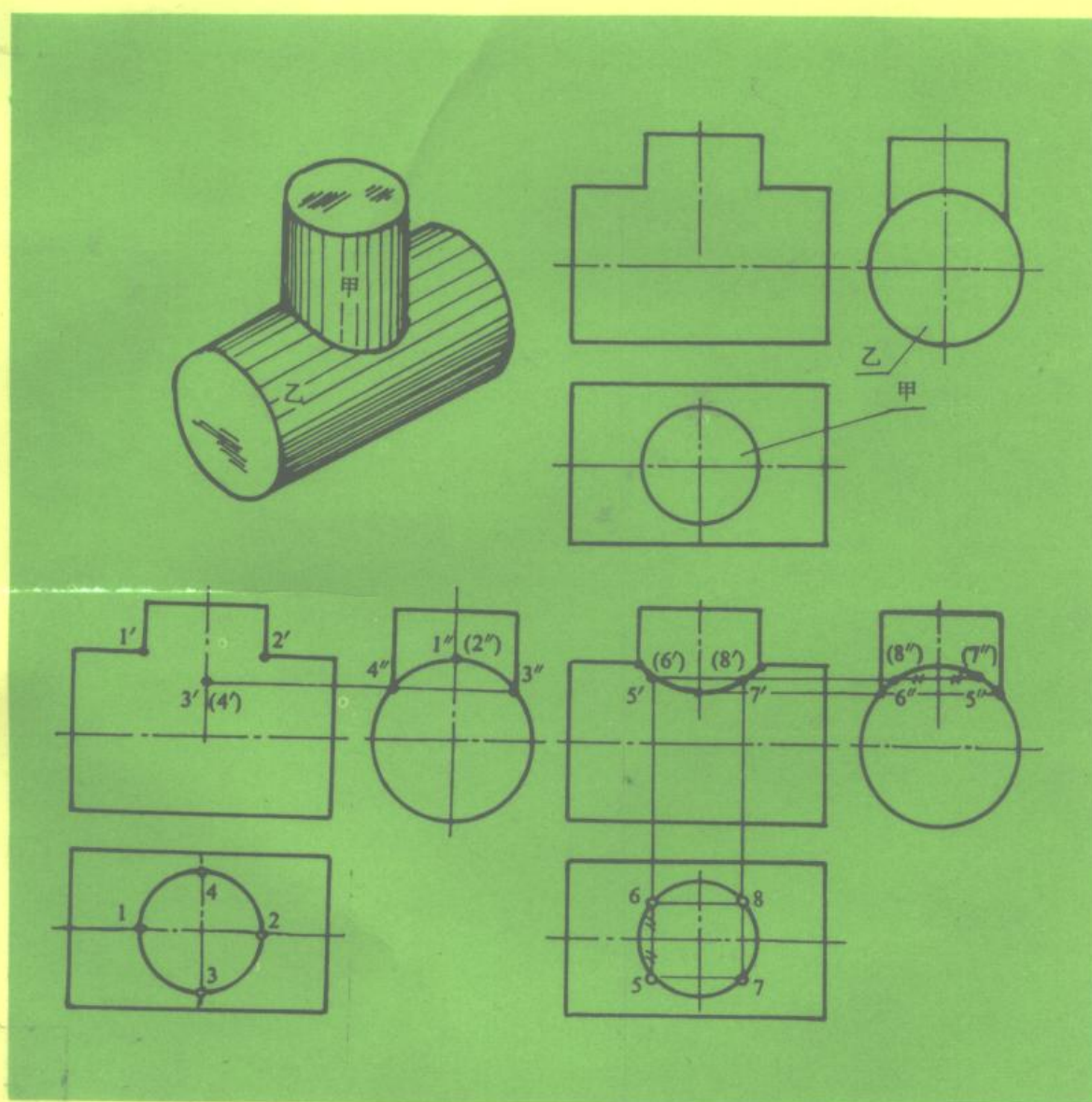


画法几何及机械制图

王丽洁 吴佩年 主编



哈尔滨工业大学出版社

JH26

W28

画法几何及机械制图

王丽洁 吴佩年 主编

哈尔滨工业大学出版社

内 容 提 要

本书共分三篇十二章。主要内容为:第一篇投影理论,介绍了投影法的基本知识、几何元素及立体的投影、直线与平面的相对位置、投影变换、曲线曲面、立体表面展开和轴测投影;第二篇制图基础,介绍国家标准《机械制图》的有关规定、组合体及构型设计、机件的表达方法;第三篇零部件表达,内容包括标准件与常用件、零件图和装配图的绘制与阅读、公差与配合等有关技术要求。

本书可作为高等工科院校机械类、近机类专业学习工程制图的教材,也可供其它专业或工程技术人员使用或参考。

2103/10

画法几何及机械制图

Huafajihe ji Jixiezhitu

王丽洁 吴佩年 主编

*

哈尔滨工业大学出版社出版

地矿部黑龙江测绘印刷中心印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 22 字数 505 千字

1993 年 11 月第 1 版 1998 年 4 月第 2 次印刷

印数 5 001—10 000

ISBN 7-5603-0914-3/TH·44 定价: 20.00 元

前 言

本书遵照国家教育委员会 1987 年颁发的高等工业学校《画法几何及机械制图课程教学基本要求》(参考学时范围 100~150)的有关规定,并参照《画法几何及工程制图》课程指导委员会对“基本要求”的修改建议,结合多年来的教学实践编写的。适合机类、近机类专业使用。

在编写过程中,总结了我校近年来的教学经验,并广泛吸取了兄弟院校教材之优点,尽力做到概念清楚,语言简练,插图选择适当、清晰,与文字紧密配合。

全书共分三篇,第一篇为投影理论,介绍了几何元素的投影及其相对位置问题,以及投影变换、曲线曲面和轴测投影等;第二篇为制图基础,介绍国家标准《机械制图》的有关内容及组合体画图、读图的基本方法;第三篇为零部件表达,介绍了标准件与常用件以及零件图、装配图的有关知识。全书内容较详尽丰富,便于学生自学,在教学中可适当删减。

参加本书编写的有王丽洁(绪论、第四、七、八(§1、2、3、4)、九章)、吴佩年(第三、六、八(§5)、十章、附录)、刘玉光(第一章)、张显奎(第二、五章)、李利群(第十一、十二章),另有丁江民在第二、十二章也作了部分工作。由王丽洁、吴佩年任主编。并由徐和亮、王薇教授审阅。

由于编者水平所限,加之时间仓促,书中定会存在许多缺点,甚至错误,竭诚欢迎读者批评指正。

编 者

1998.4

绪 论

一、本课程的研究对象

在现代工业生产中,无论是加工每一个零件,还是装配部件或机器,都是依据图样而进行的。在新产品设计时,首先从画图开始,设计人员需要用图样表达设计思想和要求;在使用和维护机器过程中,要通过图样来了解机器的结构和性能;另外,人们还可以通过图样来进行技术交流。可见图样是产品设计、制造、使用、维护、技术交流的重要技术资料。因此,人们常把图样称作“工程界的语言”。每一个工程技术人员都应该很好地掌握这种“语言”。

本课程包括画法几何及机械制图两部分。前者是研究如何利用投影法在平面上图示出空间几何形体及图解空间几何问题;后者则是研究绘制和阅读工程图样。可见,前者为后者提供了理论基础。

综上所述,可知本课程是一门研究工程图样绘制理论和方法的学科。

二、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. 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
3. 培养空间几何问题的图解能力。
4. 培养绘制和阅读工程图样的基本能力。
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的学习方法

1. 本课程是一门既有理论,而且实践性又很强的课程,它是来源于生产实践,又直接为生产实践服务。鉴于图样在生产中的重要作用,不允许在图样上出现错误,否则会给生产带来损失。由于本课程主要是研究立体与平面(图形)之间的互相转化,因此在学习时必须反复进行这一转化,才能真正掌握它。

2. 投影基本理论是制图的理论基础,这部分内容与初等几何(尤其是立体几何)有着密切联系,画法几何的好多章节就是在初等几何的基础上,应用投影理论,解决空间几何元素相对位置的表达方法及用投影作图方法分析和图解空间几何问题。

3. 组合体的形成特点及表达,是投影理论与工程图样之间过渡的重要环节。它既是投影理论的应用,又是绘制和阅读工程图样的基础,再进行构型设计的训练,将为投影制图打下一定的基础,使读者能掌握形体分析、线面分析、尺寸分析的基本方法,为学好零件

图奠定了基础。

4. 学习本课程要做到善于观察,勤于思考,反复实践,要多看、多想、多画,绘图要投影正确,视图合理,方案最佳,尺寸齐全,字体工整,图面整洁,从而养成严肃认真、耐心细致、一丝不苟的工作作风。

综上所述,就是要明确全书是以投影法为理论基础,以组合体、零件图为重点,以表达方法为中心,并以形体分析、结构分析、尺寸分析为基本方法展开的。只有这样,才能站得高,心中有数,学好本门课程。

目 录

绪 论	V
-----------	---

第一篇 投影理论

第一章 点、直线和平面

§ 1-1 投影法的基本知识	1
§ 1-2 点的投影	5
§ 1-3 直线的投影	10
§ 1-4 求线段实长及对投影面的倾角	14
§ 1-5 两直线的相对位置	15
§ 1-6 平面的投影	20
§ 1-7 属于平面的点和直线	24

第二章 直线与平面、平面与平面的相对位置

§ 2-1 平行问题	29
§ 2-2 相交问题	32
§ 2-3 垂直问题	37
§ 2-4 综合作图举例	40

第三章 投影变换

§ 3-1 换面法	45
§ 3-2 旋转法	54

第四章 曲线与曲面

§ 4-1 曲线概述	63
§ 4-2 圆的投影	64
§ 4-3 螺旋线	66
§ 4-4 曲面概述	68
§ 4-5 柱面与锥面	68
§ 4-6 单叶双曲回转面	69
§ 4-7 螺旋面	70

第五章 立体

§ 5-1	平面立体	72
§ 5-2	平面与平面立体相交	75
§ 5-3	曲面立体	77
§ 5-4	平面与曲面立体相交	82
§ 5-5	两曲面立体相交	91
§ 5-6	立体表面展开	102
第六章 轴测投影		
§ 6-1	概述	111
§ 6-2	正等轴测图	113
§ 6-3	斜二等轴测图	125
§ 6-4	轴测剖视图的画法	129

第二篇 制图基础

第七章 制图的基本知识

§ 7-1	国家标准《机械制图》的一般规定	133
§ 7-2	绘图工具及其使用	143
§ 7-3	几何作图	147
§ 7-4	平面图形的画法及尺寸标注	154

第八章 组合体

§ 8-1	组合体的基本知识	158
§ 8-2	组合体的画法	163
§ 8-3	组合体的尺寸注法	165
§ 8-4	读组合体视图	173
§ 8-5	组合体构型设计	180

第九章 机件的表达方法

§ 9-1	视图	189
§ 9-2	剖视	193
§ 9-3	剖面	200
§ 9-4	其它表达方法	203
§ 9-5	表达方法综合举例	209
§ 9-6	第三角投影简介	210

第三篇 零部件表达

第十章 标准件与常用件

§ 10-1 螺纹	212
§ 10-2 螺纹紧固件及其连接	220
§ 10-3 键、销及滚动轴承	226
§ 10-4 齿轮	233
§ 10-5 弹簧	244

第十一章 零件图

§ 11-1 零件图的作用与内容	248
§ 11-2 零件的结构分析	250
§ 11-3 零件的视图选择	255
§ 11-4 零件图中的尺寸标注	258
§ 11-5 零件图中的技术要求	265
§ 11-6 零件测绘	289
§ 11-7 读零件图	295

第十二章 装配图

§ 12-1 装配图的作用与内容	299
§ 12-2 装配图的表达方法	301
§ 12-3 常见装配结构简介	305
§ 12-4 机器或部件测绘	306
§ 12-5 画装配图的步骤	311
§ 12-6 装配图的尺寸标注和技术要求	314
§ 12-7 装配图的零件序号和明细栏	315
§ 12-8 读装配图及拆画零件图	317

附录

附表 1 普通螺纹的基本尺寸(GB196-81)	324
附表 2 非螺纹密封的圆柱管螺纹的基本尺寸(GB7307-87)	325
附表 3 用螺纹密封的管螺纹的基本尺寸(GB7306-87)	326
附表 4 梯形螺纹的基本尺寸(GB5796.3-86)	327
附表 5 普通螺纹退刀槽及倒角(GB3-79)	328
附表 6 A 级和 B 级六角头螺栓(GB5782-86、GB5783-86、GB5785-86、 GB5786-86)	329
附表 7 螺柱(GB897-88、GB898-88、GB899-88、GB900-88)	330

附表 8	开槽圆柱头螺钉(GB65—85)	331
附表 9	开槽沉头螺钉(GB68—85)	332
附表 10	开槽长圆柱端紧定螺钉(GB75—85)	333
附表 11	开槽锥端紧定螺钉(GB71—85)	334
附表 12	I 型六角螺母—A 和 B 级(GB6170—86)	335
附表 13	A 级平垫圈(GB97.1—85、GB97.2—85)	336
附表 14	标准型弹簧垫圈(GB93—87)	337
附表 15	普通平键和键槽剖面尺寸(GB1095—79、GB1096—79)	338
附表 16	半圆键及键槽尺寸(GB1098—79、GB1099—79)	339
附表 17	矩形花键基本尺寸系列及键槽截面尺寸(摘自 GB1144—87)	340
附表 18	圆柱销(GB119—86)	341
附表 19	圆锥销(GB117—86)	342
附表 20	开口销(GB91—86)	312

第一篇 投影理论

第一章 点、直线和平面

§ 1-1 投影法的基本知识

人们在长期实践中发现物体在某一光源照射下,会在地面或墙上产生影子,这种现象叫做投影。从这一自然现象得到启发,经过人们的科学抽象,找出了影子和物体之间的几何关系,从而获得投影法。投影法是在平面上表示空间形体的基本方法。

在图 1-1 中,设空间有一平面 P 及不属于该平面的一点 S (相当于光源),在空间有一点 A (相当于物体),连接点 S 、 A 的射线可视为由 S 发出的光线,此线与平面 P 的交点 a ,即为点 A 在平面 P 上的投影。 S 称为**投影中心**;平面 P 称为**投影面**; SA 称为**投影线**。投影中心和投影面构成**投影条件**,投影条件及它们所在的空间称为**投影体系**。

投影法一般分为两类:即**中心投影法**和**平行投影法**。

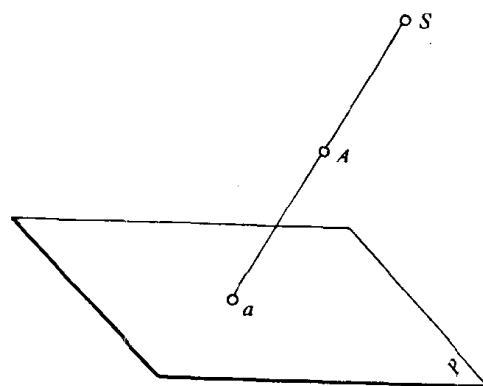


图 1-1 投影的基本概念

一、 中心投影法

在已知投影条件下,可以作出空间任意曲线 ABC 的投影 abc 和一平面图形 $\triangle DEF$ 的投影 $\triangle def$,如图 1-2、图 1-3 所示。

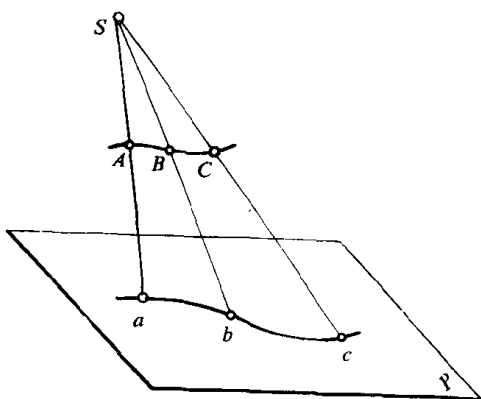


图 1-2 中心投影(一)

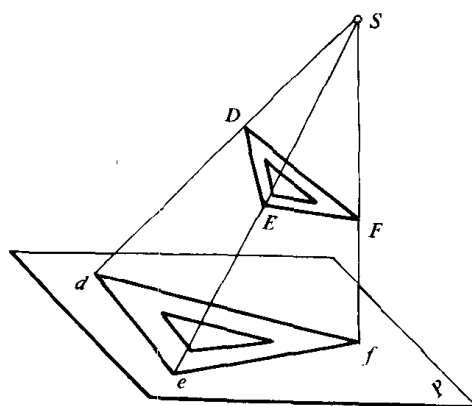


图 1-3 中心投影(二)

在上述投影图中,投影中心 S 与投影面 P 的距离是有限的,并且所有的投射射线都相交于一点 S ,这种投影法称为**中心投影法**,所得到的投影称为**中心投影**。

中心投影一般不能反映物体表面的真实形状和大小,但符合人的视觉,因此比较直观。图 1-4 所示是用中心投影法画出的火车站站台的透视图。虽然它的立体感强,但在机械工程中很少采用。

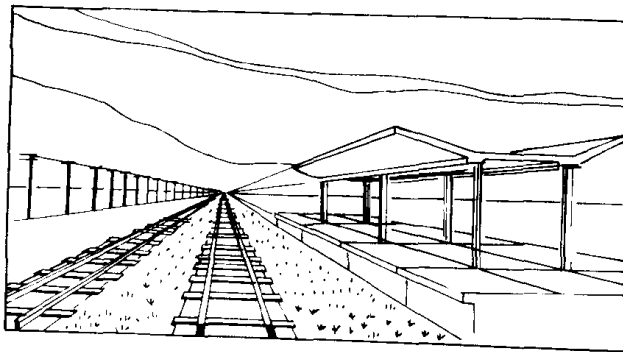


图 1-4 火车站站台的透视图

二、 平行投影法

如果将投影中心 S 移到无穷远,则所有的投射射线都可视为是互相平行的,如图 1-5 所示。这种投影法称为**平行投影法**,所得到的投影称为**平行投影**。

在平行投影中,必须给出**投射方向 S** 和**投影面 P** ,根据投射方向和投影面是否垂直,平行投影法又分为两种:

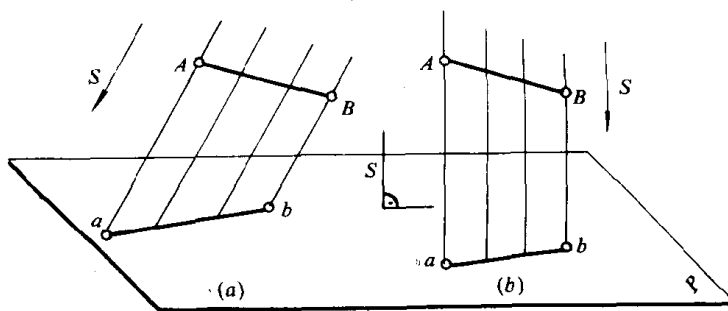


图 1-5 平行投影

1. 斜投影法

投射方向与投影面倾斜,称为**斜角投影法**,简称**斜投影法**,如图 1-5(a)。

2. 正投影法

投射方向与投影面垂直,称为**直角投影法**,简称**正投影法**,如图 1-5(b)。

由于平行投影法,尤其是正投影法在投影图上容易表达空间几何体的形状和大小,作图也比较简便,因此在工程制图中得到广泛的应用,也是我们学习本课程的主要内容。

三、 平行投影的基本性质

在运用投影的方法绘制物体的投影图时,事先就应该知道几何原形表示在投影图上,哪些几何性质发生了变化,哪些性质仍保持不变。尤其是要知道那些保持不变的性质,据此能够正确而迅速地作出其投影图。同时,也便于根据投影图确定几何原形及其相对位置。平行投影有以下一些基本性质:

1) **直线的投影一般情况下仍为直线**;属于直线的点,其投影仍属于该直线的投影。如图 1-6 所示。

2) **直线上两线段长度之比等于其投影长度之比**。如图 1-6 所示,即 $\frac{EA}{AF} = \frac{ea}{af}$ 。

3) **平行二直线,其投影仍平行**;平行二线段长度之比等于其投影长度之比。如图 1-7 所示,即 $\frac{AB}{CD} = \frac{ab}{cd}$ 。

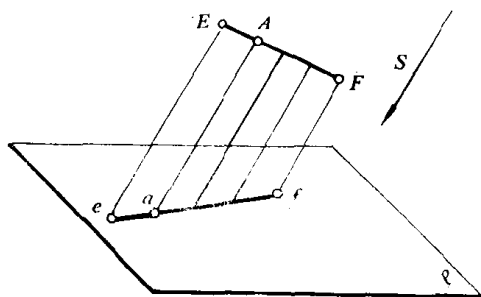


图 1-6 直线及属于直线的点的投影

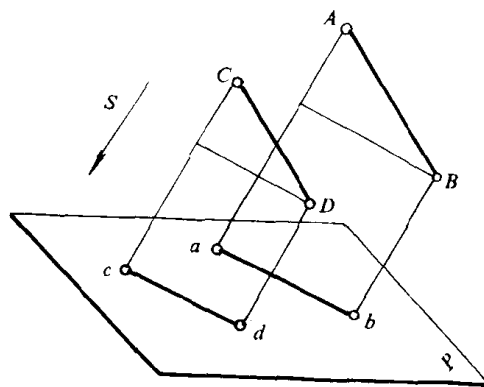


图 1-7 平行二直线的投影

4) 若线段或平面图形平行于投影面时,其投影反映实长或实形,如图 1-8 所示。

四、 机械工程上常用的两种投影图简介

1. 多面正投影图

在给定的平行投影条件下,空间几何元素在投影面上具有唯一的投影,但是反过来,依靠一个投影不能确定它们在空间的位置和形状。

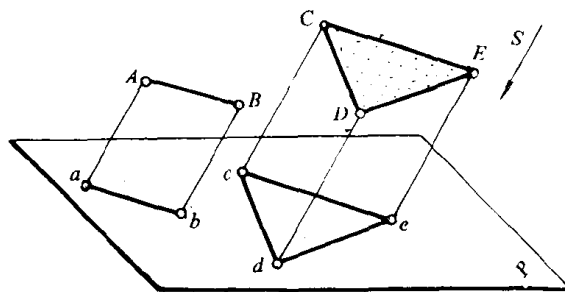
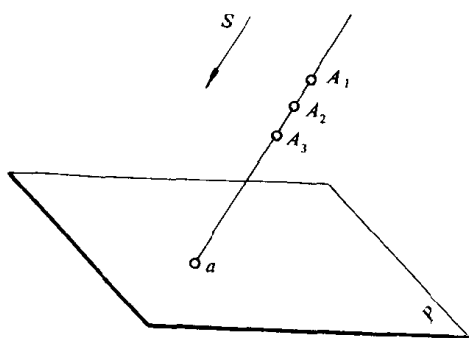


图 1-8 平行投影面的直线、平面



如图 1-9 所示,已知点的一个投影 a ,在过 a 的投射方向上可以有点 $A_1, A_2, A_3 \dots$,它们在平面 P 上的投影都是 a 。所以,根据点的一个投影不能唯一确定空间点的位置。

同理,仅知道物体的一个投影,也不能唯一的确定空间几何体的形状和大小,如图 1-10 所示物体甲和乙在 P 面上的投影形状和大小就是一样的,为了解决这个问题,在工程上常采用多面正投影来唯一确切地表达物体。它是将物体置于二面或三面投影体系中,作出其几个正投影,共同来表达同一物体。如图 1-11 为三面投影的形成及投影图。从图 1-11(b) 就能确切表示出空间物体的形状。

如图 1-9 所示,已知点的一个投影 a ,在过 a 的投射方向上可以有点 $A_1, A_2, A_3 \dots$,它们在平面 P 上的投影都是 a 。所以,根据点的一个投影不能唯一确定空间点的位置。

同理,仅知道物体的一个投影,也不能唯一的确定空间几何体的形状和大小,如图 1-10 所示物体甲和乙在 P 面上的投影形状和大小就是一样的,为了解决这个问题,在工程上常采用多面正投影来唯一确切地表达物体。它是将物体置于二面或三面投影体系中,作出其几个正投影,共同来表达同一物体。如图 1-11 为三面投影的形成及投影图。从图 1-11(b) 就能确切表示出空间物体的形状。

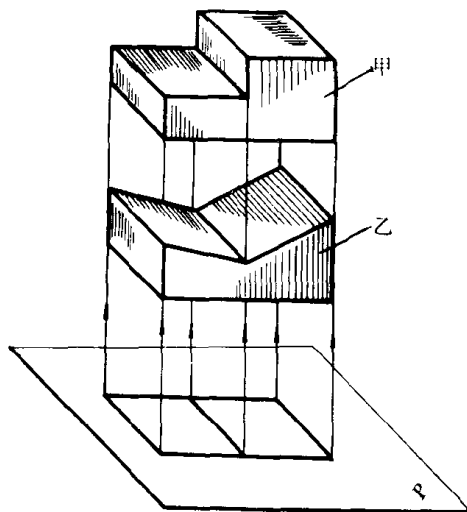


图 1-10 单面正投影

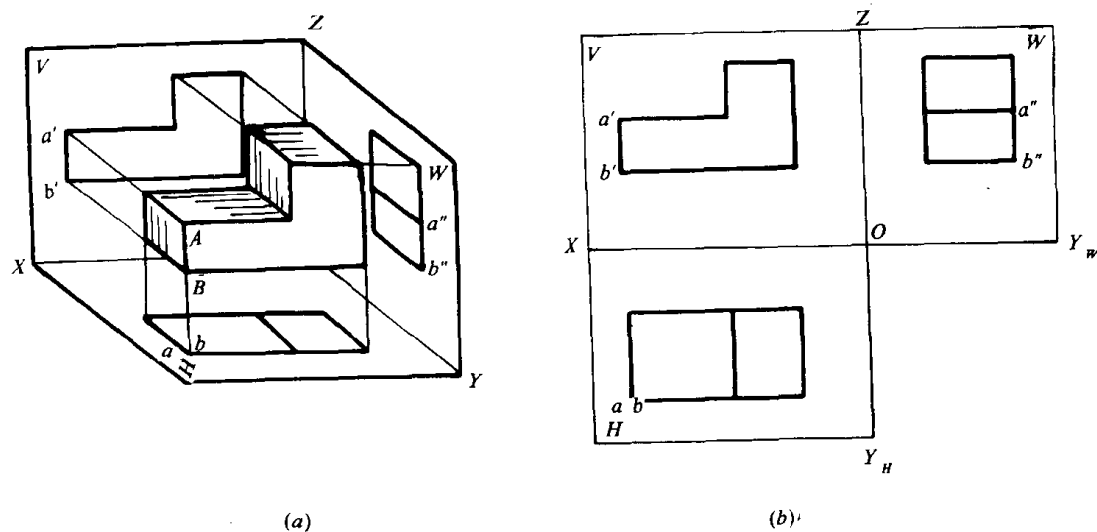


图 1-11 三面投影的形成及投影图

2. 轴测投影图

轴测投影图是采用平行投影法绘制的单面投影图。

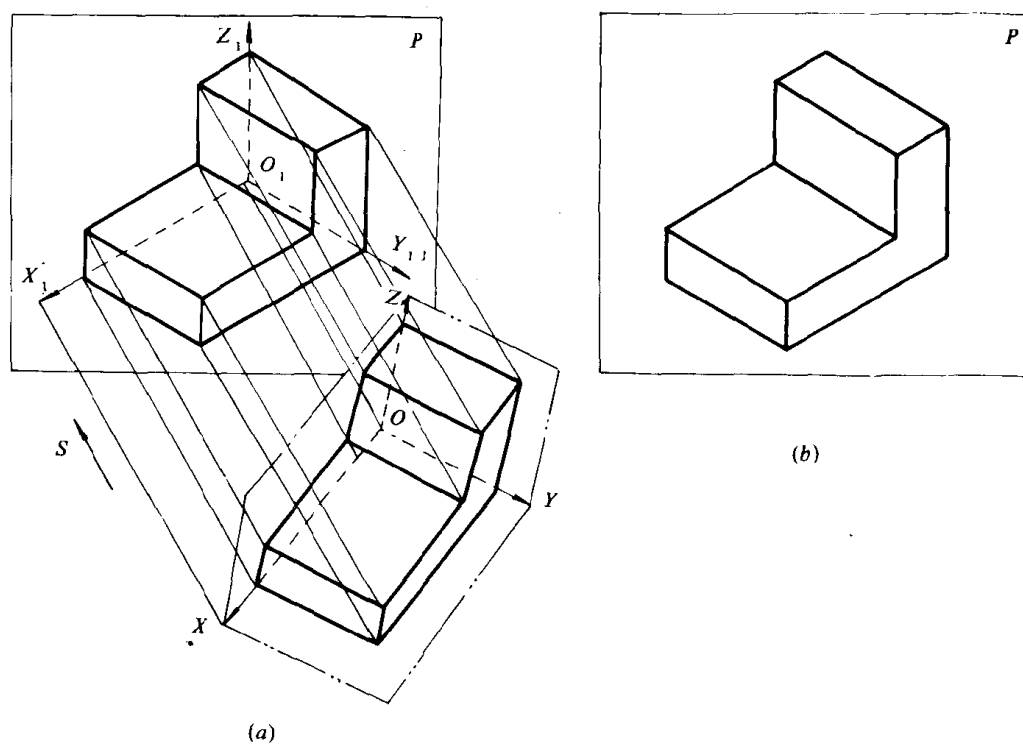


图 1-12 轴测投影图

如图 1-12 所示,先将物体置于空间直角坐标系中,物体的空间位置由其坐标来确定。采用平行投影法,将物体和三根坐标轴一起投射到同一投影面上,就得到了轴测投影。

轴测投影图虽然作图复杂、度量性差,但由于它在一个投影面上同时反映出物体长、宽、高三个方向的形状,直观性强。所以常用来作某些复杂形体的辅助图样。

§ 1-2 点的投影

任何物体(包括线、面、体)都可以看作是点的集合。所以点是最基本的几何元素。研究空间物体的投影,可归结为作点的投影;确定物体的形状、大小可归结为确定属于它们的点的空间位置。

一、 点在两投影面体系中的投影

1. 两投影面体系的建立

为了根据点的投影确定点在空间的位置,我们引入了两个互相垂直的投影平面 V 和 H ,见图 1-13。通常把 V 面称为正立投影面,简称正面,把 H 面称为水平投影面,简称水平面。这两个投影面相交于投影轴 OX 。并把整个空间划分为四个区域,我们把每一个区域称为一个分角,分别称为第一、二、三、四分角。它们的顺序如图 1-13 所示。

2. 点在第一分角的投影

国家标准《机械制图》规定,机件的图形按正投影法绘制,并采用第一角投影法。因此,我们着重讨论点在第一分角中的投影画法。

设在第一分角中有一点 A ,由点 A 分别向 H 面和 V 面作垂线,其在 H 面的垂足 a 称为点 A 的水平投影。在 V 面上的垂足 a' 称为点 A 的正面投影。从图 1-14(a) 不难看出,点 A 与其投影 a 、 a' 保持着一一对应关系。

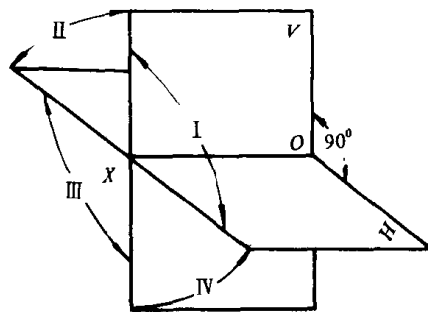


图 1-13 两投影面体系

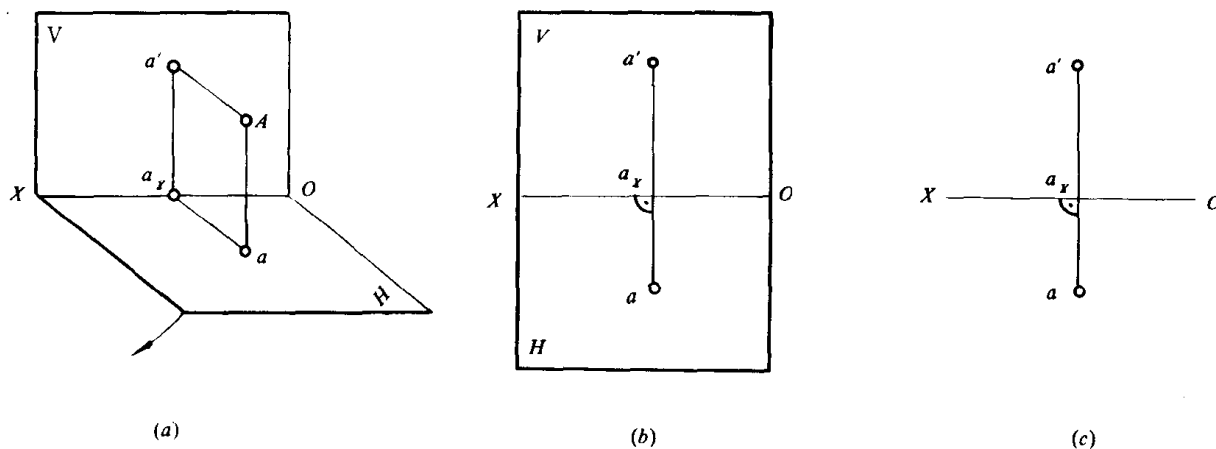


图 1-14 点的两面投影

将 H 面按箭头方向绕 OX 轴旋转,使其与 V 面重合,得到点的两面投影图,见图 1-14(b)。为作图方便,投影面的边框可省略不画,如图 1-14(c) 所示。

在图 1-14(a) 中,因 $Aa \perp H$, $Aa' \perp V$,所以由 Aa 及 Aa' 所确定的平面必然垂直于 H 面和 V 面,同时也垂直于它们的交线 OX 轴。这样该平面与 H 面及 V 面的交线 aa_x 及 $a'a_x$ 必与 OX 轴垂直相交于点 a_x 。所以在投影图上 a 、 a_x 、 a' 三点必须在垂直于 OX 轴的同

一直线上,即 $aa' \perp OX$ 。因为 Aaa_xa' 为矩形,所以 $Aa' = aa_x, Aa = a'a_x$ 。

综上所述,可知点在两投影面体系中投影规律是:

- 1) 点的正面投影和水平投影连线垂直于 OX 轴,即 $aa' \perp OX$ 。
- 2) 点的水平投影到 OX 轴的距离等于空间点到 V 面的距离,即 $aa_x = Aa'$ 。
- 3) 点的正面投影到 OX 轴的距离等于空间点到 H 面的距离,即 $a'a_x = Aa$ 。

3. 特殊位置点的投影

前面谈到的是处于一般位置的点,即空间点在两投影面体系中到 V 面、 H 面的距离都不等于零,也不相等。下面将要讨论的是:空间点在投影面上(点到某一投影面的距离为零);空间点在投影轴上(点到两投影面的距离均为零);空间点在分角的等分面上(点到两投影面的距离相等)的投影特性。这三种位置的点称之为特殊位置点。

(1) 在投影面上的点 如图 1-15 所示,空间点 A 在 V 面上,其到 V 面的距离为零。

所以点 A 的正面投影与它本身重合,即 $A \equiv a'$;另一个投影在 OX 轴上,与 a_x 重合,即 $a \equiv a_x$ 。空间点 B 在 H 面上,其到 H 面的距离为零。所以点 B 的水平投影与它本身重合,即 $B \equiv b$;另一个投影在 OX 轴上,与 b_x 重合,即 $b' \equiv b_x$ 。可见它们的投影规律是:点的一个投影与空间点重合;点的另一个投影在 OX 轴上。

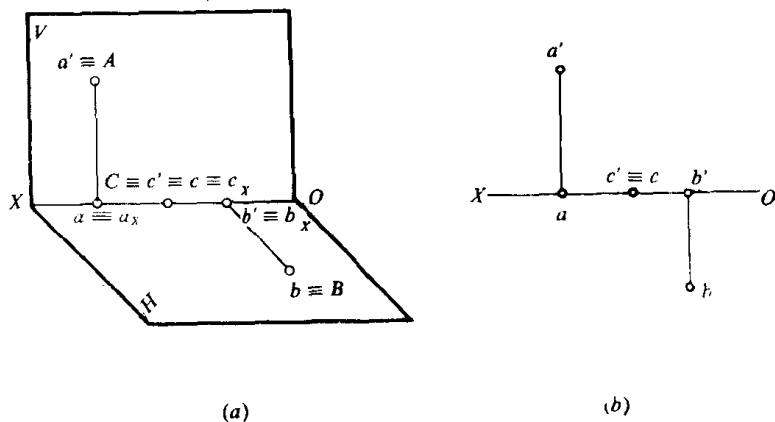


图 1-15 在投影面上及轴上的点

(2) 在投影轴上的点 如图 1-15 所示,空间点 C 在投影轴上,其到 V 面、 H 面的距离均为零,因此点 C 的正面投影、水平投影都与它本身重合在 OX 轴上,即 $C \equiv c \equiv c' \equiv c_x$ 。

(3) 在分角等分面上的点 如图 1-16 所示,空间点 D 是在两投影面体系第一分角的等分面 F 上,其到 H 面、 V 面的距离相等。因此点 D 的正面投影 d' 到 OX 轴的距离等于点 D 的水平投影 d 到 OX 轴的距离,即 $d'd_x = dd_x$ 。

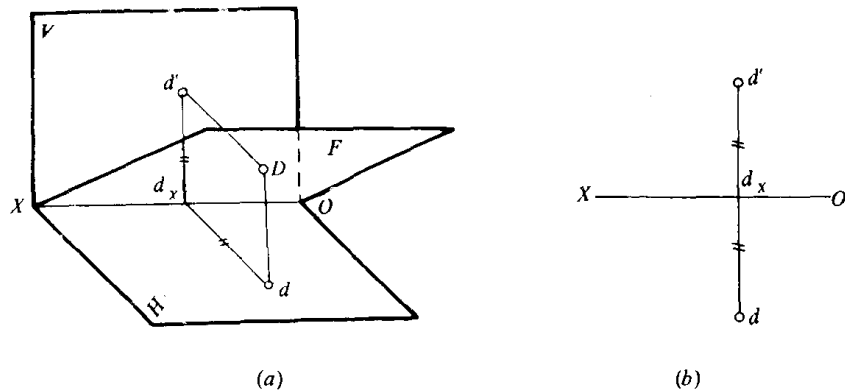


图 1-16 在第一分角等分面上的点

二、 点在三投影面体系中的投影

1. 三投影面体系的建立