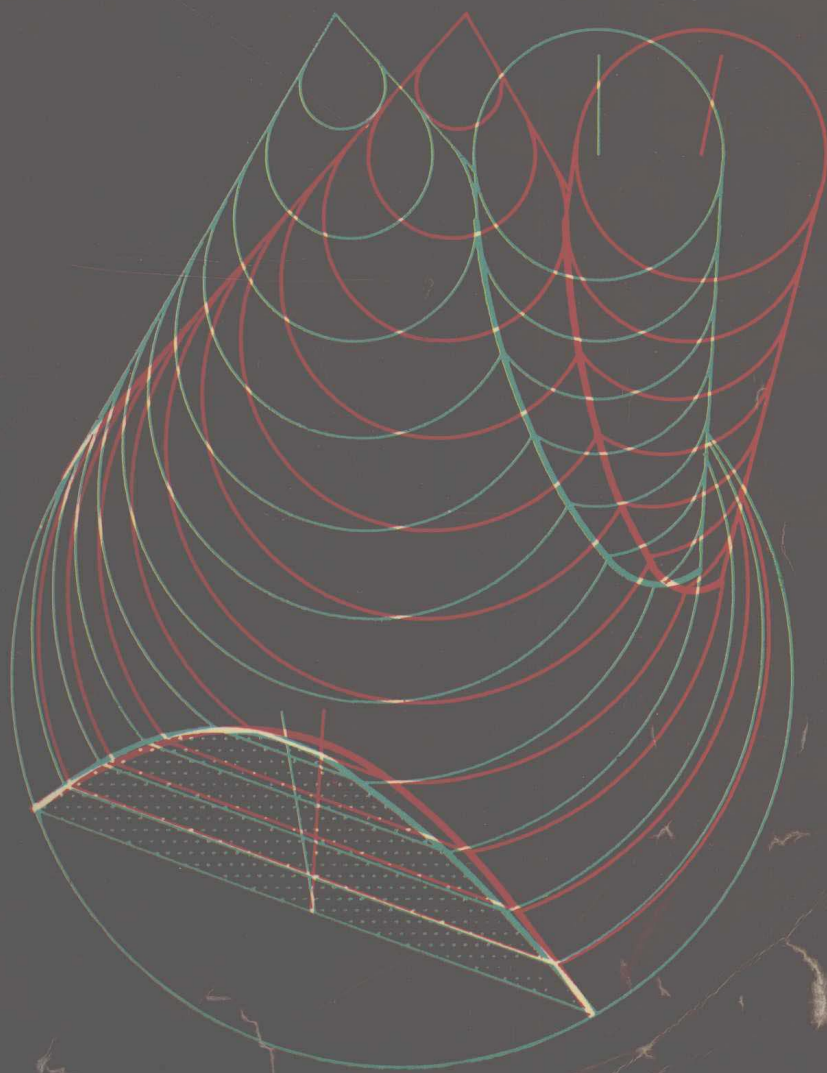


高等学校教材

画法几何及工程制图

(土建类)

北方交通大学 宋兆全 主编



中国铁道出版社

高等学校教材

画法几何及工程制图

(土建类)

北方交通大学 宋兆全 主编

西南交通大学 朱育万 主审

中国铁道出版社

1996年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书作为高等院校工科、铁路系统铁道工程及工业与民用建筑等专业用教材。

书中包括画法几何、制图的基本知识、土木建筑制图及计算机绘图几大部分。其中,在画法几何部分介绍了投影的基本知识,点、线、面、体,轴测投影、透视投影、标高投影等;在制图的基本知识部分介绍了组合体,图样画法;在土木建筑制图部分介绍了钢筋混凝土结构图、钢结构图,房屋建筑图及桥隧工程图;在计算机绘图中,介绍了计算机绘图的基本知识以及绘图软件的简单内容。书后并附有适量的体视图,以帮助初学者建立空间概念。

高等学校教材

画法几何及工程制图

(土建类)

北方交通大学 宋兆全 主编

*

中国铁道出版社出版发行

(北京市东单三条 14 号)

责任编辑 刘桂华 封面设计 马利

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印刷

开本:787×1092 毫米 1/16 印张:22 插页: 9 字数:542 千

1996 年 5 月 第 1 版 第 1 次印刷

印数:1—6000 册

ISBN7-113-02186-7/TU·479 定价:22.50 元

前 言

本书是在由宋兆全主编的《画法几何及建筑制图》(中国铁道出版社 1989 年版)的基础上,根据国家教委近期颁布的《画法几何及土木建筑制图课程教学基本要求》,以及国家技术监督局 1994 年发布的《技术制图》有关要求与标准修订的。在修订过程中,充分考虑了专家和读者对原教材所提的宝贵意见和建议。

这次修订的内容主要有下列五个方面。

一、增加了《标高投影》、《桥涵及隧道工程图》、《计算机绘图基本知识》、《AutoCAD 绘图软件简介》四章。

二、删去了原书中的《室内给、排水工程图》、《正投影图中的阴影》和《计算机绘图简介》三章。

三、对原书《结构施工图》一章中的钢筋混凝土结构图和钢结构图两部分内容进行补充和修改后,各单列为一章。

四、以国家技术监督局发布的《技术制图》标准中的《图纸幅面和格式》GB/T14689-93、《比例》GB/T14690-93、《字体》GB/T14691-93、《投影法》GB/T14692-93 取代了《房屋建筑制图统一标准》GBJ1-86 中的相关内容。

五、对原书中的文字叙述、插图等方面的错误和不妥之处,均进行了修改。

本书主要包括画法几何、制图基础、土木建筑制图、计算机绘图等四部分。

本书拓宽了原有教材的使用面。它不仅适用于工民建专业,而且也适用于铁道工程、道路工程等土建类专业,故把原书《画法几何及建筑制图》改为《画法几何及工程制图》。另外,对配套使用的习题集,也作了相应的修订,改为《画法几何及工程制图习题集》,由中国铁道出版社同时出版。

本书所增添计算机绘图部分的内容,基本上符合“课程教学基本要求”中的有关规定。各校可根据自己“软”、“硬”件环境的具体情况,进行教学安排。

本书与原教材相比,除了上述五个方面的修订外,基本上保持了原书的体系和风格。

这次修订由北方交通大学宋兆全教授主编,西南交通大学朱育万教授主审,参加编写的(按章节的顺序)有北方交通大学宋兆全、周仙芳、李雪梅,兰州铁道学院郑德福,长沙铁道学院李丰莪、肖佳,上海铁道大学许福英,石家庄铁道学院文万茂。在修订过程中,帮助画图的有白雁、王成峰、邵华、王慧等,谨此致谢。

欢迎专家、读者对本书的不妥与错误之处予以批评指正。

编 者

1995 年 5 月

目 录

绪 论	1
画法几何	
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 多面正投影图	6
第二章 点、直线和平面	8
§ 2—1 点	8
§ 2—2 直 线	17
§ 2—3 平 面	31
§ 2—4 平面内的点和直线	37
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	46
§ 3—1 直线与平面的相对位置	46
§ 3—2 两平面的相对位置	54
§ 3—3 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	96
§ 6—1 曲 线	96
§ 6—2 曲 面	99
第七章 曲面体	117
§ 7—1 曲面体的投影	117
§ 7—2 平面与曲面体相交	117

§ 7—3 直线与曲面体相交·····	125
§ 7—4 平面体与曲面体相贯·····	129
§ 7—5 两曲面体相贯·····	130
第八章 轴测投影·····	134
§ 8—1 基本概念·····	134
§ 8—2 正等轴测投影·····	137
§ 8—3 斜轴测投影·····	141
§ 8—4 轴测图的剖切·····	143
第九章 透视投影·····	146
§ 9—1 概 述·····	146
§ 9—2 直线的透视·····	148
§ 9—3 平面体的透视·····	151
§ 9—4 透视图中的分割·····	154
§ 9—5 画透视图的基本方法·····	157
第十章 标高投影·····	162
§ 10—1 概 述·····	162
§ 10—2 点和直线·····	162
§ 10—3 平 面·····	165
§ 10—4 曲面和地面的表示法·····	168
§ 10—5 标高投影的应用举例·····	169
制图基础	
第十一章 制图基本知识·····	173
§ 11—1 制图的基本规定·····	173
§ 11—2 绘图工具、仪器及其用法·····	184
§ 11—3 几何作图·····	188
§ 11—4 绘图方法与步骤·····	195
第十二章 组 合 体·····	198
§ 12—1 组合体投影图的画法·····	198
§ 12—2 组合体的尺寸标注·····	201
§ 12—3 组合体投影图的阅读·····	205
第十三章 图样画法·····	211
§ 13—1 视 图·····	211
§ 13—2 剖面图与断面图·····	213
§ 13—3 简化画法·····	218
土木建筑制图	
第十四章 钢筋混凝土结构图·····	221
§ 14—1 概 述·····	221
§ 14—2 钢筋的基本知识·····	221
§ 14—3 钢筋布置图的内容及特点·····	223

第十五章 钢结构图.....	228
§ 15—1 概 述	228
§ 15—2 钢屋架结构图	231
§ 15—3 钢梁结构图	234
第十六章 房屋施工图.....	238
§ 16—1 概 述	238
§ 16—2 建筑施工图	238
§ 16—3 结构施工图	268
第十七章 桥涵及隧道工程图.....	274
§ 17—1 概 述	274
§ 17—2 桥梁工程图	274
§ 17—3 涵洞工程图	282
§ 17—4 隧道工程图	284
计算机绘图基础	
第十八章 计算机绘图基本知识.....	290
§ 18—1 概 述	290
§ 18—2 图形显示	291
§ 18—3 平面图形绘图程序的编制	292
§ 18—4 二维图形变换	299
第十九章 AutoCAD 绘图软件简介	306
§ 19—1 概 述	306
§ 19—2 启动和操作	307
§ 19—3 常用实用命令	310
§ 19—4 基本绘图命令	313
§ 19—5 图形编辑命令	323
§ 19—6 询问命令	331
§ 19—7 显示控制命令	332
§ 19—8 图层与线型	335
§ 19—9 块	337
§ 19—10 尺寸标注	339
附录 体视图.....	347
封三 附立体图眼镜	

绪 论

一、本课程的地位、性质和任务

在土木建筑工程中,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统一规定或习惯画法画出它们的图样,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。

本课程是土建类专业的一门必修的技术基础课,主要研究解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论和方法。由于生产和科学研究对计算机图形技术提出了日益迫切的多方面的要求,本课程在适应这一新形势方面成为更加重要的基础。

本课程的主要任务是:

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. 培养绘制和阅读土建图样的初步能力。
5. 培养利用计算机生成图形的初步能力。

此外,在教学过程中还必须有意识地培养自学能力、分析问题和解决问题的能力,以及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

本课程包括画法几何、制图基础、土木建筑制图和计算机绘图基础四部分。它们既有各自的特点,又有着紧密的联系,在学习时应注意以下问题:

1. 明确空间关系,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,都要从它们的空间关系去理解和记忆,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,在做作业时必须作图准确,否则会给解题带来困难,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。

4. 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的有关标准。图面应清晰、美观,图上的一字一线都不得马虎从事。

5. 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,还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。

6. 从画图入手培养读图能力

工程图样所表达的对象样式繁多。在学习过程中,首先要明确所表达对象的图示内容与特点、绘图方法与步骤,然后再进行画图实践。只有通过一定数量的画图练习,才能逐步提高读图能力。

读图,就是根据物体的多面正投影图想象出它的形状和大小。阅读工程图样,一般是从全局到细部,即先对图样作概括了解,弄清各视图的作用和它们之间的关系,再分析细部构造,最后加以综合。这样反复进行,直至彻底读懂为止。

画 法 几 何

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

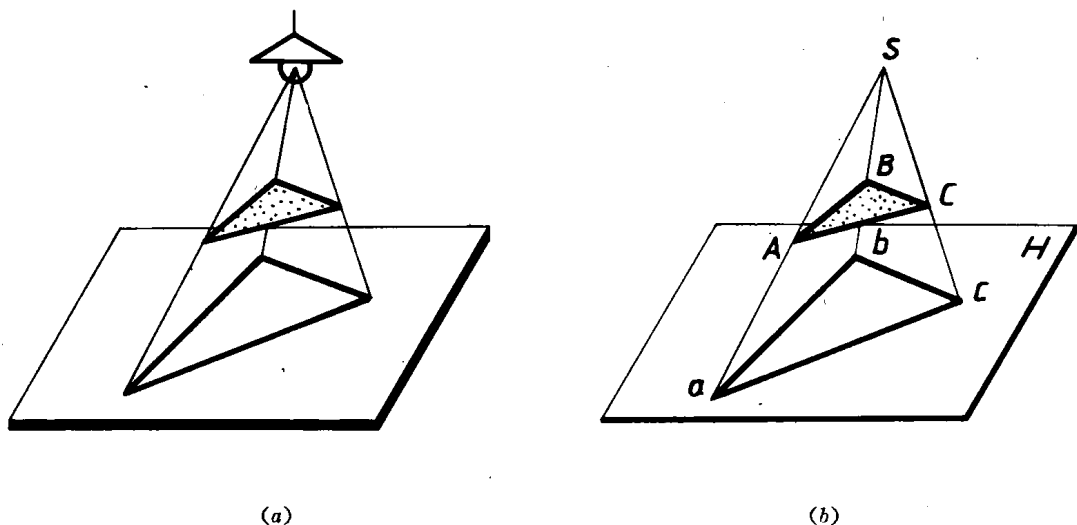


图 1—1 投影

画法几何中的投影概念,也可以看成是这种自然现象的抽象体现。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 在该投影面上的投影。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上产生投影的方法,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 ,在一般情况下其中心投影 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。

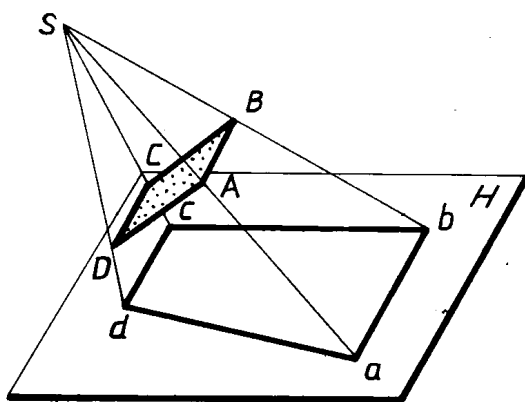


图 1—2 中心投影

二、平行投影

当投影中心距离投影面为无限远时,则所有的投射线都相互平行。用这样一组互相平行的投射线,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。

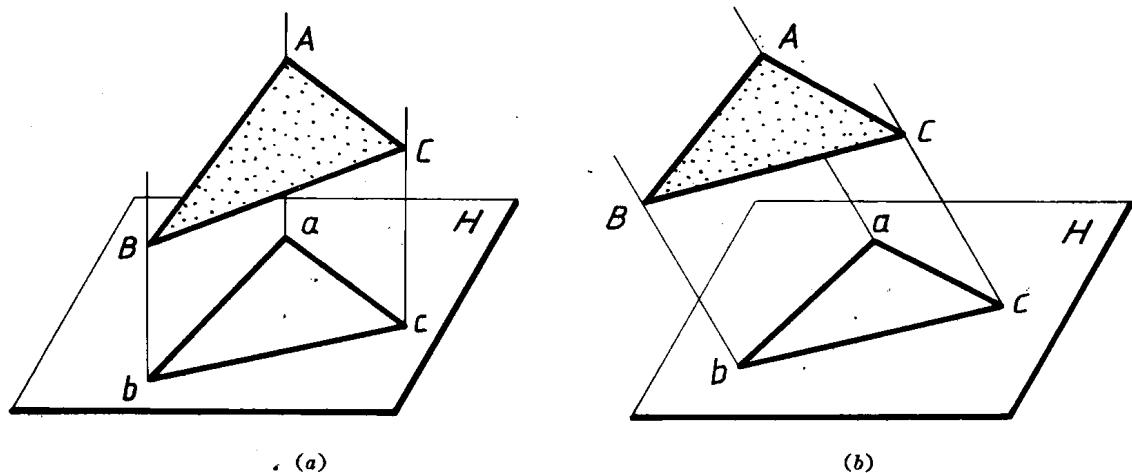


图 1—3 平行投影

(一)正投影

当互相平行的投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,如图 1—3(a)所示。

(二)斜投影

当互相平行的投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,如图 1—3(b)所示。

§ 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

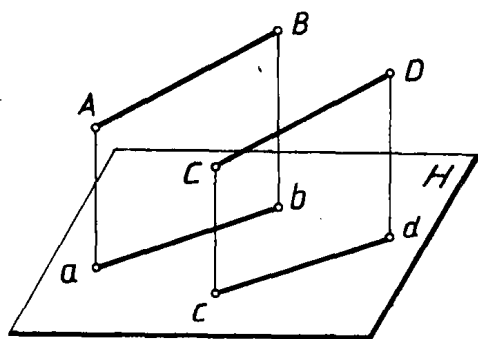
在空间互相平行的直线,在同一投影面上的投影仍互相平行。如图 1—4(a)所示, $AB \parallel CD$, 则投影 $ab \parallel cd$ 。

二、定 比 性

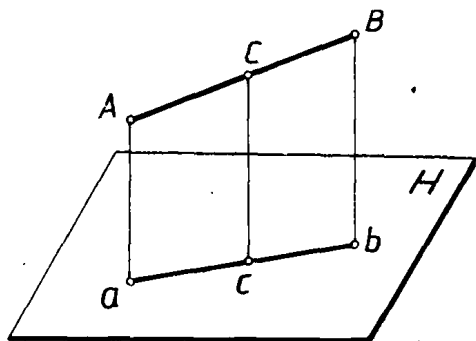
空间直线段上的一点,把该线段分为两段,如果直线不与投射线平行,则两段的实际长度之比等于这两段的投影长度之比。如图 1—4(b)所示, C 为直线 AB 上的一点,则 $AC : CB = ac : cb$ 。

三、可 量 性

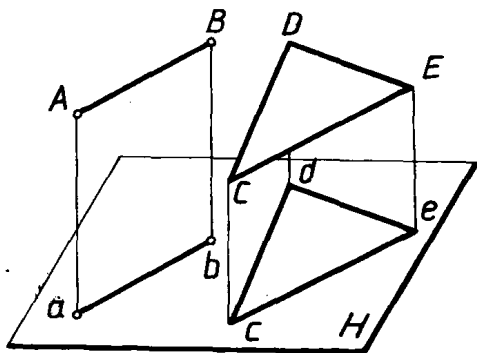
如果空间线段和平面图形均与投影面平行,它们在该投影面上的投影反映线段的实长和平面图形的实形。如图 1—4(c)所示,线段 AB 和 $\triangle CDE$ 均平行于 H 面,则它们在 H 面上的投影 $ab = AB$, $\triangle cde = \triangle CDE$ 。



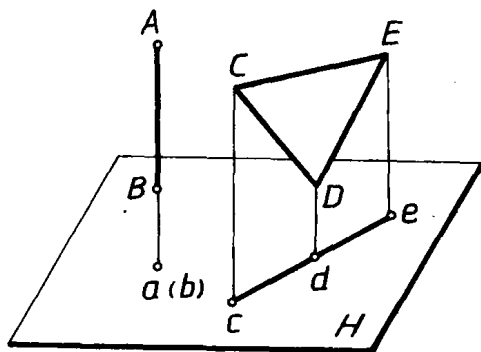
(a)



(b)



(c)



(d)

图 1—4 平行投影的性质

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 ab 积聚为一点, $\triangle CDE$ 的投影 cde 积聚为一直线。

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 多面正投影图

如果使图 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 面垂直的棱线和棱面,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(I)、(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。

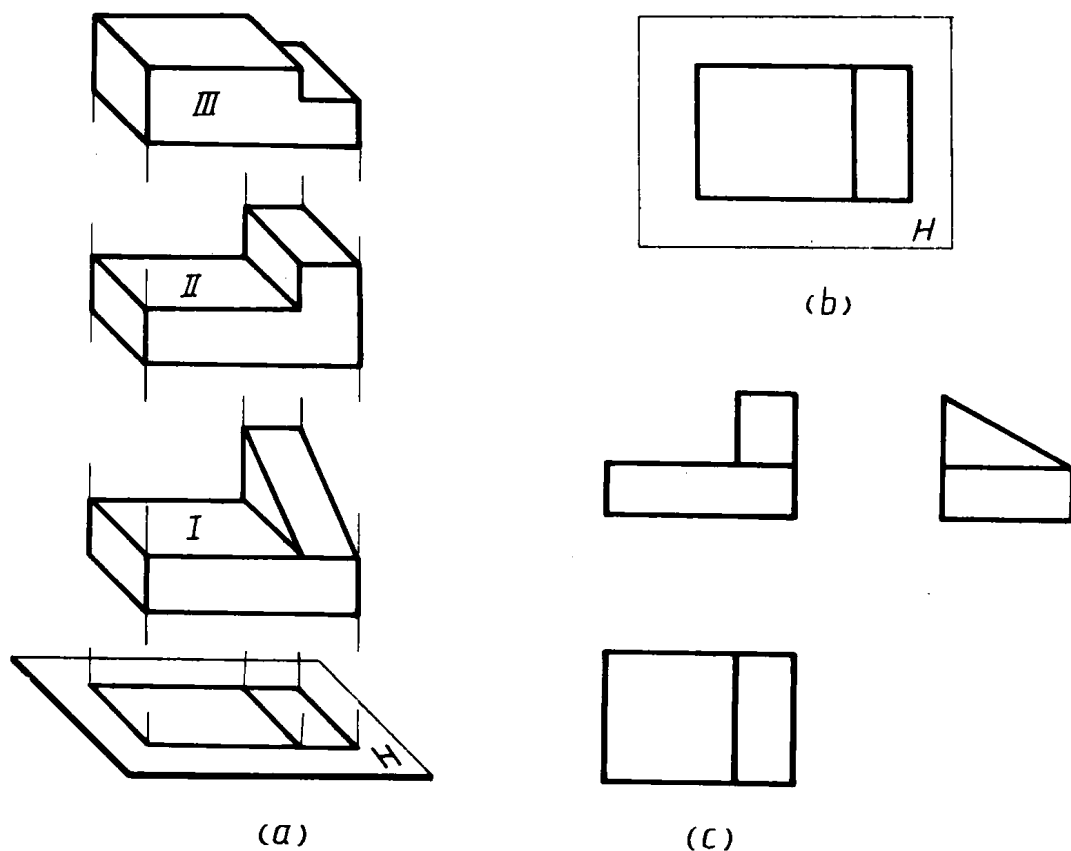


图 1—5 物体的单面和三面投影

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。如图 1—5(c)所示,为图 1—5(a)中物体(I)的三面正投影图。它是用正投影法,从物体的正面、顶面和侧面分别向三个相互垂直的投影面上进行投影(参见附体视图 1),然后按一定规则展开得到的。这种投影图,称为多面正投影图。

因为多面正投影图有作图方便和易于度量的优点,所以它是工程中最广泛应用的一种图示方法,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和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。

第二章 点、直线和平面

§ 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。

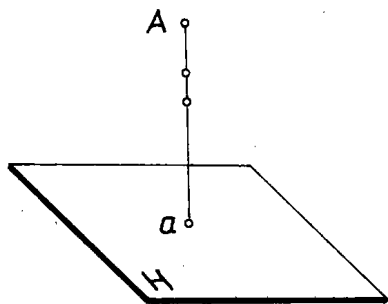


图 2—1 点的单面投影

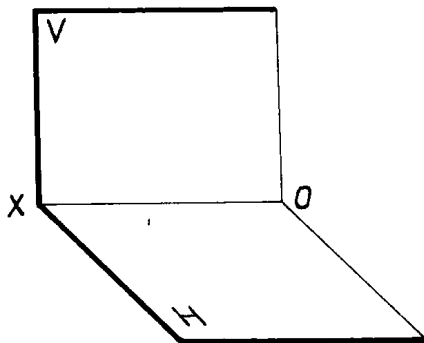


图 2—2 两投影面体系

(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(图 2—3(c)):

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 $a'a_x = Aa$ 。

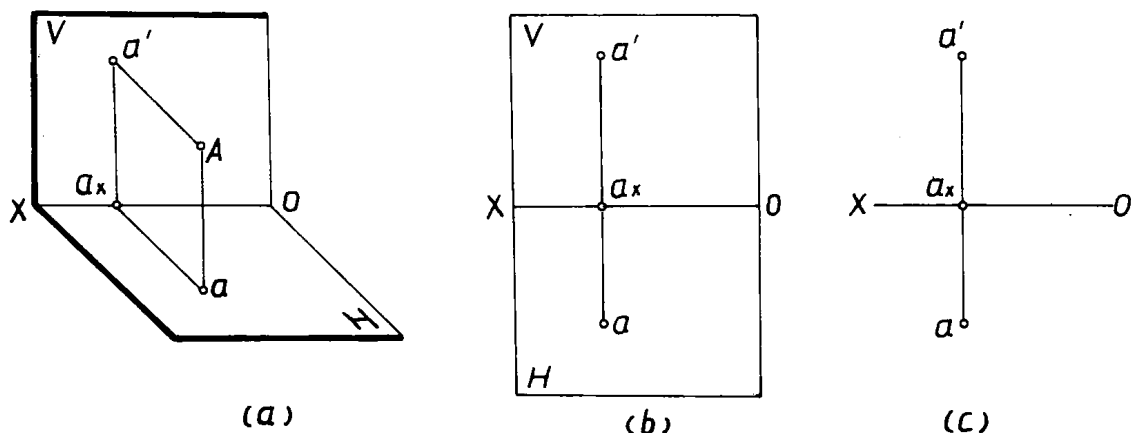


图 2—3 点的两面投影

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 面和 V 面内的点, a 与 A 重合, b' 和 B 重合, a' 和 b 位于 OX 轴上。

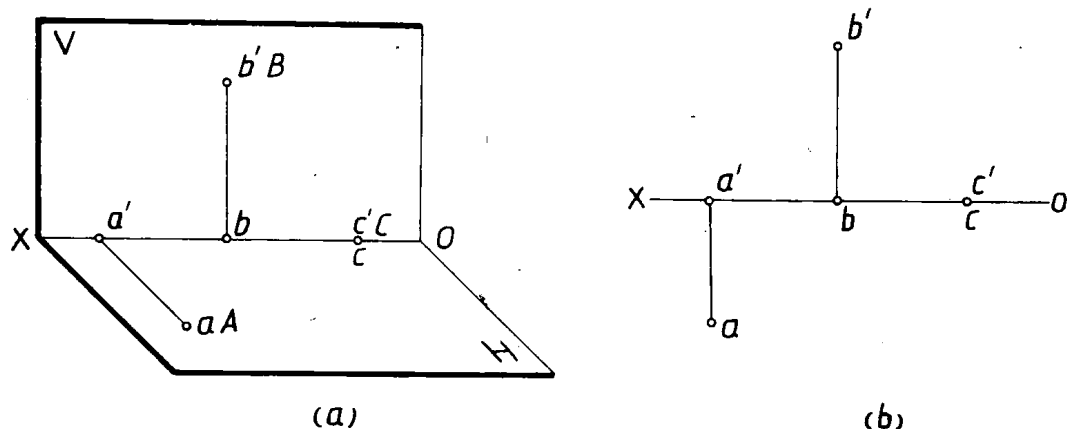


图 2—4 投影面和投影轴上的点

在 OX 轴上的点,到 H 面、 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; 而在第二分角内的点 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; 在第三分角内的点 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; 在第四分角内的点 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。

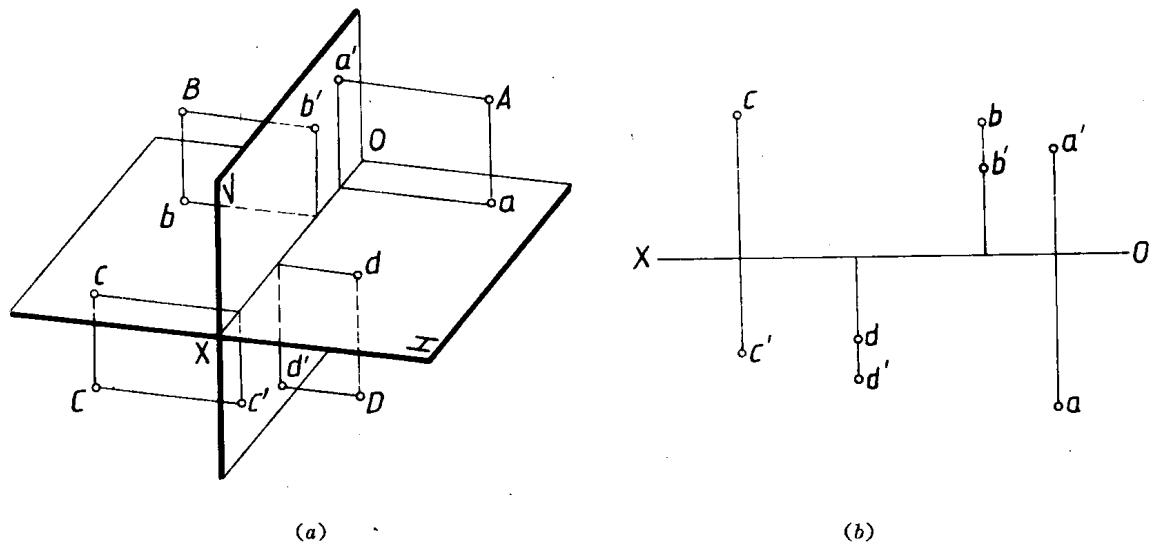


图 2—5 点在四个分角内的投影

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内。

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 面和 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。

(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

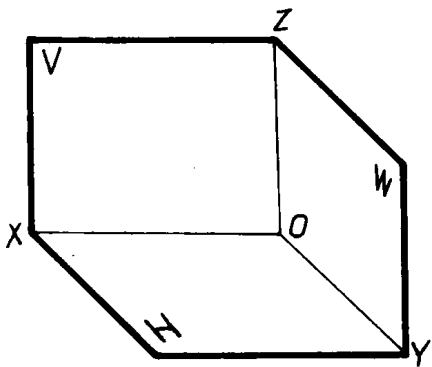


图 2—6 三投影面体系