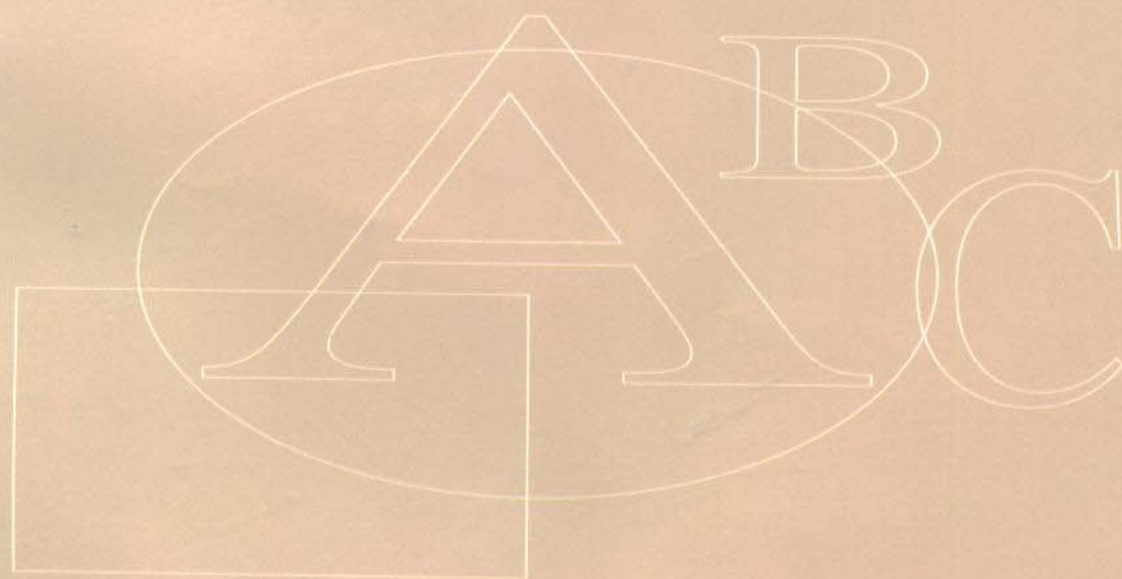


高等学校教材

机械制图

(非机械类专业适用)

高德源 主编



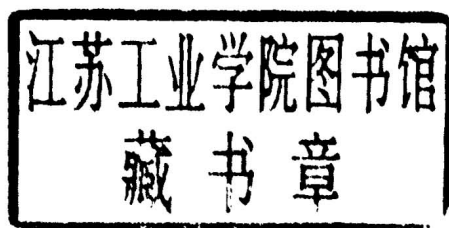
机械工业出版社

高等学校教材

机 械 制 图

(非机械类专业适用)

高德源 主编



机械工业出版社

本书内容有：正投影法基础；直线与平面、平面与平面的相对位置；投影变换；立体的投影；立体表面交线；制图基本知识；组合体的视图；轴测投影图；机件常用的表达方法；标准件和常用件；零件图；装配图；计算机绘图；书后附有常用标准摘录。

本书采用国家技术监督局 1996 年 3 月发布的“技术制图与机械制图”国家标准。计算机绘图重点介绍 Auto CAD 绘图软件包。

本书可作为高等学校非机械类各专业的教材，参考学时 60~80 课时，也可供职大、电大、函大及其它类型学校师生使用，还可供工程技术人员参考。

机械制图

(非机械类专业适用)

高德源 主编

*

责任编辑：蔡耀辉 刘焯 版式设计：张世琴

封面设计：赵京京 责任校对：张佳

责任印制：王国光

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

北京房山区印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 · 印张 16.25 · 字数 395 千字

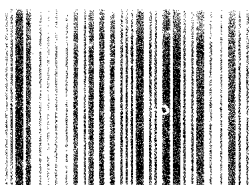
1998 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

印数 0 001—3 000 定价：22.00 元

*

ISBN 7-111-05947-6/TH·819 (课)

ISBN 7-111-05947-6



9 787111 059479 >

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

前言

本书是以国家教委高教司〔1995〕对高等学校工科本科非机械类专业《画法几何及工程制图课程教学基本要求》为依据编写的。并采用了国家技术监督局 1996 年 3 月发布的《技术制图与机械制图》国家标准。

在编写中，融入了近年来本学科教学改革的经验 and 成果；在组织教材内容和选择图例方面，尽量采用最新国家标准；在叙述上力求精炼；在内容上力求重点突出；在语言上力求规范；在难易程度上力求符合学生实际及大纲的要求。

为培养复合型人才，增加了选修课程，非机类本课程课时较少，因此在内容上既要兼顾到课程的系统性又要严格执行课程“教学基本要求”。注重循序渐进的培养学生的空间思维和逻辑思维能力。

第十三章除介绍计算机绘图基本原理外，还重点介绍了 Auto CAD 绘图软件包。

本书编写人员如下：江渡（第十三章），陈明（第二章），史颜敏（第六章），高德源（其余 10 章）。全书由高德源任主编，由田庚明教授审阅。

在编写中得到辽宁工学院各级领导及工程图学教研室全体教师的大力支持，在此表示感谢。

由于作者水平有限，时间仓促，书中会有一些缺点和不当之处，欢迎批评指正。

编者

1997 年 4 月

目 录

前言		第三节 读组合体视图	90
绪论	1	第四节 组合体的尺寸标注	95
第一章 正投影法基础	3	第五节 第三角画法简介	98
第一节 投影法的基本概念	3	第八章 轴测投影图	100
第二节 正投影的基本特性	4	第一节 轴测投影图的基本知识	100
第三节 点的投影	5	第二节 正等测的画法	101
第四节 点的相对位置和重影点	8	第三节 斜二测的画法	108
第五节 直线的投影	9	第九章 机件常用的表达方法	111
第六节 直线上的点	11	第一节 视图	111
第七节 两直线的相对位置	13	第二节 剖视图	114
第八节 平面的投影	15	第三节 剖面图	124
第二章 直线与平面、平面与平面的相对位置	21	第四节 局部放大图、简化画法、规定画法	127
第一节 平行问题	21	第五节 表达方法综合举例	130
第二节 相交问题	23	第十章 标准件和常用件	133
第三章 投影变换	27	第一节 螺纹和螺纹紧固件	133
第一节 变换投影面法	27	第二节 齿轮的画法	143
第二节 换面法的应用举例	34	第三节 键及其联接	147
第四章 立体的投影	37	第四节 销及其联接	151
第一节 平面立体	37	第五节 滚动轴承	152
第二节 回转体	41	第六节 弹簧	156
第五章 立体表面交线	48	第十一章 零件图	159
第一节 平面立体的截交线	48	第一节 零件图的内容	159
第二节 曲面立体的截交线	51	第二节 零件图的视图选择及尺寸标注	160
第三节 两曲面立体相贯	59	第三节 表面粗糙度	165
第六章 制图基本知识	64	第四节 公差与配合和形位公差简介	172
第一节 国家标准关于制图的一些规定	64	第五节 零件结构的工艺性	179
第二节 绘图工具及使用	75	第六节 看零件图	181
第三节 几何作图	79	第七节 零件测绘	184
第四节 平面图形的画法	83	第十二章 装配图	187
第七章 组合体的视图	85	第一节 装配图的作用和内容	187
第一节 组合体的形体分析	85	第二节 装配图的表达方法	189
第二节 画组合体视图	87		

第三节	装配图的尺寸标注	190	第四节	Auto CAD 常用命令	
第四节	装配图中的零、部件序号		介绍	209	
	和明细栏	191	附录	223	
第五节	装配结构的合理性	192	一、常用的机械加工一般标准和零件		
第六节	由零件图画装配图	194	结构要素	223	
第七节	看装配图、由装配图拆画零		二、常用金属材料	225	
	件图	197	三、公差与配合	229	
第十三章	计算机绘图	204	四、螺纹及螺纹紧固件	232	
第一节	概述	204	五、键和销	246	
第二节	微型计算机绘图系统	205	六、滚动轴承	250	
第三节	Auto CAD 绘图软件包	207	参考文献	253	

绪 论

一、课程的研究对象

在工业生产中,无论是设计、制造、使用、维修各种机器、设备、仪器和仪表等,都要用图样来交流技术思想。因此,图样是工业生产中一项重要的技术资料,是技术交流中的重要工具,是工程界的语言。

图样是根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要技术说明的图。

图是用点、线、符号、文字和数字等描绘物体几何特性、形态、位置及大小的一种形式。

机械制图是研究绘制和阅读机械工程图样的一门学科。画法几何是用投影法来研究图解法和图示法的一门学科,它为机械制图提供原理和方法。

图解法是研究用几何作图解答空间几何问题的原理和方法。图示法是研究空间几何元素在平面上的投影原理和表示方法。

本课程包括画法几何和机械制图两部分内容。

二、课程的性质和任务

图样是工业生产的依据,而本课程是研究工程图样的,因此它是一门既有系统理论,又有很强的实践性的重要技术基础课。

本课程的主要任务是:

1. 掌握正投影法的基本理论及其应用。
2. 培养绘制和阅读机械图样的能力。
3. 培养图解空间几何问题的能力。
4. 培养对物体的三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。
5. 培养计算机绘图的初步能力。
6. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。此外,在教学过程中还必须有意地培养自学能力、分析能力和解决问题的能力。

三、课程的基本要求

1. 掌握用正投影法表达空间几何形体及图解简单几何问题的基本理论和方法。了解轴测投影的基本知识,掌握简单组合体正等测和斜二测的画法。
2. 能正确地使用绘图工具和仪器,初步掌握使用仪器和徒手作图的技能。
3. 能阅读和绘制常见的机器或部件的零件图和装配图。绘制的图样应做到:投影正确,视图选择与配置恰当,尺寸完整、清晰,字体工整,图面整洁,并符合《技术制图与机械制图》国家标准的规定。
4. 初步了解计算机绘图的基本知识,学会简单图形的计算机绘制方法。

四、学习方法

1. 学习投影理论时,必须以初等几何知识为基础,循序渐进、全面准确地掌握基本概念,并做到融汇贯通。

还要结合大量的由浅入深的绘图和读图实践，不断地进行由平面图形到空间形体，由空间形体到平面图形的反复思维过程，逐步提高空间逻辑思维能力和形象思维能力，从而掌握投影理论、作图方法等知识。

2. 机械制图部分的实践性很强，在掌握基本作图原理、方法的同时，还要懂得一些“制造工艺”及“结构设计”方面的知识，要熟悉《技术制图与机械制图》国家标准的各项规定，按正确的作图方法，认真的进行绘图技能训练，耐心细致的完成习题集及板图作业，使学生形成初步的绘图和读图能力，这种能力，在后继课程及工作实践中会得到进一步提高。

第一章 正投影法基础

第一节 投影法的基本概念

一、投影法

如图 1-1 所示, 当用光线照射矩形 $ABCD$ 时, 在平面 V 上就会得到一个类似图形。这光线称为投射射线。把投射射线通过物体 (矩形 $ABCD$) 向选定的面 (平面 V) 投射, 并在该面上得到图形 (矩形 $abcd$) 的方法称为投影法。

投影法中得到投影的面 (平面 V) 称为投影面。根据投影法所得到的图形称为投影。例如矩形 $abcd$ 为矩形 $ABCD$ 在投影面 V 内的投影。 a 、 b 、 c 、 d 分别为 A 、 B 、 C 、 D 四点在投影面 V 内的投影。

二、投影法的分类

1. 中心投影法

投射射线汇交于一点的投影法称为中心投影法, 如图 1-1 所示。

2. 平行投影法

投射射线相互平行的投影法, 称为平行投影法, 如图 1-2 所示。

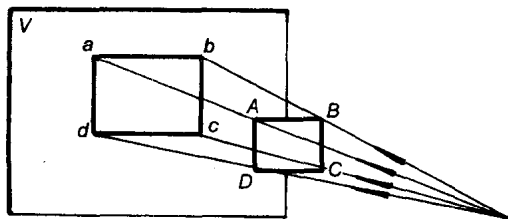


图 1-1 中心投影法

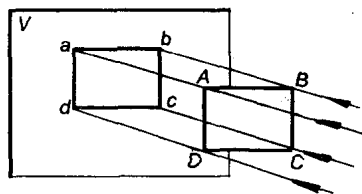
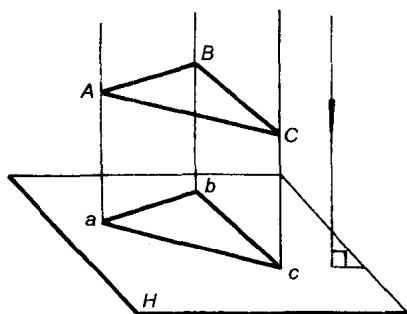


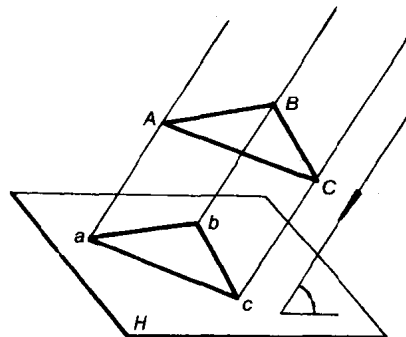
图 1-2 平行投影法

3. 平行投影法的分类

平行投影法因投射方向不同可分为正投影法和斜投影法, 如图 1-3 所示。



a)



b)

图 1-3 正投影法与斜投影法

a) 正投影法 b) 斜投影法

正投影法 投射线与投影面相垂直的平行投影法, 如图 1-3a 所示。

正投影图 根据正投影法所得到的图形。称为正投影图, 如图 1-3a 中的 $\triangle abc$ 。

斜投影法 投射线与投影面倾斜的平行投影法, 如图 1-3b 所示。

斜投影图 根据斜投影法所得到的图形。称为斜投影图, 如图 1-3b 中的 $\triangle abc$ 。

第二节 正投影的基本特性

一、真实性

平行于投影面的线段投影反映线段实长, 平行于投影面的平面投影反映平面的实形。这种投影特性称为真实性, 如图 1-4 所示。

二、重影性

当直线或平面与投影面垂直时, 则直线的投影重影为一点, 平面的投影重影为一直线, 这种投影特性称为重影性, 也称积聚性, 如图 1-5 所示。

三、类似性

当线段或平面与投影面倾斜时, 则线段的投影仍为线段但长度变短, 平面的投影仍为平面但形状变小, 为原图形的类似形。这种投影特性称为类似性, 如图 1-6 所示。

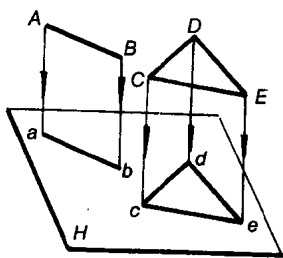


图 1-4 真实性

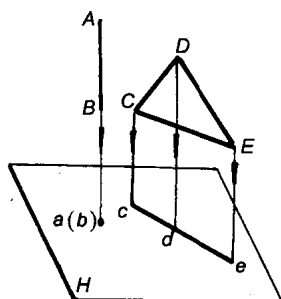


图 1-5 重影性

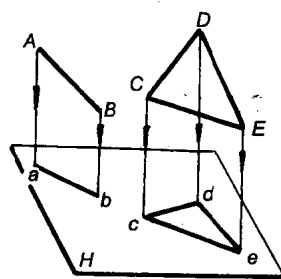


图 1-6 类似性

四、从属性

点在直线上, 则点的投影必在该直线的同面投影上, (即同一投影面上的投影) 如图 1-7 所示; 直线在平面上, 则该直线的投影必在该平面的同面投影上, 如图 1-8 所示。

五、定比性

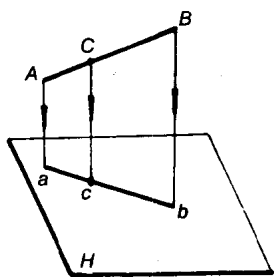


图 1-7 从属性及定比性

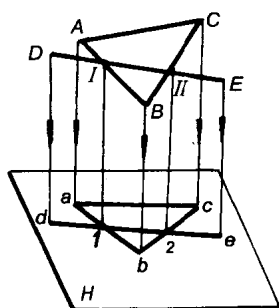


图 1-8 直线的从属性

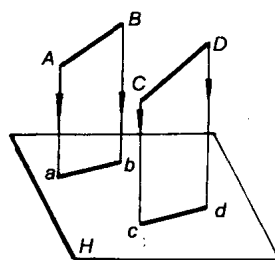


图 1-9 平行性

不垂直于投影面的直线段上的点, 分割线段之比, 等于线段同面投影之比。即 $\frac{AC}{CB} = \frac{ac}{cb}$, 如图 1-7 所示。

六、平行性

若空间两直线平行, 则其同面投影仍相互平行, 如图 1-9 所示。

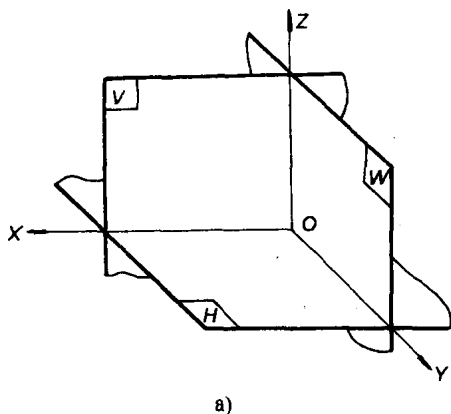
第三节 点的投影

一、三投影面体系

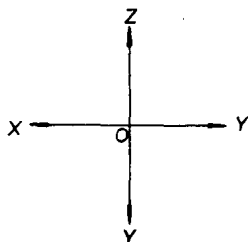
点的一个投影不能确定空间点的位置, 因此工程上采用多面正投影。

以相互垂直的三个平面作为投影面, 便组成了三投影面体系, 如图 1-10a 所示。正立放置的投影面称为正立投影面, 简称正面, 用 V 表示; 水平放置的投影面称为水平投影面, 简称水平面, 用 H 表示; 侧立放置的投影面称为侧立投影面, 简称侧面, 用 W 表示。

在投影法中, 相互垂直的投影面之间的交线称为投影轴。在多面正投影中, 相互垂直的三根投影轴分别用 OX 、 OY 、 OZ 表示, 如图 1-10b 所示。



a)



b)

图 1-10 三投影面体系

a) 轴测图 b) 投影轴

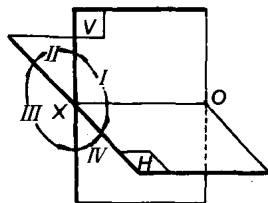


图 1-11 四个分角

用水平与铅垂两投影面将空间分成的各个区域称为分角。图 1-11 中分成 I 至 IV 四个分角。将物体置于第一分角内, 并使其处于观察者与投影面之间而得到正投影的方法称为第一角画法, 我国采用第一角画法。

二、点在三投影面体系中的投影规律

如图 1-12a 所示, 由空间点 A 分别作投射射线垂直于 H 、 V 、 W 投影面, 投射射线与投影面交得的垂足为 a 、 a' 、 a'' , 分别称为水平投影、正面投影和侧面投影。

为使各面投影画在同一图面上, 规定 V 面不动, 分别将 H 面绕 OX 轴向下转 90° , 将 W 面绕 OZ 轴向后转 90° , 并使 H 、 W 、 V 三面共面。画投影图时, 不必画出投影面的边框, 如图 1-12b 所示。

从图 1-12a 可知, 由于 $Aa \perp H$; $Aa' \perp V$, 所以, 由投射射线构成的面 Aaa_xa' 同时垂直于 H 面和 V 面, 而 H 和 V 两面又垂直, 所以 $aa_x \perp a'a_x$, $aa_x \perp OX$, $a'a_x \perp OX$, 展平后就是 $aa' \perp OX$ 。同理可得 $a'a'' \perp OZ$; $aa_y \perp OY$ 、 $a''a_y \perp OY$ 。结论是:

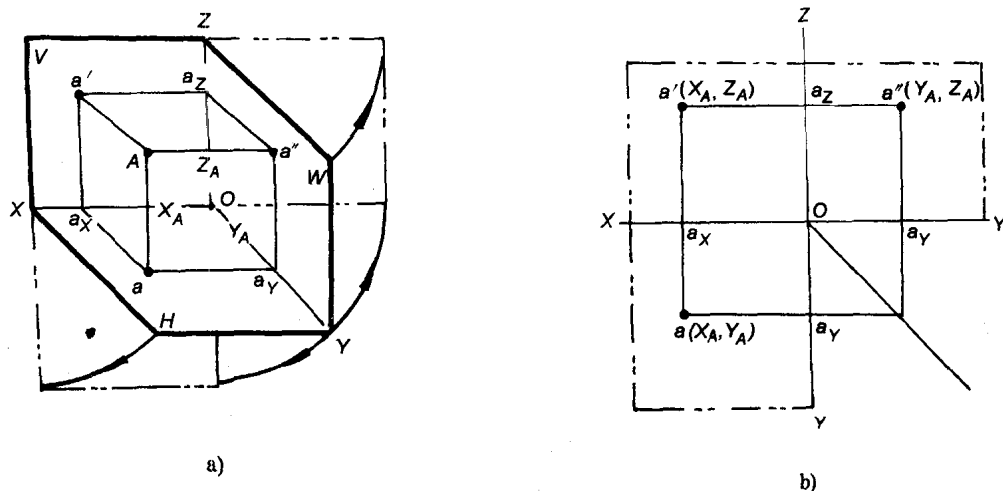


图 1-12 点在三投影面体系中的投影

a) 轴测图 b) 投影图

1. 点的两面投影的连线分别垂直于相应的投影轴。

因为 $Aa \parallel a'a_x$, $Aa' \parallel aa_x$, $aa_x \perp a'a_x$, 所以面 $Aa a_x a'$ 为矩形。由于矩形对边相等, 所以 $aa_x = Aa'$, $a'a_x = Aa$ 。同理可得, $a'a_z = Aa''$, $a''a_z = Aa'$; $a''a_y = Aa$, $aa_y = Aa''$ 。

2. 点的水平投影到投影轴 OX 的距离等于空间点到 V 面的距离; 点的正面投影到投影轴 OX 的距离等于空间点到 H 面的距离……。

如果把三投影面体系视为空间直角坐标系, 投影面视为坐标面, 投影轴视为坐标轴, O 视为坐标原点, 由于 $Aa a_x a' a_z a'' a_y O$ 为长方体, 有如下结论:

$$a'a_z = aa_y = Aa'' = X_A \quad (\text{点 } A \text{ 到 } W \text{ 面的距离})$$

$$aa_x = a''a_z = Aa' = Y_A \quad (\text{点 } A \text{ 到 } V \text{ 面的距离})$$

$$a'a_x = a''a_y = Aa = Z_A \quad (\text{点 } A \text{ 到 } H \text{ 面的距离})$$

显然 a' 由 X_A 、 Z_A 确定; a 由 X_A 、 Y_A 确定; a'' 由 Y_A 、 Z_A 确定。如图 1-12b 所示。

如果已知点的坐标或任意两个投影就能画出其投影图或第三投影。

例 1 已知点 A 的两面投影 a' 、 a'' , 求其水平投影 a , 如图 1-13a 所示。

作图 见图 1-13b。

1. 过 a' 作 $a'a_x \perp OX$ 。

2. 过 a'' 作 $a''a_y \perp OY$, 使 $a''a_y$ 与 45° 斜线相交, 过交点作 $aa_y \perp OY$ 。

3. $aa_y \cap a'a_x = a$ 。

例 2 已知 $A(20, 15, 10)$; $B(25, 10, 0)$; $C(15, 0, 0)$ 。作出各点的三面投影。

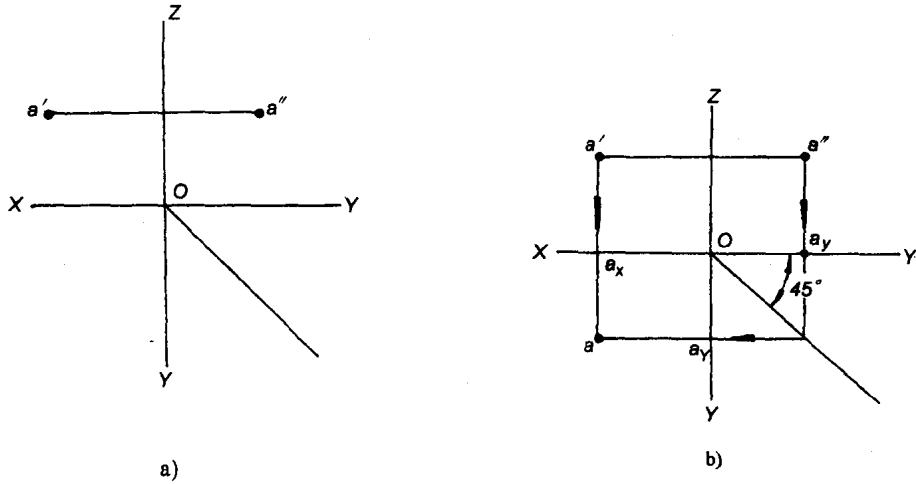


图 1-13 根据点的两个投影求第三投影

a) 已知 b) 作图

A 点的作图 见图 1-14a。

1. 从点 O 开始在 OX 轴上量取 $Oa_x = X_A = 20$ ；在 OY 轴上量取 $Oa_y = Y_A = 15$ ；在 OZ 轴上量取 $Oa_z = Z_A = 10$ 。

2. 从 a_x 、 a_y 、 a_z 各点作其所在轴的垂线，则 $aa_x \cap aa_y = a$ ； $a'a_x \cap a'a_z = a'$ ； $a''a_y \cap a''a_z = a''$ 。

B 点的作图 见图 1-14b。

1. 在 OX 轴上量取 $Ob_x = X_B = 25$ ；在 OY 轴上量取 $Ob_y = 10$ 。

2. 从 b_x 、 b_y 作其所在轴的垂线，则 $bb_x \cap bb_y = b$ 。因点 B 的 Z 坐标为 0，则点 B 在 H 面内其水平投影与点 B 重合，点的另外两个投影在投影轴上。所以 b' 与 b_x 重合， b'' 与 W 面内的 b_y 重合。

C 点的作图 见图 1-14b。

从 O 点在 X 轴上量取 $Oc_x = X_c = 15$ ，由于 $Y_c = Z_c = 0$ ，所以 C、C' 与 C_x 重合，C'' 与原点重合。

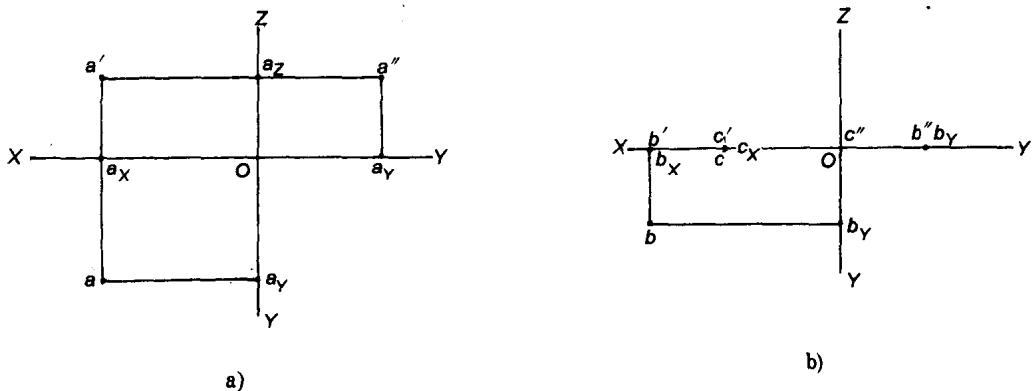


图 1-14 根据点的坐标作投影图

a) A 点的作图 b) B、C 点的作图

第四节 点的相对位置和重影点

一、两点相对位置的判断方法

从图 1-15a 可知, A 点在 B 点的左、下、前方。两点的上下、左右、前后这种位置关系, 可用两点同面投影的相对位置和坐标的大小来判别。如图 1-15b 中, 以 B 点为准, b' 在 a' 的右边, $X_A > X_B$, 表示 A 点在 B 点的左边。 b' 在 a' 的上方, $Z_B > Z_A$, 表示点 A 在点 B 的下方。 a 在 b 的前边, $Y_A > Y_B$, 表示点 A 在点 B 的前边。

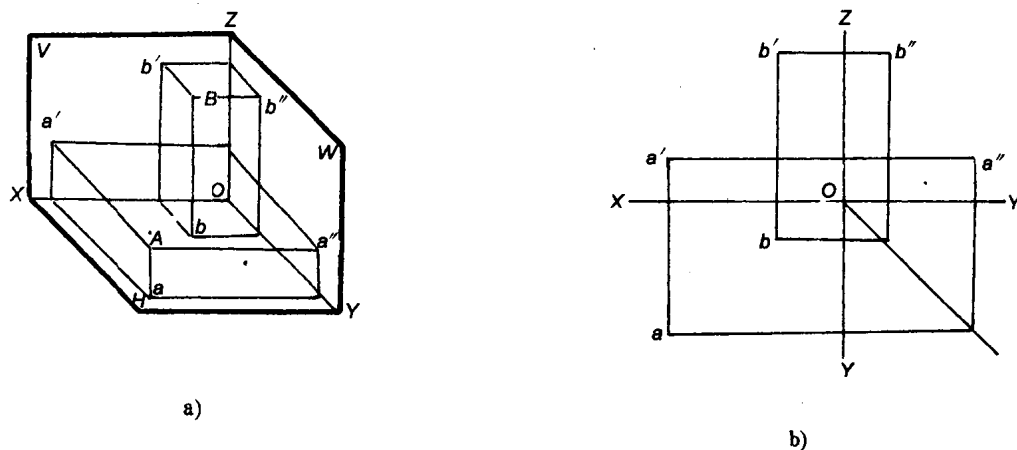


图 1-15 两点的相对位置

a) 轴测图 b) 投影图

二、重影点

如图 1-16 所示, A 点和 B 点位于垂直 H 面的同一条投射线上, A 点和 C 点位于垂直于 V 面的同一条投射线上, 因此 A 和 B 的水平投影重合, A 和 C 的正面投影重合。

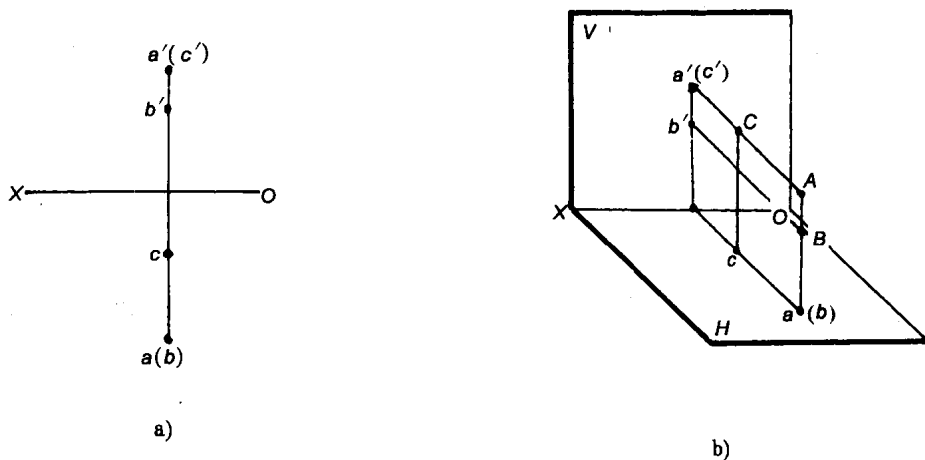


图 1-16 重影点

a) 投影图 b) 轴测图

若空间两点在某个投影面上的投影重合，称为对该投影面的重影点。

重影点的两对同名坐标相等。例如 A 点和 B 点为对 H 面的重影点，两点的 X 坐标和 Y 坐标相同。 $Z_A > Z_B$ ，故 A 在 B 之上， a 可见 b 不可见， B 点的水平投影加括号 (b) 以示区别。 A 点和 C 点为对 V 面的重影点，两点的 Z 坐标及 X 坐标相同， $Y_A > Y_C$ ，故 A 在 C 之前， a' 可见 c' 不可见写成 (c') 。

第五节 直线的投影

直线的投影一般情况下仍为直线。直线上两点某一同面投影的连线，就是直线在该投影面内的投影。

按直线相对于投影面的位置不同投影特性可分为三类，即一般位置直线，投影面平行线和投影面垂直线。后两类为特殊位置直线。

1. 一般位置直线

对于三个投影面都倾斜的直线，称为一般位置直线，如图 1-17 中的直线 AB 。

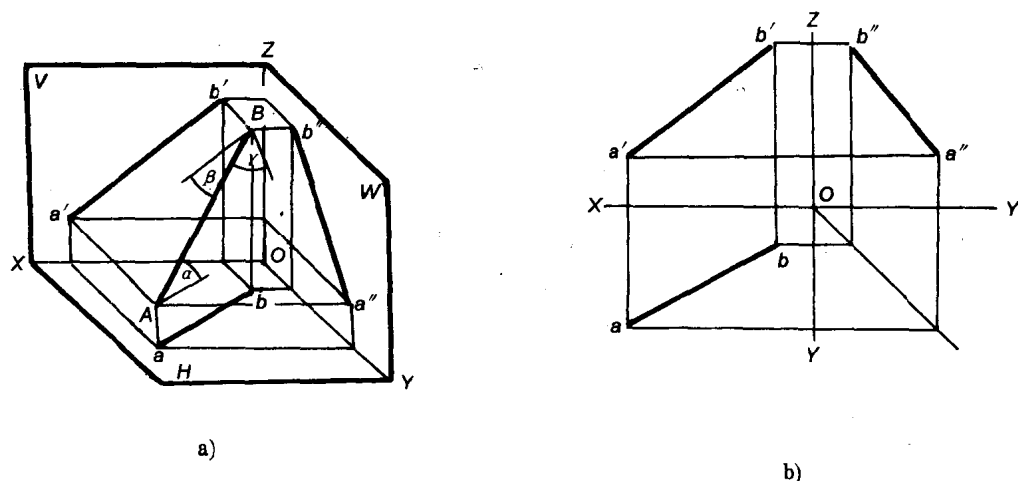


图 1-17 一般位置直线的投影特性

a) 轴测图 b) 投影图

直线 AB 与其水平投影 ab 、正面投影 $a'b'$ 、侧面投影 $a''b''$ 间的夹角，称为直线 AB 对 H 、 V 和 W 三个投影面的倾角，分别用 α 、 β 、 γ 表示。其中： $ab = AB \cos \alpha$ ， $a'b' = AB \cos \beta$ ， $a''b'' = AB \cos \gamma$ 。也就是直线段的三面投影都小于线段实长。

一般位置直线的投影特性：

- (1) 三个投影不反映实长，长变短。
- (2) 三个投影都倾斜于投影轴，它们与投影轴的夹角不反映直线对投影面的倾角。

2. 投影面平行线

指直线平行于一个投影面，倾斜于其它两个投影面。其中，与 H 面平行的直线称为水平线；与 V 面平行的直线称为正平线；与 W 面平行的直线称为侧平线。它们的投影特性见

表面 1-1。

表 1-1 投影面平行线的投影特性

名称	正平线 ($\parallel V$, 倾斜于 H 、 W)	水平线 ($\parallel H$, 倾斜于 V 、 W)	侧平线 ($\parallel W$, 倾斜于 V 、 H)
轴测图			
投影图			
投影特性	$a'b' = AB$ $ab \parallel OX$; $a''b'' \parallel OZ$ $ab < AB$; $a''b'' < AB$ $a'b' \cap OX = \alpha$ $a'b' \cap OZ = \gamma$	$cd = CD$ $c'd' \parallel OX$, $c''d'' \parallel OY$. $c'd' < CD$; $c''d'' < CD$ $cd \cap OX = \beta$ $cd \cap OY = \gamma$	$e''f'' = EF$ $ef \parallel OY$; $e'f' \parallel OZ$ $ef < EF$; $e'f' < EF$ $e''f'' \cap OZ = \beta$, $e''f'' \cap OY = \alpha$
投影特性小结	- 在与直线平行的投影面上的投影, 反映直线的实长 - 在另外两个投影面上的投影, 平行于相应的投影轴, 且长度变短 - 直线反映实长的投影与投影轴的夹角, 分别反映直线对另外两个投影面的倾角		

3. 投影面垂直线

指直线垂直于一个投影面, 平行于其它两个投影面。其中, 与 H 面垂直的直线称为铅垂线; 与 V 面垂直的直线称为正垂线, 与 W 面垂直的直线称为侧垂线。它们的投影特性见表 1-2。

表 1-2 投影面垂直线的投影特性

名称	正垂线 ($\perp V$ 、 $\parallel H$ 、 $\parallel W$)	铅垂线 ($\perp H$ 、 $\parallel V$ 、 $\parallel W$)	侧垂线 ($\perp W$ 、 $\parallel V$ 、 $\parallel H$)
轴测图			
投影图			
投影特性	1. a' 、 b' 积聚为一点 2. $ab \parallel OY$, $a''b'' \parallel OY$ $ab = a''b'' = AB$	1. c 、 d 积聚为一点 2. $c'd' \parallel OZ$; $c''d'' \parallel OZ$ $c'd' = c''d'' = CD$	1. e' 、 f' 积聚为一点 2. $ef \parallel OX$, $e''f'' \parallel OX$ $ef = e''f'' = EF$
投影特性小结	1. 在与直线垂直的投影面上的投影、积聚为一点 2. 在另外两个投影面上的投影, 平行于相应的投影轴, 且反映实长		

第六节 直线上的点

一、直线上点的投影

点在直线上, 则点的各个投影一定在直线的同面投影上; 反之, 点的各个投影在直线的同面投影上, 则该点一定在直线上。

如图 1-18 所示, 根据从属性, 若 $C \in AB$, 则 $c \in ab$, $c' \in a'b'$, $c'' \in a''b''$; 反之亦然。

二、点分割线段成定比

点分割线段之比等于线段各个同面投影之比。在图 1-18 中, C 分割 AB 成 AC 、 CB 两段, 根据定比性, $AC:CB = ac:cb = a'c':c'b' = a''c'':c''b''$ 。