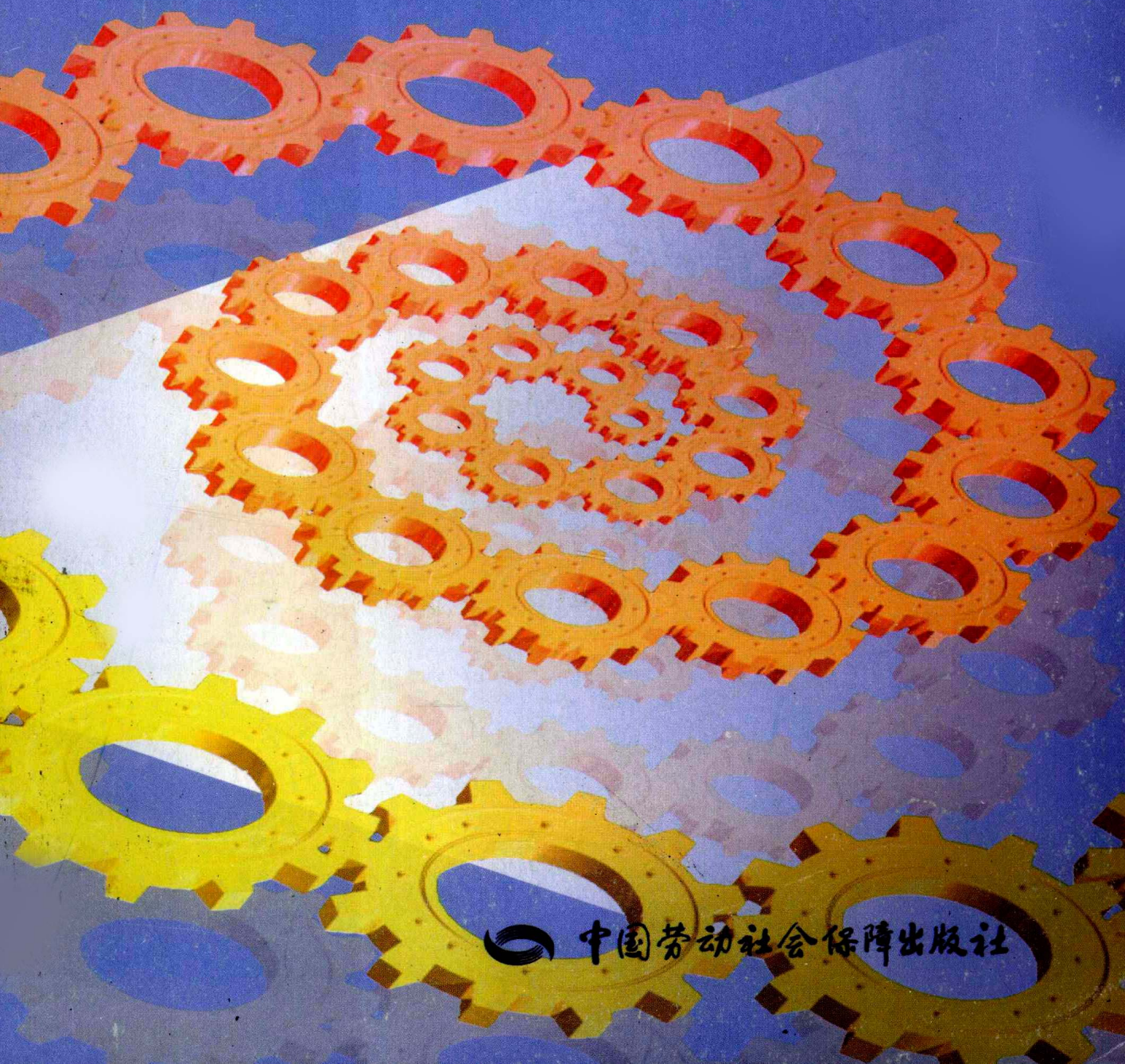


机械类

高级技工学校统编教材 高级工培训教材

机械制图



中国劳动社会保障出版社

机械类

高级技工学校统编教材
高级工培训教材

机械制图

高级技工学校机械类教材编审委员会组织编写

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/闫荣芝编著. —北京: 中国劳动社会保障出版社, 1998
高级技工学校机械类统编教材
ISBN 7-5045-2291-0

- I. 机…
- II. 闫…
- III. 机械制图-技工学校-教材
- IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (98) 第 18561 号

机械制图

高级技工学校机械类教材编审委员会组织编写
中国劳动社会保障出版社出版发行
(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)
责任编辑: 王绍林

*

北京市艺辉印刷有限公司印刷装订 新华书店经销
787 毫米×1092 毫米 16 开本 8 印张 198 千字
1998 年 3 月北京第 1 版 2006 年 5 月北京第 13 次印刷
印数: 12000 册
定价: 11.50 元

读者服务部电话: 010 - 64929211

发行部电话: 010 - 64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010 - 64911344

高级技工教育是较高层次的职业技术教育。发展高级技工教育既是我国经济发展和现代化建设的需要，也是提高劳动者素质的需要。为加快培养高级技能人才，原劳动部从1990年开始试办高级技工学校，之后又在省级以上重点技工学校中选择了一批骨干学校陆续建立起高级技工学校几十所。几年来，这些高级技工学校已经成为高级职业培训基地，承担着培养高级技术工人、技师、生产实习指导教师以及其他高级技能人才的任务。

为了规范高级技工学校的教学，较好地解决教材的使用问题，1995年3月，原劳动部职业技能开发司会同原机械工业部教育司和中国航空工业总公司教育局，共同召开了高级技工学校机械类教学计划研讨会，提出“制订教学计划，并通过教学计划对培养目标进行质量检查，是保证高级技工学校健康发展的重要条件”。本套高级技工学校机械类统编教材，就是根据会议通过的高级技工学校机械类教学计划组织编写的。

本套教材以国家颁布的《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》为依据，文化基础课教材突出了实用性和服务性；专业课教材注意了从技能培养的需要出发确定编写内容，力求紧密结合企业的技术和生产实际；专业技能训练教材大量吸收了现场工人在生产中总结出来的操作经验和特殊技巧，补充了相关的专业知识，并介绍了国内较先进的技术和工艺。基本做到了从专业工种的实际需要出发，重点讲清知识应用的条件、方法和手段，使文化基础课为专业课服务，

专业课为技能训练服务,最终提高学生的操作技能和分析、解决实际问题的能力。

本套教材既可以作为高级技工学校的教材,也可以作为高级技工的培训教材。但由于我国高级技工教育正处在发展阶段,教材建设还存在着各种各样的问题,因此在选用本套教材时,一定要结合本单位的实际情况安排教学。

在近两年的教材编审工作中,得到了有关方面的大力支持,特别是一些高级技工学校的教师,承担了大量的编审任务,在此一并致以诚挚的感谢。欢迎大家在使用中将发现的问题及时反馈给我们,以便适时修订。

高级技工学校机械类教材编审委员会

1998年12月

简 介

为了更有效地培养高级技能人才，自1995年起，原劳动部、原机械工业部和中国航空工业总公司依据国家《工人技术等级标准》和《职业技能鉴定规范》，共同组织编写了一套机械类高级技工学校统编教材，本书是其中的一本。

本书主要内容有：点、线、面投影，直线与平面、平面与平面的相对位置，投影变换，立体表面交线，零件图，装配图，制图的基本知识与绘图方法等。

本书可作为高级技工学校机械专业、中级技工学校机械高级班的教材，也可作企业高级工培训和工人自学用书。

本书由山东省威海市高级技校闫荣芝编写，江苏省常州市高级技校胡怀忠审稿。

目 录

绪 论	(1)
第一章 点、线、面的投影	(2)
§ 1.1 点的投影	(2)
§ 1.2 直线的投影	(4)
§ 1.3 平面的投影	(13)
第二章 直线与平面、平面与平面的相对位置	(20)
§ 2.1 平行	(20)
§ 2.2 相交	(22)
§ 2.3 垂直	(27)
第三章 投影变换	(32)
§ 3.1 概述	(32)
§ 3.2 变换投影面法	(32)
§ 3.3 旋转法	(39)
第四章 立体表面交线	(45)
§ 4.1 概述	(45)
§ 4.2 截交线	(45)
§ 4.3 相贯线	(50)
§ 4.4 机件表面交线的轴测投影	(58)
§ 4.5 轴测剖视图的画法	(59)
第五章 零件图	(62)
§ 5.1 概述	(62)
§ 5.2 典型零件分析	(63)
§ 5.3 零件的表达方法	(69)
§ 5.4 零件图的尺寸标注与技术要求	(74)
§ 5.5 零件图上常见的工艺结构	(81)

§ 5.6	读零件图	(85)
§ 5.7	零件的测绘	(87)
第六章	装配图	(89)
§ 6.1	概述	(89)
§ 6.2	读装配图	(91)
§ 6.3	常见装配工艺结构和装置	(94)
§ 6.4	部件的测绘和画装配图	(96)
第七章	制图的基本知识与绘图方法	(105)
§ 7.1	国家标准《机械制图》的基本规定	(105)
§ 7.2	尺寸注法	(111)
§ 7.3	几何作图	(113)
§ 7.4	绘图的方法和步骤	(115)
§ 7.5	标准件画法	(116)

绪 论

一、本课程研究对象

本课程是一门技术基础课。它包括的内容有画法几何、零件图和装配图。画法几何是为机械制图提供理论基础，同时，提高空间想象能力，也可用于解决工程上一系列的定位和度量问题；机械制图主要研究机械图样的绘制和阅读。

二、本课程的任务和要求

1. 本课程的任务

使学生在技工学校中级工《机械制图》知识的基础上，增加画法几何的有关知识，从而增强空间想象力，提高分析问题和解决问题的能力。另外，深化制图基础知识，从而提高绘图和识图能力。

2. 本课程的要求

- (1) 看懂复杂的零件图和装配图。
- (2) 绘制复杂的零件图。
- (3) 绘制中等复杂的装配图。

三、本课程的学习方法

本课程是一门既有理论又有实践的课程，在学习中应该注意以下几点：

1. 画法几何有很强的系统性，各章节间的联系也很是紧密，因此前一个概念不清楚就会影响后继概念的理解与掌握，所以学习中必须紧扣每一个章节，弄清每一个概念。

2. 为了培养空间想象力和空间分析能力，必须注意空间几何问题的分析及空间几何元素和平面图形之间的相应关系，通过从空间到平面，再从平面到空间的反复思维，逐步建立起空间概念。在解题时必须将初等几何，特别是立体几何与画法几何理论结合起来进行分析、思考，然后确定作图方法与步骤。

3. 绘图和读图能力的培养，主要通过一系列的绘图实践，在绘图实践中逐步掌握绘图方法，提高绘图能力和读图能力，以及熟悉制图标准和有关技术标准。

4. 鉴于图样在工程技术中的重要作用，工程技术人员就不能画错和看错图样，否则就会造成重大损失。因此，在学习中要养成耐心细致的工作作风和树立严肃认真的工作态度。

第一章 点、线、面的投影

点、直线和平面是组成空间形体的基本几何要素，要研究空间形体的图示法，首先要研究这些几何元素的投影规律和作图方法。本章将着重分析这些几何元素的投影特性，以及它们的投影图画法。

§ 1.1 点的投影

一、点的投影规律

图 1.1 表示空间 A 点在三投影面体系中的投影及投影面展开后的投影图。

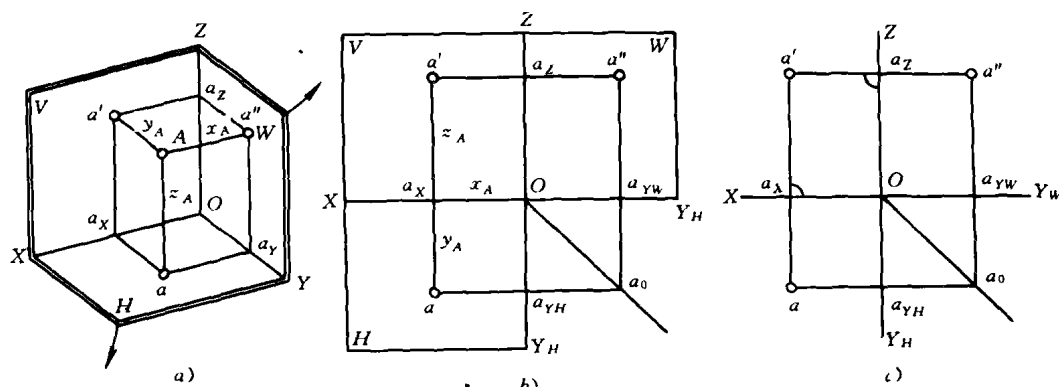


图 1.1 点在三投影面体系中的投影

从图 1.1 可知，点的投影规律：

1. 点的正面投影和水平投影的连线垂直于 X 轴。这两个投影都反映空间点的 X 坐标，即

$$a'a \perp X \text{ 轴}; a'a_z = aa_{yH} = X_A \text{ (见图 1.1b)}。$$

2. 点的正面投影和侧面投影的连线垂直于 Z 轴。这两个投影都反映空间点的 Z 坐标，即

$$a'a'' \perp Z \text{ 轴}; a'a_x = a''a_{yW} = Z_A \text{ (见图 1.1b)}。$$

3. 点的水平投影到 X 轴的距离等于侧面投影到 Z 轴的距离。这两个投影都反映空间点的 Y 的坐标，即

$$aa_x = a''a_z = Y_A \text{ (见图 1.1b)}。$$

二、点在其他分角的投影

点的投影规律，不仅适合于第一分角，而且也适合于其他分角。

两个互相垂直的平面，即水平面 (H) 和正平面 (V)，把空间分成四部分，每个部分称为一个分角，如图 1.2 所示，并按图中规定的顺序分别为 I、II、III、IV 分角。

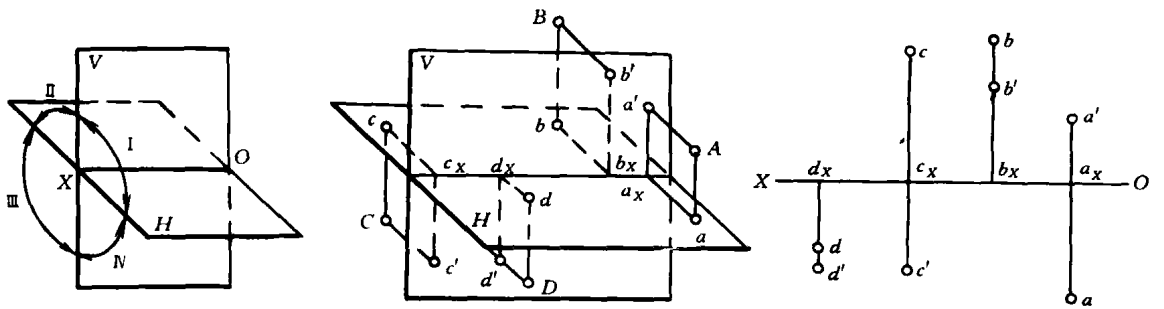


图 1.2 两面体系和四分角

图 1.3 点在其他分角中的投影

图 1.3 是 A 、 B 、 C 、 D 四点分别位于 I、II、III、IV 分角中的投影图。

三、空间两点的相对位置和重影点

1. 空间两点的相对位置

空间两点的相对位置可用它的三个坐标来确定，也可用相对位置来确定。

如图 1.4 所示，左右位置由 X 坐标确定， X 坐标大为左， X 坐标小为右；上下位置由 Z 坐标确定， Z 坐标大为上， Z 坐标小为下；前后位置由 Y 坐标确定， Y 坐标大为前， Y 坐标小为后。

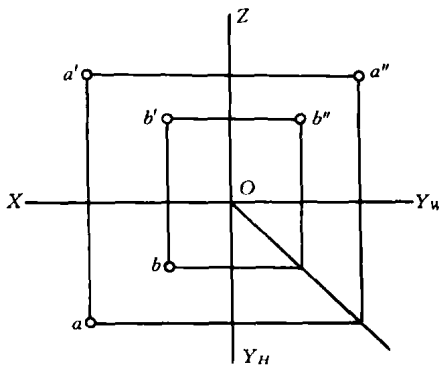


图 1.4 两点的相对位置

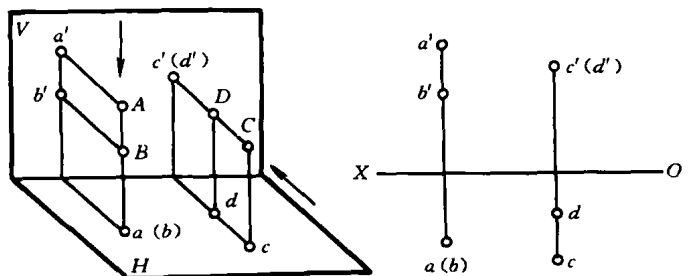


图 1.5 重影点的投影

从图 1.4 知， A 点在 B 点左、上、前方，或者说 B 点在 A 点右、下、后方。

2. 重影点

当两点对某一投影面的投影重合为一点时，则此两点称为该投影面的重影点。如图 1.5 所示，点 A 、点 B 为对 H 面的重影点；点 C 、点 D 为对 V 面的重影点。

若两点重影，则沿投影方向观察时，必有一点可见，而另一点被遮住，于是就产生可见与不可见，即所谓可见性问题。

在重影点中，对于不可见的投影，可加括号表示。因此可利用重影点来判断可见性。

§ 1.2 直线的投影

一、直线对投影面的相对位置及投影特性

一般情况下，直线的投影仍是直线。在绘制直线投影时，只要作出直线上两点的投影，然后将两点的同面投影相连，即得直线的投影，如图 1.6 所示。

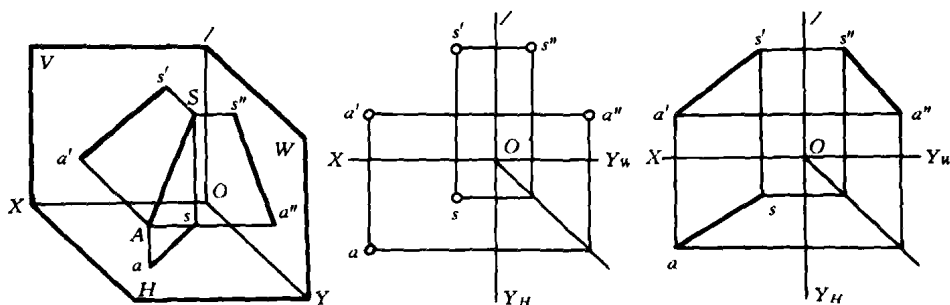


图 1.6 直线的投影

直线对投影面的相对位置有三种：投影面的平行线、投影面的垂直线和投影面的倾斜线。下面分别讨论它们的投影特性。

1. 投影面的平行线

(1) 定义 平行一个投影面，而对另外两个投影面都倾斜的直线叫投影面的平行线。

(2) 种类 正平线、水平线和侧平线。

(3) 投影特性

1) 在所平行的投影面上的投影反映线段的实长。

2) 在另外两个投影面上的投影平行于相应的投影轴。

3) 反映实长的投影与投影轴的夹角，即是直线与相应投影面的倾角，见表 1.1。

2. 投影面的垂直线

(1) 定义 垂直一个投影面，而对另外两投影面都平行的直线。

(2) 种类 正垂线、铅垂线和侧垂线。

(3) 投影特性

1) 在所垂直的投影面上的投影积聚成一点。

2) 在另外两个投影面上的投影垂直于相应的投影轴且反映线段的实长，见表 1.1。

3. 一般位置直线

(1) 定义 对三个投影面都倾斜的直线叫投影面的倾斜线，也叫一般位置直线。

(2) 投影特性

1) 在三个投影面的投影都是一条与投影轴倾斜且不反映实长的线段。

2) 线段与投影轴的夹角也不反映与投影面的真实夹角，见表 1.1。

二、求一般位置直线的实长及其对投影面的倾角

由于一般位置直线对各投影面的投影均不反映实长，投影与投影轴的夹角，也不反映与投影面的倾角，所以常常需要根据线段的两个投影求出它的实长和对投影面的倾角，以解决

表 1.1

各种位置直线的投影特性

投影面的平行线		
<p>投影图</p>		
<p>投影特性</p>	<p>(1) 正面投影 $a'b'$ 反映实长 (2) 正面投影 $a'b'$ 与 OX 轴和 OZ 轴的夹角 α、γ 分别为 AB 对 H 面和 W 面的倾角 (3) 水平投影 $ab \parallel OX$ 轴, 侧面投影 $a''b'' \parallel OZ$ 轴且都小于实长</p>	<p>(1) 水平投影 ef 反映实长 (2) 水平投影 ef 与 OX 轴和 OY_H 轴的夹角 β、γ 分别为 EF 对 V 面和 W 面的倾角 (3) 正面投影 $e'f' \parallel OX$ 轴, 侧面投影 $e''f'' \parallel OY_w$ 且都小于实长</p>
投影面的垂直线		
<p>投影图</p>		
<p>投影特性</p>	<p>(1) 正面投影 $b'(c')$ 积聚成一点 (2) 水平投影 bc、侧面投影 $b''c''$ 都反映实长, 且 $bc \perp OX$, $b''c'' \perp OZ$</p>	<p>(1) 水平投影 $b(g)$ 积聚成一点 (2) 正面投影 $b'g'$、侧面投影 $b''g''$ 都反映实长, 且 $b'g' \perp OX$, $b''g'' \perp OY_w$</p>
投影面的倾斜线		
<p>投影图</p>		<p>投影特性</p> <p>三投影都是一条与投影轴倾斜的线段, 不反映线段的实长; 线段与投影轴的夹角, 不反映直线与投影面的夹角</p>

某些度量问题，这里介绍一种解法——直角三角形法。

1. 几何分析

图 1.7 中 AB 为一般位置直线，它在 V 、 H 两投影面的投影均不反映线段的实长，也不反映与投影面的倾角 α 、 β (见图 1.7a)，但可用直角三角形法求解，如图 1.8 所示。

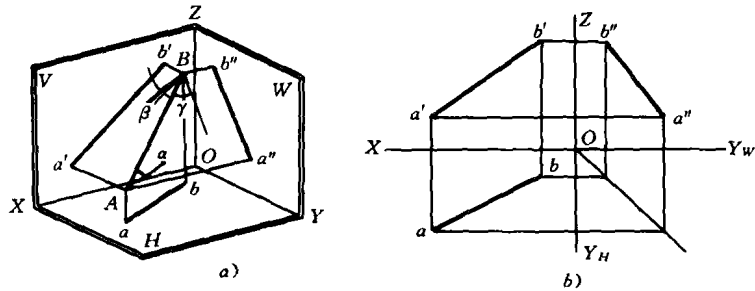


图 1.7 倾斜线的投影

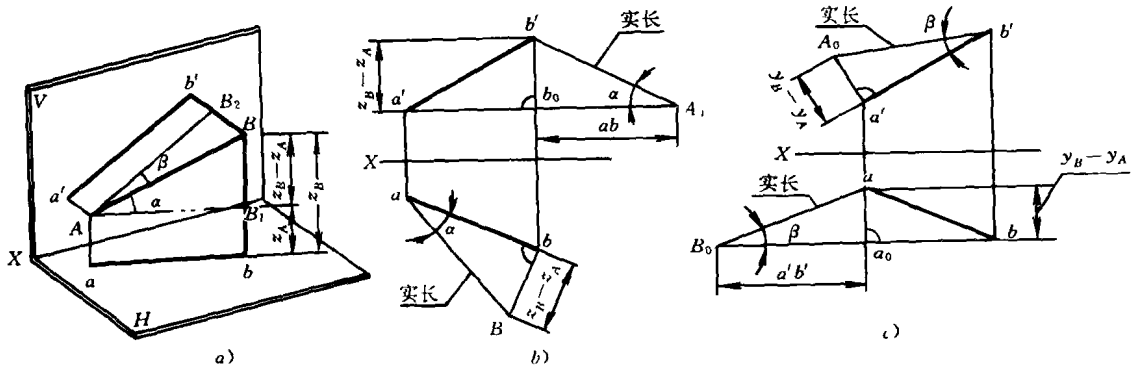


图 1.8 直角三角形法求实长及倾角

自线段 AB 的端点 A 作直线 $AB_1 \parallel ab$ ，即可构成一直角三角形 ABB_1 ，在该三角形中，斜边 AB 为实长，直角边 $AB_1 = ab$ ， $BB_1 = z_B - z_A$ (线段两端点的 Z 坐标差)， $\angle BAB_1 = \alpha$ 。在投影图上，如能作出与三角形 AB_1B 全等的三角形，即可求出线段 AB 的实长及其对 H 面的倾角 α 。

如过 A 作 $AB_2 \parallel a'b'$ ，得另一直角三角形 ABB_2 ，它的斜边 AB 即为实长，因 $AB_2 = a'b'$ ， AB 与 AB_2 的夹角即为 AB 对 V 面的倾角 β 。

2. 作图方法

求直线 AB 的实长和对 H 面的倾角 α ，可用下列两种方式作图：

(1) 过 b 作 ab 的垂线，在此垂线上量取 $bb_0 = z_B - z_A$ ，则 aB_0 即为所求线段 AB 的实长， $\angle B_0ab$ 即为所求 α 角。还可以过 a' 作 X 轴的平行线，与 $b'b$ 交于 b_0 ($b'b_0 = z_B - z_A$)，在 bb_0 延长线上量取 $b_0A_0 = ab$ ，则 $b'A_0$ 是所求直线的实长， $\angle b'A_0b_0$ 即为 α 角 (见图 1.8b)。

(2) 同理，如图 1.8c 所示，以 $a'b'$ 为直角边，以 $y_B - y_A$ 为另一直角边也可求得 AB 的实长 ($b'A_0 = AB$)，而斜边 $b'A_0$ 与 $a'b'$ 的夹角为 AB 对 V 面的倾角 β 。类似做法，使 $a_0B_0 = a'b'$ ，

则 $aB_0=AB$, $\angle aB_0a_0$ 也反映 β 角。

直线对 W 面的倾角 γ 的求法, 读者可自行分析。

3. 归纳

- (1) 求直线对 H 面的倾角 α , 就要利用水平投影和 Z 坐标差作直角三角形。
- (2) 求直线对 V 面的倾角 β , 就要利用正面投影和 Y 坐标差作直角三角形。
- (3) 求直线对 W 面的倾角 γ , 就要利用侧面投影和 X 坐标差作直角三角形。
- (4) 直角三角形的斜边为实长, 投影与实长的夹角即为直线对投影面相应的夹角。

4. 举例

例 1.1 图 1.9 中已知 AB 直线的正面投影 $a'b'$ 和 B 点的水平投影 b , AB 对 H 面的倾角 $\alpha=30^\circ$, 求 AB 直线的水平投影 ab 。

分析: 只要求出 A 点的水平投影 a , 就可求出 ab 。根据点的投影规律, A 点的水平投影 a 与 a' 的连线一定垂直于 X 轴, 如果能求出 ab 的长度, 即可求出 A 点的水平投影。根据已知条件, 我们可用直角三角形法求出 ab 。

作图:

(1) 自 b' 作水平线交于 a' 的铅垂线于 a_0' 。

(2) 自 a' 作直线使其与 a' 的铅垂线的夹角成 60° 且与 $b'a_0'$ 的延长线交于 b_0 点, 得直角三角形 $a'a_0'b_0$, 则其直角边 $a'a_0'$ 即为 AB 线段水平投影的长度。

(3) 在水平投影图上, 以 b 为圆心, 以 $a'a_0'$ 为半径画弧, 交过 a' 的铅垂线于 a 和 a_1 , 连结 ab 和 a_1b , 则 ab 和 a_1b 皆为所求 (见图 1.9b) (有两解)。

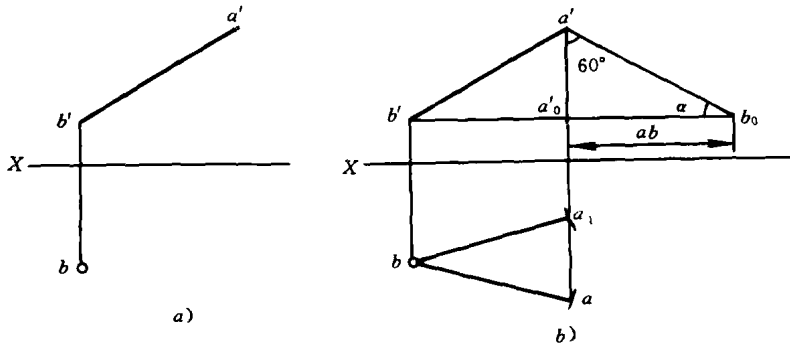


图 1.9 求直线 AB 的水平投影

三、直线上的点

1. 直线上的点的投影

点在直线上, 则点的投影必定在该直线的同面投影上。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。图 1.10 所示, 直线上有一点 C , 则 C 点的三面投影 c 、 c' 、 c'' 必定分别在直线 AB 的同面投影 ab 、 $a'b'$ 、 $a''b''$ 上。

2. 点分割线段成定比

点分割线段成定比, 即点的投影分割线段各个同面投影之比等于其线段之比。如 C 在线段 AB 上, 它把线段分成 AC 和 CB 两段, 根据投影的基本特性, 线段及其投影的关系是: $AC:CB=ac:cb=a'c':c'b'=a''c'':c''b''$ (见图 1.10b)。

例 1.2 在 AB 取一点 C , 使 $AC : CB = 2 : 1$, 求分点 C 的投影, 如图 1.11 所示。

分析: 分点 C 的投影, 必在线段 AB 的同面投影上, 且 $ac : cb = a'c' : c'b' = 2 : 1$, 可用比例作图法作图。

作图:

- (1) 过 a 或 b 作任一直线 aB_0 。
- (2) 任选适当长度为单位长, 并在 aB_0 上自点 a 截 $aC_1 = 2$ 个单位长, 再截 $C_1B_1 = 1$ 个单位长, 则 $aC_1 : C_1B_1 = 2 : 1$ 。

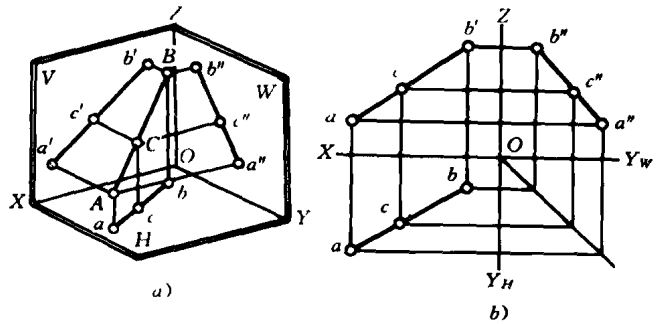


图 1.10 直线上点的投影

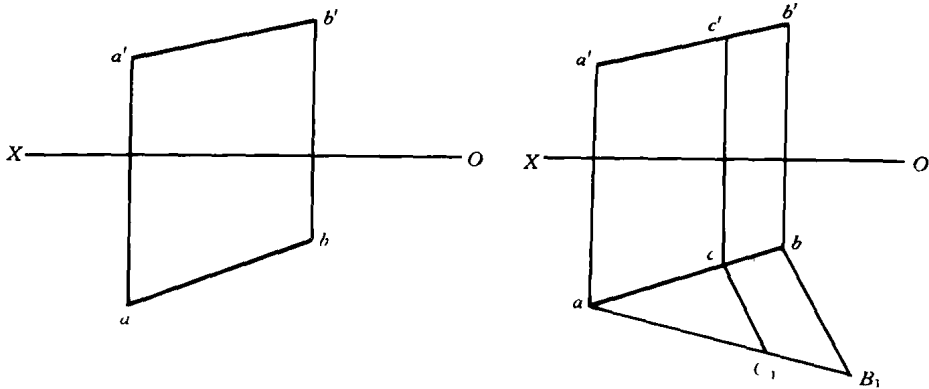


图 1.11 求分点 C 的投影

- (3) 连结 B_1b 。
- (4) 过 C_1 作 $C_1c \parallel B_1b$ 与 ab 交于 c 。
- (5) 过 c 作 X 轴的垂线与 $a'b'$ 交于 c' , 则 c' 即为所求分点 C 的投影。

四、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。下面分别讨论它们的投影特性。

1. 平行两直线

如图 1.12a 所示, 空间两直线平行, 则它们的各同面投影也一定互相平行。反之, 若两直线的各同面投影互相平行, 则此两直线在空间也一定互相平行。

在一般情况下, 两直线只要有两组同面投影互相平行, 则此两直线在空间也一定互相平行。

如果空间两直线为某一投影面的平行线, 则要根据第三投影图判断。另外根据平行线段之比等于它们的投影之比的不变性, 也可判断两直线是否平行。

2. 相交两直线

如图 1.13a 所示, 若空间两直线相交, 则它们的各面投影也一定相交, 且交点符合点的

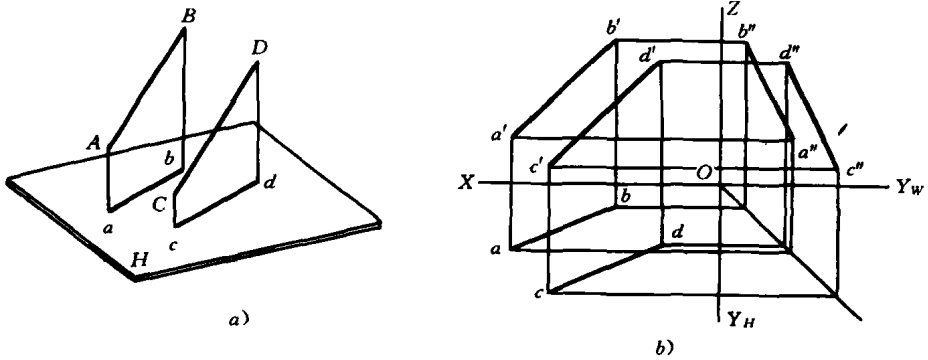


图 1.12 平行两直线的投影

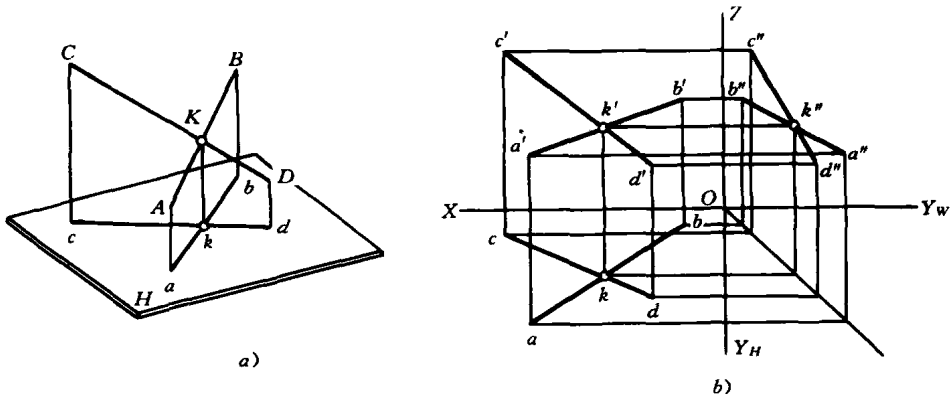


图 1.13 相交两直线的投影

投影规律。反之，若两直线各同面投影均相交，且交点符合点的投影规律，则此两直线在空间一定相交。

在一般情况下，两直线只要有两组同面投影相交且交点符合点的投影规律，则此两直线一定相交。

如果两直线中一条为某一投影面的平行线时，则要检查两直线在该投影面上的投影的交点与其他两投影面投影的交点之间，是否符合点的投影规律。检查的方法有两种：一种是看作出的第三投影图；另一种方法是根据直线上的点分割线段成定比的性质，直接在两面投影图上判断。

3. 交叉两直线

即不平行，也不相交的两直线称交叉两直线，如图 1.14a 所示。

交叉两直线的各同面投影中，可能有一个或两个同面投影互相平行，但不可能三个同面投影都互相平行。

交叉两直线的各个同面投影中，可能有一个或两个甚至三个同面投影相交。但三个同面投影的交点一定不符合点的投影规律。

如图 1.14b 所示， AB 、 CD 两直线的 V 、 H 面投影均相交，但交点的连线与 X 轴不垂直，