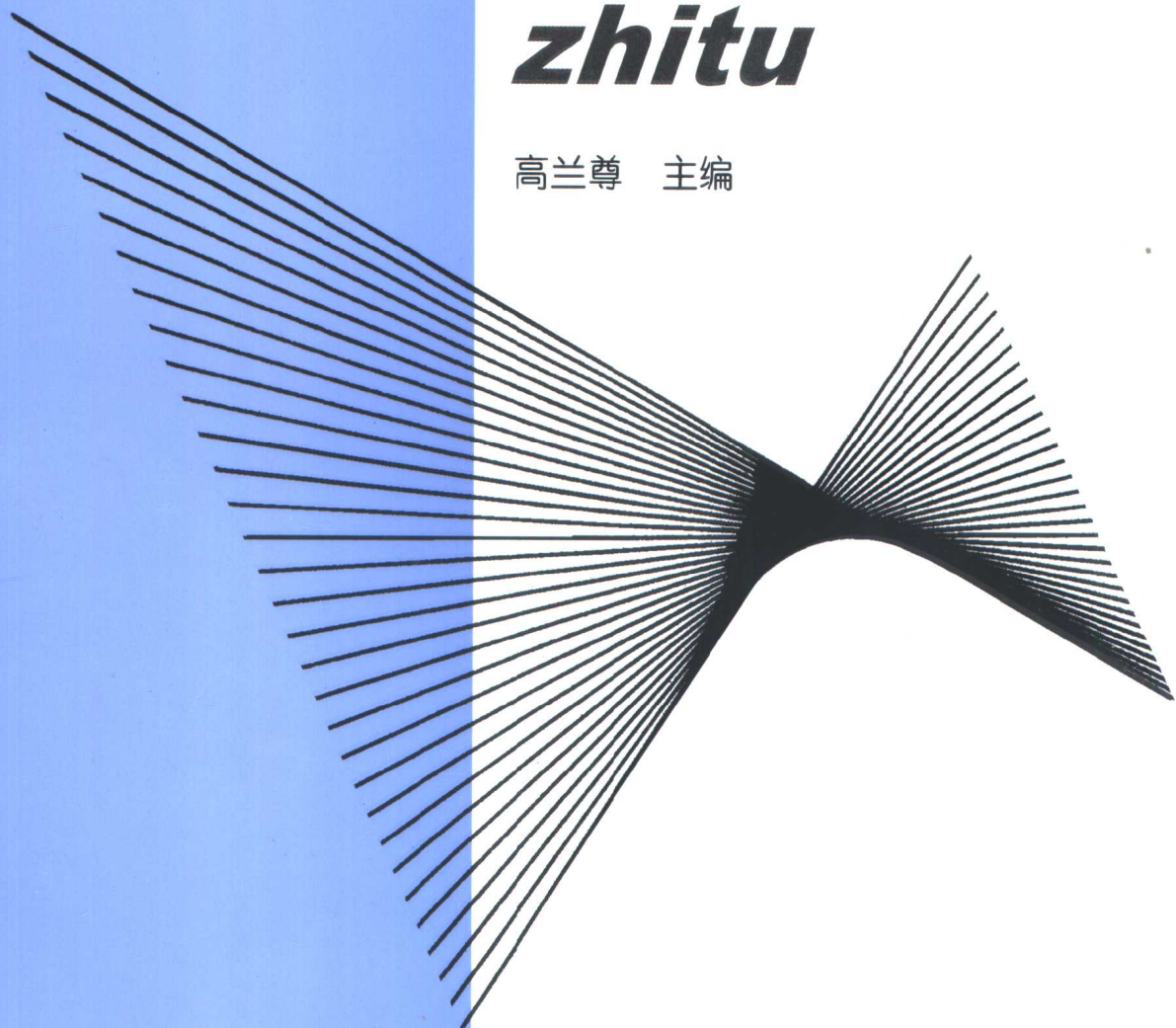


高等学校适用教材

# 工程制图

***Gongcheng  
zhitu***

高兰尊 主编



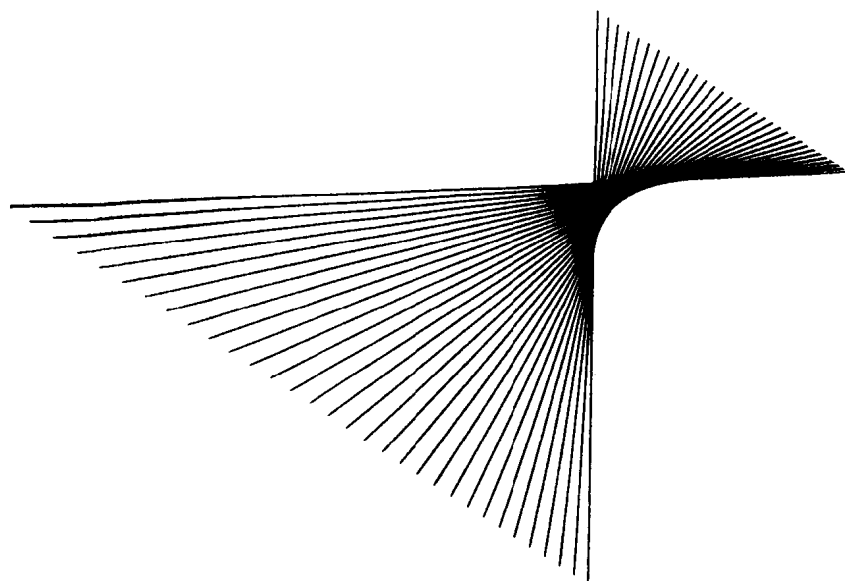
河北科学技术出版社

高等学校适用教材

# 工 程 制 图

---

高兰尊 主编



河北科学技术出版社

**主 编** 高兰尊

**副主编** 董金华 冯桂辰

**编 委** 孙兰英 张锡爱 韦玉堂 程玮燕 李才泼 刘顺芳

崔素华 曹秀玲

**图书在版编目 (C I P) 数据**

工程制图/高兰尊编. —石家庄:河北科学技术出版社,2003

ISBN 7-5375-2813-6

I. 工... I. 高... III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 059303 号

**高等学校适用教材**

**工程制图**

**高兰尊 主编**

---

**出版发行** 河北科学技术出版社

**地 址** 石家庄市和平西路新文里 8 号(邮编:050071)

**印 刷** 河北新华印刷二厂

**经 销** 新华书店

**开 本** 787×1092 1/16

**印 张** 18.75

**字 数** 433000

**版 次** 2003 年 8 月第 1 版

2003 年 8 月第 1 次印刷

**印 数** 6000

**定 价** 28.50 元

---

<http://www.hkpress.com.cn>

# 前 言

---

《工程制图》教材是按河北省教育厅教育科学“十五”规划重点课题——“创建具有新世纪特色的工程图学教学系统”的要求编写的。我们遵照新世纪人才培养模式的要求以及工程技术人才应具备的能力、素质与知识结构，研究制定了与机械工程、化工工程、环境工程、生物工程、纺织工程、管理工程等专业人才培养方案及教学内容体系相适应的工程制图教学内容——构建宽口径、厚基础的统一图形表达、图形思维平台，形成覆盖全校各专业的第一层次教育。第二层次教育从专业特色着手，以图形表达为中心，以形象思维为主线、突出工程意识为原则，培养分析问题、解决问题和计算机应用能力。因此，本教材也反映了我们进行教学改革成果。

本教材的特色在于将投影理论、制图基础列为第一篇工程制图基础（其中，把草图单独列为一章，为加强徒手草图的训练，提供了较系统的依据），以此覆盖近机类、非机类各专业，以对应第一层次教育。与第二层次教育对应的是第二篇专业制图、第三篇计算机绘图基础，这部分内容可根据专业不同而有所侧重。书中特别为综合性大学中的化工类各专业编写了化工设备和化工工艺图，这不仅克服了这些专业的学生在学习专业课的同时再重新学习专业制图的弊端，同时，对学生较系统地掌握知识、减少课程之间的重复、缩短学时等都是有利的。

按教学内容与课程体系的改革思路，我们本着少而精，但又照顾到内容的完整性和实用性的原则编写了本书。全书采用了迄今为止最新的有关国家标准，并有学习所需的附录。另外编有与本书配套的《工程制图习题集》，供读者练习之用。

本书可作为高等院校化工、生工、环工、纺织、管理、自动化、通信、计算机等各类近机类或非机类的工程制图教材，还可以作为自考、远程、夜大、职大等教育的工程制图教材和参考书。亦可供上述有关专业技术人员参考。

本书共分十二章，绪论、第六章、第十章由高兰尊编写；第一章、第十一章由董金华编写；第二章由韦玉常编写；第三章由冯桂辰、刘顺芳、崔素华、曹秀玲编写；第五章、第七章由李才泼编写；第八章由冯桂辰编写；第四章、第九章由孙兰英编写；第十二章由张锡爱、程玮燕编写；附录由李才泼、董金华、孙兰英编写。全书由高兰尊教授担任主编，由葛常清教授主审。

此书的编写，得到仪宏、刘方方、王泰升等教授的具体指导，同时也得到杨铁男、赵江、朱英杰、毛磊等领导的大力支持，在此一并表示衷心感谢。

由于编者水平所限，加之时间仓促，疏忽和不妥之处在所难免，恳请专家、同行及广大读者批评指正，以使此书更加完善。

编 者  
2003 年 6 月

# 目 录

|          |     |
|----------|-----|
| 绪论 ..... | (1) |
|----------|-----|

## 第一篇 工程制图基础

|                          |      |
|--------------------------|------|
| 第一章 点、直线、平面的投影 .....     | (3)  |
| 第一节 投影法的基本知识 .....       | (3)  |
| 第二节 点的投影 .....           | (4)  |
| 第三节 直线的投影 .....          | (9)  |
| 第四节 平面的投影 .....          | (16) |
| 思考题 .....                | (21) |
| 第二章 立体 .....             | (23) |
| 第一节 平面立体的投影 .....        | (23) |
| 第二节 曲面立体的投影 .....        | (26) |
| 第三节 平面与立体相交 .....        | (30) |
| 第四节 两曲面立体相交 .....        | (37) |
| 思考题 .....                | (44) |
| 第三章 制图的基本知识和基本技能 .....   | (45) |
| 第一节 制图的基本规格 .....        | (45) |
| 第二节 制图工具和仪器的使用 .....     | (56) |
| 第三节 几何作图 .....           | (58) |
| 第四节 平面图形的尺寸注法和线段分析 ..... | (61) |
| 第五节 绘图的方法与步骤 .....       | (63) |
| 思考题 .....                | (64) |
| 第四章 组合体 .....            | (65) |
| 第一节 三视图的形成及其特性 .....     | (65) |
| 第二节 组合体的构形分析 .....       | (66) |
| 第三节 组合体视图的绘制 .....       | (72) |
| 第四节 组合体的尺寸标注 .....       | (74) |
| 第五节 组合体视图的阅读 .....       | (78) |
| 思考题 .....                | (84) |
| 第五章 轴测投影图 .....          | (85) |

|                   |         |
|-------------------|---------|
| 第一节 轴测投影图的基本知识    | ( 85 )  |
| 第二节 正等轴测投影图       | ( 87 )  |
| 第三节 斜二等轴测图        | ( 90 )  |
| 思考题               | ( 91 )  |
| <b>第六章 草图</b>     | ( 92 )  |
| 第一节 草图的基础知识       | ( 92 )  |
| 第二节 草图的方法及应用      | ( 98 )  |
| 思考题               | ( 103 ) |
| <b>第七章 图样画法</b>   | ( 104 ) |
| 第一节 视图            | ( 104 ) |
| 第二节 剖视图           | ( 108 ) |
| 第三节 断面图           | ( 119 ) |
| 第四节 局部放大图和简化画法    | ( 122 ) |
| 第五节 剖视图的阅读和综合应用举例 | ( 127 ) |
| 第六节 第三角投影简介       | ( 128 ) |
| 思考题               | ( 129 ) |

## 第二篇 专业制图

|                   |         |
|-------------------|---------|
| <b>第八章 机械零件图</b>  | ( 131 ) |
| 第一节 标准件和常用件       | ( 131 ) |
| 第二节 零件图的作用及内容     | ( 151 ) |
| 第三节 零件图的视图选择和表达方法 | ( 152 ) |
| 第四节 零件图的技术要求      | ( 157 ) |
| 第五节 常见的零件合理结构     | ( 168 ) |
| 第六节 零件图的阅读        | ( 170 ) |
| 思考题               | ( 172 ) |
| <b>第九章 机械装配图</b>  | ( 174 ) |
| 第一节 装配图的作用和内容     | ( 174 ) |
| 第二节 零部件编号、标题栏和明细表 | ( 175 ) |
| 第三节 装配图的视图选择和表达方法 | ( 176 ) |
| 第四节 装配图的尺寸标注和技术要求 | ( 179 ) |
| 第五节 装配结构的合理性      | ( 180 ) |
| 第六节 由零件图画装配图      | ( 181 ) |
| 思考题               | ( 186 ) |
| <b>第十章 化工设备图</b>  | ( 187 ) |
| 第一节 化工设备图的内容      | ( 187 ) |
| 第二节 化工设备视图的表达方法   | ( 188 ) |
| 第三节 化工设备图中焊缝的表达方法 | ( 194 ) |

|                    |                                   |              |
|--------------------|-----------------------------------|--------------|
| 第四节                | 化工设备图的尺寸标注 .....                  | (201)        |
| 第五节                | 化工设备图中管口符号的编写 .....               | (203)        |
| 第六节                | 化工设备图的序号、标题栏、明细栏、技术数据和技术要求 .....  | (204)        |
| 第七节                | 化工设备图的绘制 .....                    | (209)        |
| 第八节                | 化工设备图的阅读 .....                    | (217)        |
| 思考题                | .....                             | (220)        |
| <b>第十一章</b>        | <b>化工工艺图 .....</b>                | <b>(221)</b> |
| 第一节                | 工艺管道及仪表流程图 .....                  | (221)        |
| 第二节                | 设备布置图 .....                       | (230)        |
| 第三节                | 管道布置图 .....                       | (233)        |
| 思考题                | .....                             | (240)        |
| <b>第三篇 计算机绘图基础</b> |                                   |              |
| <b>第十二章</b>        | <b>计算机绘图软件 AutoCAD 2000 .....</b> | <b>(241)</b> |
| 第一节                | AutoCAD 2000 的基本知识 .....          | (241)        |
| 第二节                | 二维基本绘图命令 .....                    | (247)        |
| 第三节                | 图形编辑命令 .....                      | (250)        |
| 第四节                | 目标捕捉与显示控制 .....                   | (254)        |
| 第五节                | 图块 .....                          | (256)        |
| 第六节                | 图案填充 .....                        | (259)        |
| 第七节                | 尺寸标注 .....                        | (261)        |
| 第八节                | 文本输入与编辑 .....                     | (268)        |
| 第九节                | 图形输出 .....                        | (271)        |
| 思考题                | .....                             | (272)        |
| <b>附录</b>          | .....                             | <b>(273)</b> |
| 一、极限与配合            | .....                             | (273)        |
| 二、螺纹               | .....                             | (278)        |
| 三、连接件              | .....                             | (282)        |
| 四、常用的滚动轴承          | .....                             | (291)        |
| <b>参考文献</b>        | .....                             | <b>(292)</b> |

---

---

# 绪 论

## 一、图样及其在生产中的作用

在工程技术中,把根据投影原理、国家标准、有关规定等表示的工程对象,并标有必要的技术说明的图称为图样。图样是进行科学研究和现代生产的重要技术文件。诸如机械、化工、轻工、环保、建筑、电子、水利、航空、造船等行业,在进行设计、施工制造、工艺装备、检验、安装、调试、维修时,都要绘制或使用图样。

不同行业由于性质和要求不同,会有不同的图样,但它们都是根据一定的投影原理,按国家标准和有关规定绘制的。工程图样是表达和交流思想的重要工具,是工程界共同的技术语言,是每个工程技术人员乃至管理人员必须掌握的工具。

## 二、本课程的目的和任务

工程制图是研究、绘制和阅读工程图样的理论、方法的一门技术基础课。

本课程的目的是为绘制和阅读工程图样而在图学的基本原理、绘图手段的应用、有关标准和规定的了解以及设计思想的表达等方面打下基础。其具体任务是:

- ①学习正投影法的基本原理和图示空间物体的基本理论与方法。
- ②培养初步的空间思维想像和分析问题的能力。
- ③培养以多种手段绘制工程图样和阅读工程图样的能力。
- ④通过本课程的学习,培养认真负责和严谨细致的工作作风。

## 三、本课程的学习方法

本课程是一门理论逻辑严谨且又实践性较强的课程。应坚持理论联系实际学风,认真学习投影理论,要做到多想、多看、多画,反复地从物到图、由图至物地进行分析、记忆和思维积累,从而增强感性认识,掌握投影规律。

认真听课、积极自学、及时看书复习、独立完成作业是学好本课程的基础。由于本课程具有实践性强的特点,因此,在各种形式的练习中应多动手、动脑,这样不但有益于复习所学习的内容,而且可以从中发现问题和通过多种努力来解决问题。如此反复,再加以总结提高,就会达到预期的目的。

由于本课程的学时有限,只能为学生绘制和阅读工程图样打下初步基础。但工程图样是技术内容的综合表达,涉及到工程实际和多方面的专业知识,所以,还应在学完本课程后主动地继续学习,特别是在后续课程和生产实践中积极自觉地继续积累、充实和提高。





# 第一篇

## 工程制图基础

### 第一章 点、直线、平面的投影

#### 第一节 投影法的基本知识

在图 1-1 中, 有平面  $P$  以及不在该平面上的一点  $S$ , 需做出点  $A$  在平面  $P$  上的图像。将  $S$ 、 $A$  连成直线, 做出  $SA$  与平面  $P$  的交点  $a$ , 即为点  $A$  的图像。平面  $P$  称为投影面, 点  $S$  称为投射中心, 直线  $SA$  称为投射射线, 点  $a$  称为点  $A$  的投影, 这种产生图像的方法称为投影法。根据投影法所得到的图形, 称为投影。工程上用物体的投影表示空间物体。投影法分为两类: 中心投影法和平行投影法。

##### 一、中心投影法

如图 1-1 所示, 由投射中心  $S$  做出了  $\triangle ABC$  在投影面  $P$  上的投影: 投影线  $SA$ 、 $SB$ 、 $SC$  分别与投影面  $P$  交出点  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的投影  $a$ 、 $b$ 、 $c$ ; 直线  $ab$ 、 $bc$ 、 $ca$  分别是直线  $AB$ 、 $BC$ 、 $CA$  的投影;  $\triangle abc$  就是  $\triangle ABC$  的投影。这种投射射线都从投射中心出发的投

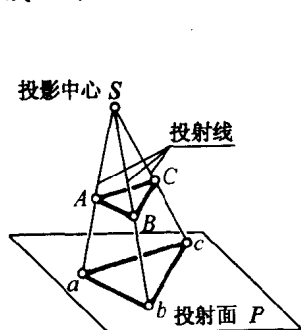


图 1-1 中心投影法

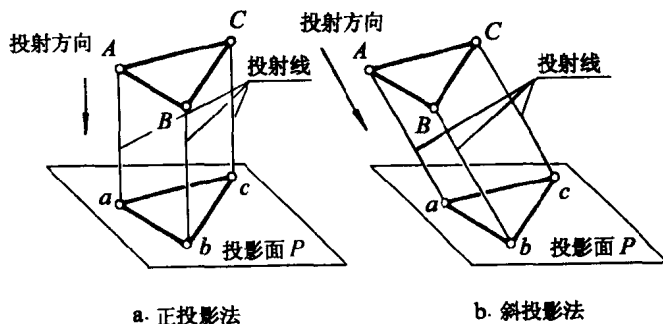


图 1-2 平行投影法

影法,称为中心投影法,所得的投影称为中心投影。

中心投影通常用来绘制建筑物或产品的富有逼真感的立体图,也称为透视图。

## 二、平行投影法

如图1-2所示,投射射线  $Aa$ 、 $Bb$ 、 $Cc$  按给定的投射方向互相平行,分别与投影面  $P$  交出点  $A$ 、 $B$ 、 $C$  的投影  $a$ 、 $b$ 、 $c$ ,  $\triangle abc$  是  $\triangle ABC$  在投影面  $P$  上的投影。这种投射射线都互相平行的投影法,称为平行投影法,所得的投影称为平行投影。

平行投影法又分为正投影法和斜投影法。图1-2a是投射方向垂直于投影面的正投影法,所得的投影称为正投影;图1-2b是投射方向倾斜于投影面的斜投影法,所得的投影称为斜投影。

工程图样主要用正投影,今后就将“正投影”简称“投影”。

## 第二节 点的投影

### 一、点的三面投影

#### 1. 三面投影体系的建立

如图1-3中所示,对其中 a、b 和 c 三图进行比较;在图1-3a,只设置一个投影平面  $H$ ;在图1-3b中设置了两个相互垂直的投影平面  $H$ 、 $V$ ;在图1-3c中设置了三个相互垂直的投影平面  $H$ 、 $V$ 、 $W$ 。通过比较不难发现,在图 a 中,空间点与  $H$  投影面投影不能建立一一对应关系,在图 b 中,空间点与  $H$ 、 $V$  两面投影能够建立一一对应关系,而图 c 中,只要其中两面投影已知,第三面投影则已确定。我们把图1-3b中两相

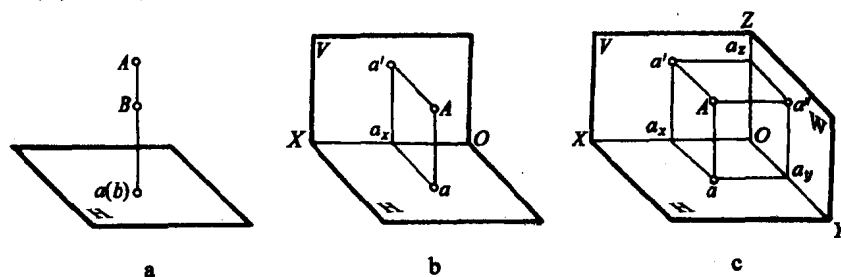


图1-3 点在不同投影体系中的投影比较

互垂直的投影面  $H$ 、 $V$  所构成的体系称二面投影体系,简称二面系;将图1-3c中三个相互垂直的投影面  $H$ 、 $V$ 、 $W$  所构成的体系称三面投影体系,简称三面系。在工程制图中,用一个投影来表达空间结构显然是不行的,而二面系中的两个投影则可以惟一地表达某一空间结构,有时为了能够更清楚地表达物体,则可在三面系中进行。

如图1-4所示,用三个相互垂直的平面将空间分为8个部分,分别称为第一、二、…、八分角,每一分角均为一个三面系,根据我国 GB4458.1-84《机械制图图样画法》规定,机械图样是将物体放在第一分角内进行投影,因此本书着重研究第一分角的投影特性。下面对三面投影体系作如下规定,如图1-5所示。

(1) 水平放置的投影面称水平投影面(简称水平面),用  $H$  表示;与水平投影面垂直且正面竖立的投影面称正立投影面(简称正面),用  $V$  表示;与水平投影面垂直且侧

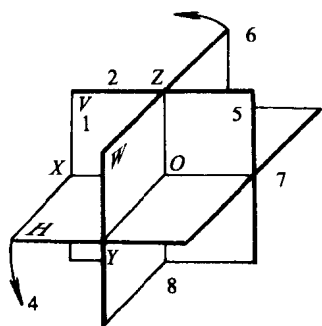


图 1-4 八个分角的划分

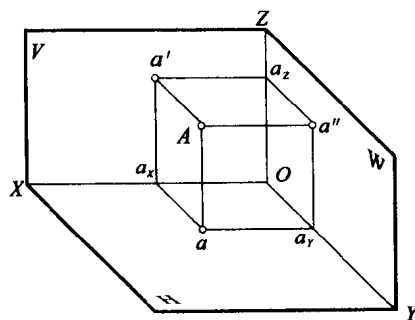


图 1-5 三面投影体系

面竖立的投影面称侧立投影面 (简称侧面), 用  $W$  表示。

(2) 三面的交点称投影原点, 用字母  $O$  表示; 每二个面的交线称投影轴, 分别用  $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$  表示。

(3) 空间点用大写字母表示 (如  $A$ 、 $B$ 、 $\dots$ ); 在水平投影面上的投影称水平投影, 用相应小写字母表示 (如  $a$ 、 $b$ 、 $\dots$ ); 在正立投影面上的投影称正面投影, 用相应小写字母加一撇表示 (如  $a'$ 、 $b'$ 、 $\dots$ ); 在侧立投影面上的投影称侧面投影, 用相应小写字母加两撇表示 (如  $a''$ 、 $b''$ 、 $\dots$ )。

## 2. 点的三面投影

三面投影体系为一空间体系, 而图样却是平面图形, 因此, 将三面系进行如下变化, 使其三面投影位于同一平面, 如图 1-6a 所示, 将  $H$  面绕  $OX$  轴向下旋转  $90^\circ$  与  $V$  面重合, 将  $W$  面绕  $OZ$  轴向后旋转  $90^\circ$  与  $V$  面重合。旋转后的三面系如图 1-6b 所示。这样就得到了三面投影图, 通常认为投影面是无限大的, 可不画投影面的边界, 如图 1-6c 所示。

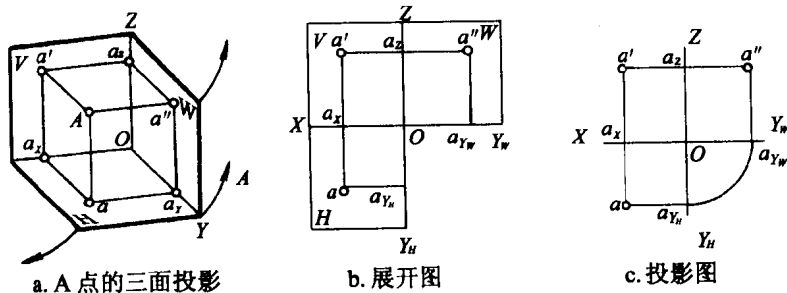


图 1-6 点的三面投影的形成

在三面投影图中作如下规定, 如图 1-6c 所示。

(1)  $OY$  轴成为  $H$  面上的  $OY_H$  和  $W$  面的  $OY_W$ , 即  $OY_H$  和  $OY_W$  是空间同一个  $Y$  轴在不同投影面上的两种表现形式。

(2) 投影的连线 (如图中  $aa'$ 、 $a''a'$ ) 称投影线。

(3) 投影线与投影轴的交点分别用相应小写字母加角标  $x$ 、 $y$ 、 $z$  表示 (如图中  $a_x$ 、 $a_{y_H}$ 、 $a_{y_W}$ 、 $a_z$ )。

## 3. 点的三面投影规律

如图1-7所示,在点A的三面投影图中,有如下规律:

(1) 正面投影与水平投影的连线垂直于  $OX$  轴,即  $aa' \perp OX$ 。

(2) 正面投影与侧面投影的连线垂直于  $OZ$  轴,即  $a'a'' \perp OZ$ 。

(3) 水平投影到  $OX$  轴的距离与侧面投影到  $OZ$  轴的距离相等,即  $aa_x = a''a_z$ 。为了实现这一相等关系,可用圆弧表示法(图1-7a)或  $45^\circ$  辅助线法(图1-7b)来转换。

以上三点可以归纳为:两个垂直、一个相等。除此之外,还可以从投影图中知道

$$a'a_x = a''a_y = Aa, \quad aa_x = a''a_z = Aa', \quad a'a_z = aa_y = Aa''。$$

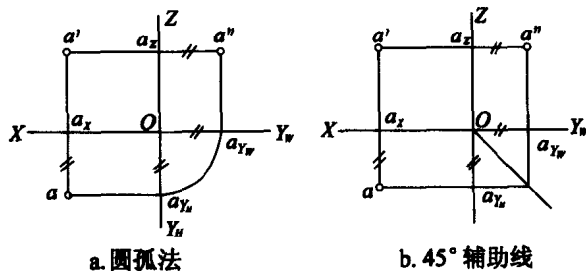


图 1-7 等量转换

将三面系中的  $W$  面去掉,就得到了一个二面投影体系。其投影的形成如图1-8所示。

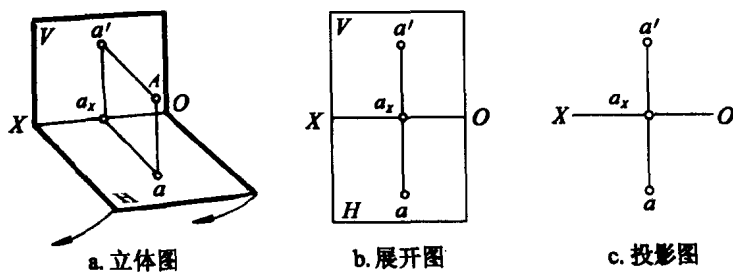


图 1-8 点的二面投影的形成

二面系中点的投影规律(如图1-8所示):  $aa' \perp OX$ ,  $a'a_x = Aa$ ,  $aa_x = Aa'$ 。

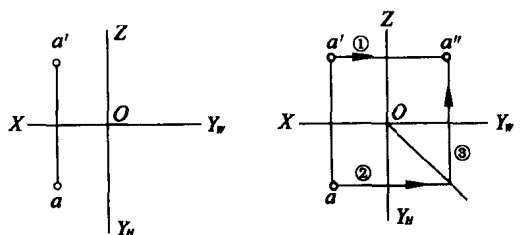
从以上叙述可知,二面系可惟一地确定空间点的位置,因此当点的两面投影确定以后,其第三投影也就确定了,换句话说,可以利用点的投影规律并根据点的两面投影来求出第三投影,其步骤如图1-9所示。

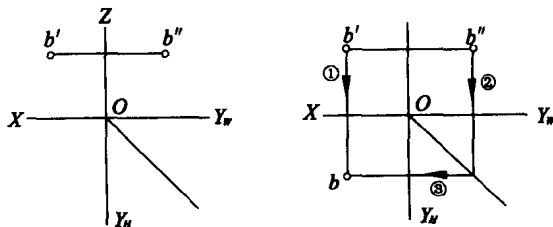
## 4. 特殊位置点的投影

当点处于投影面上、投影轴上时,其投影的位置较为特殊,称为特殊位置点。

(1) 投影面上的点。如图1-10所示,点  $M$  在  $V$  面上,点  $N$  在  $W$  面上。其投影性质:点的一个投影与其本身重合。如  $m'$  与  $M$ 、 $n''$  与  $N$  重合;点的另两投影在投影轴上,如  $m$ 、 $m''$ 、 $n'$ 、 $n$  均在投影轴上。

(2) 投影轴上的点。点  $G$  在  $OX$  轴上,其投影性质:点的两个投影与其本身重合。如  $g$ 、 $g'$  与  $G$  重合;点的另一个投影与原点  $O$  重合。如  $g''$  与  $O$  重合。


 a. 已知  $a'$ 、 $a$  求  $a''$ 

 b. 由点的投影规律求  $a''$ 

 c. 已知  $b'$ 、 $b''$  求  $b$ 

 d. 由点的投影规律求  $b$ 

图 1-9 已知两投影求第三投影

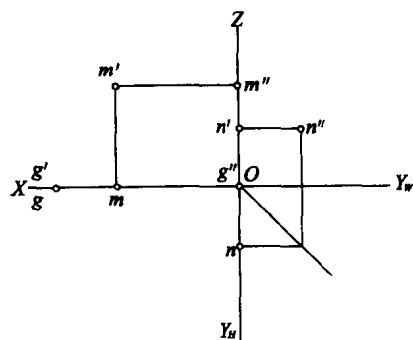
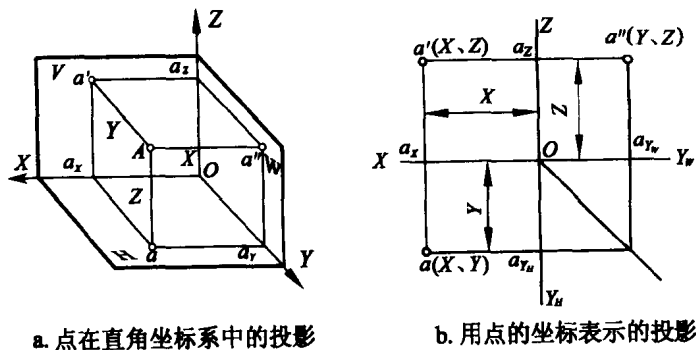


图 1-10 特殊位置点的投影

## 二、点的投影与直角坐标系的关系

为使投影体系中点的投影用数值度量，在三面系中引入笛卡尔空间坐标系，如图 1-11a 所示， $XOZ$  坐标面为  $V$  面， $XOY$  坐标面为  $H$  面， $YOZ$  坐标面为  $W$  面。

空间点至投影面的距离，反映了点的三个坐标，如图 1-11a。点  $A$  至水平面、正面、侧面的距离分别为  $Z$ 、 $Y$ 、 $X$  坐标。从图 1-11b 中可知，空间点  $A$  的正面投影既反映了该点至  $W$  面的距离，又反映了该点至  $H$  面的距离，因而， $a'$  由  $X$ 、 $Z$  坐标决定。同理点  $A$  的水平投影  $a$  由  $X$ 、 $Y$  坐标决定，点  $A$  的侧面投影  $a''$  由  $Y$ 、 $Z$  决定。总之，已知某空间点的坐标  $(X, Y, Z)$ ，便可确定该点的投影。反之，已知一点的投影，便可以从图上量取其相应的坐标。



a. 点在直角坐标系中的投影

b. 用点的坐标表示的投影

图 1-11 投影与坐标的关系

例 1-1 已知点  $C(20, 15, 20)$ ，试作点  $C$  的三面投影 (图 1-12a)。

解：(1) 做出投影轴，沿  $OX$  轴量取  $OC_x = 20$ ，过  $C_x$  做  $OX$  的垂线  $L$  (图 1-12b)。

(2) 沿  $OZ$  轴量取  $OC_z = 20$ ，过点  $c_z$  作  $OZ$  轴的垂线，交  $L$  与点  $c'$  (图 1-12c)。

- (3) 沿  $OY_H$  量取  $Oc_{Y_H} = 15$ , 过点  $c_{Y_H}$  作  $OX$  轴的平行线  $L$  与  $c$  (图1-12d)。  
 (4) 根据已做出的点  $c'$  和  $c$  求  $c''$  点即可。

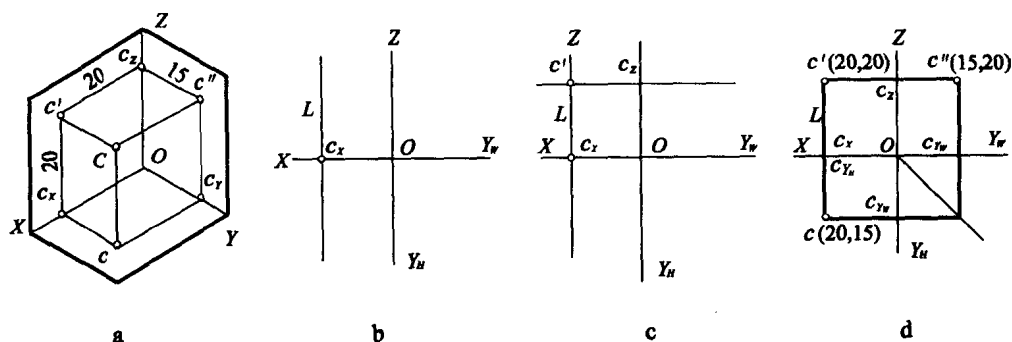


图 1-12 已知点的坐标求投影

### 三、两点的相对位置

空间两点间的相对位置有左右、前后、上下之分,  $X$  坐标反映左右关系 (大者为左, 小者为右),  $Y$  坐标反映前后关系 (大者为前, 小者为后),  $Z$  坐标反映上下关系 (大者为上, 小者为下)。如此判断, 图1-13中  $A$  点在  $B$  点的右、前、上方。

当两点位于同一投影线上时, 则该两点某两个坐标值相同, 它们在某一投影面上的投影会重合, 称该两点为对某投影面的重影点。在图1-14a中,  $A$ 、 $B$  两点的  $X$ 、 $Y$  坐标相同, 但  $Z_a > Z_b$ , 所以  $A$ 、 $B$  是对水平面的重影点。在水平投影面上,  $a$  可见,  $b$  不可见, 规定不可见的投影加圆括号, 如图1-14b所示。因此, 可把重影点的可见性总结为: 前遮后、上遮下、左遮右。

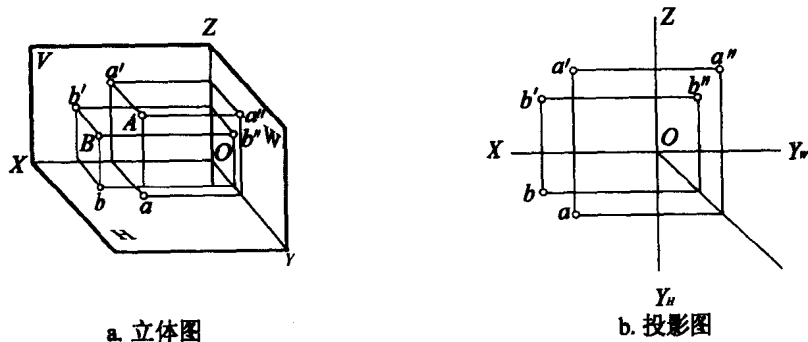


图 1-13 空间点的相对位置

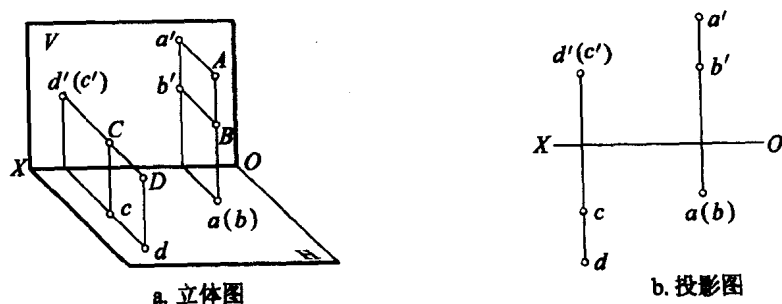


图 1-14 重影点

### 第三节 直线的投影

#### 一、直线及直线上点的投影特性

如图1-15所示, 直线  $AB$  不垂直于  $V$  面, 则过  $AB$  上各点的投射射线形成的平面与  $V$  面的交线, 就是  $AB$  的正面投影  $a'b'$ ; 直线  $DE$  垂直于  $V$  面, 则过  $DE$  上各点的投射射线, 都与  $DE$  位于同一直线上, 它与  $V$  面的交点, 就是直线  $DE$  的正面投影  $d'e'$ , 称直线  $DE$  的正面投影有积聚性。由此可见: 不垂直于投影面的直线的投影, 仍为直线; 垂直于投影面的直线的投影, 积聚成一点。

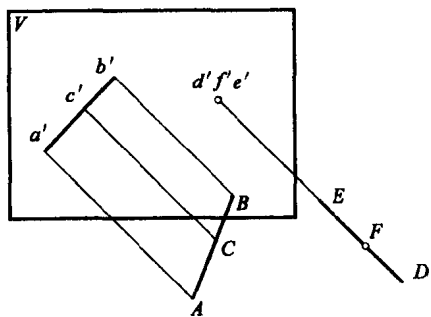


图 1-15 直线及直线上的点

如图1-15所示, 过直线  $AB$  上点  $C$  的投射射线  $Cc'$ , 必位于平面  $ABb'a'$  上, 故  $Cc'$  与  $V$  面的交点  $c'$ , 也必位于平面  $ABb'a'$  与  $V$  面的交线  $a'b'$  上; 由于在平面  $ABb'a'$  上,  $Aa' \parallel Cc' \parallel Bb'$ , 所以  $AC:CB = a'c':c'b'$ 。又因过直线  $DE$  上点  $F$  的投射射线  $Ff'$  也与  $DE$  位于同一直线上, 则  $f'$  也积聚在  $d'e'$  上。几何形体在同一投影面上的投影, 称为同面投影。由此可见:

- (1) 直线上点的投影, 必在直线的同面投影上, 且符合点的投影规律。
- (2) 不垂直于投影面的直线段上的点, 分割直线段之比, 投影后仍保持不变。

例 1-2 如图1-16a所示, 做出分线段  $AB$  为 3:2 的点  $C$  的两面投影  $c'$ 、 $c$ 。

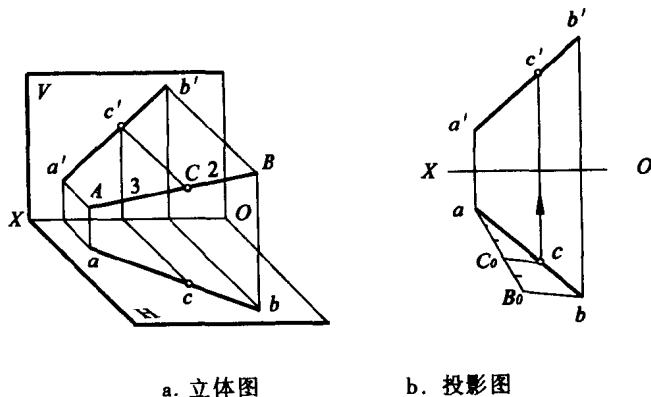


图 1-16 作分线段  $AB$  为 3:2 的分点  $C$

解: 根据直线上点的投影特性, 可先将线段  $AB$  的任一投影分为 3:2, 从而得出分点  $C$  的一个投影, 然后再作点  $C$  的另一投影。具体的作图过程是:

- (1) 由  $a$  作任意直线, 在其上量取 5 个单位长度, 得  $B_0$ 。在  $aB_0$  上取  $C_0$ , 且使  $aC_0:C_0B_0 = 3:2$ 。
- (2) 连  $B_0$  和  $b$ , 作  $C_0c \parallel B_0b$ , 与  $ab$  相交得  $c$ 。
- (3) 由  $c$  作投影连线, 与  $a'b'$  相交得  $c'$ 。

例 1-3 如图1-17所示, 判断点  $k$  是否在直线  $AB$  上。



解法一：做出  $AB$  和点  $K$  的侧面投影，看  $k''$  是否在  $a''b''$  上，因  $k''$  不在  $a''b''$  上，故  $K$  不在  $AB$  上，如图 1-17b。

解法二：由 1-17a 直接观察可知： $ak:kb \neq a'k':k'b'$ ，故可知  $K$  不在  $AB$  上。

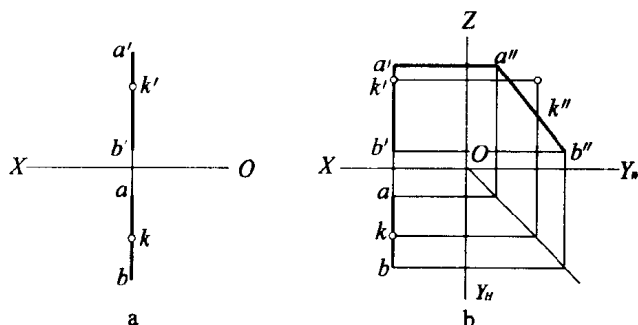


图 1-17 判断点是否在直线上

## 二、直线对投影面的各种相对位置

直线对投影面的相对位置有如下三类。后两类又可再各分三种，统称特殊位置直线。

一般位置直线：对  $V$ 、 $H$ 、 $W$  面都倾斜。

投影面平行线

(只平行于一个投影面)

正平线 ( $V$  面平行线)：//  $V$  面，对  $H$ 、 $W$  面都倾斜。  
 水平线 ( $H$  面平行线)：//  $H$  面，对  $V$ 、 $W$  面都倾斜。  
 侧平线 ( $W$  面平行线)：//  $W$  面，对  $V$ 、 $H$  面都倾斜。

投影面垂直线

(垂直于一个投影面，平行于另外两个投影面)

正垂线 ( $V$  面垂直线)： $\perp V$  面，//  $H$  面，//  $W$  面。  
 铅垂线 ( $H$  面垂直线)： $\perp H$  面，//  $V$  面，//  $W$  面。  
 侧垂线 ( $W$  面垂直线)： $\perp W$  面，//  $V$  面，//  $H$  面。

直线与它的水平投影、正面投影、侧面投影的夹角，分别称为该直线对投影面  $H$ 、 $V$ 、 $W$  的倾角  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 。当直线平行于投影面时，倾角为  $0^\circ$ ；垂直于投影面时，倾角为  $90^\circ$ ；倾斜于投影面时，则倾角大于  $0^\circ$ ，小于  $90^\circ$ 。

### 1. 一般位置直线

如图 1-18 所示的一般位置直线  $AB$ ，对投影面  $V$ 、 $H$ 、 $W$  都倾斜，两端点分别沿前后、上下、左右方向对  $V$ 、 $H$ 、 $W$  面的距离差（即相应的坐标差）都不等于零，所以  $AB$  的三个投影都倾斜于投影轴。

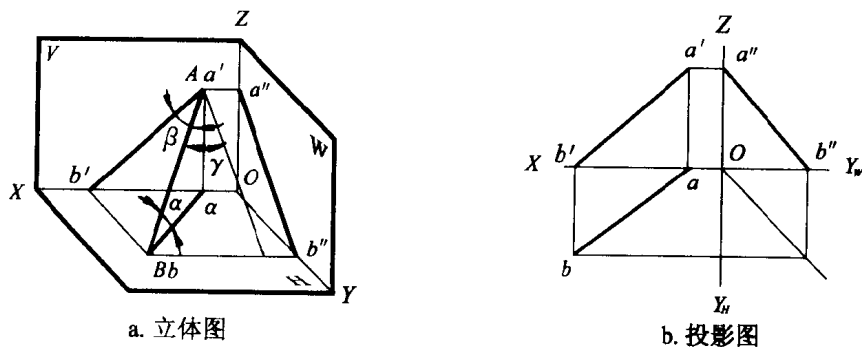


图 1-18 一般位置直线