

高等院校教材

# 工程图学

主 编 宋胜伟

副主编 麻晓红 马艳萍 伊建军

主 审 任昌玉



哈尔滨地图出版社

工程图学

主编 宋胜伟

哈尔滨地图出版社

图书在版编目(CIP)数据

工程图学/宋胜伟主编. —哈尔滨: 哈尔滨地图出版社, 2006.7

ISBN 7-80717-512-5

I.工… II.宋… III. 工程制图 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 162028 号

哈尔滨地图出版社出版发行

(地址: 哈尔滨市南岗区测绘路 2 号 邮编: 150086)

哈尔滨庆大印刷厂印刷

开本: 787 mm × 1 092 mm 1/16 印张: 19.125 字数: 470 千字

2006 年 7 月第 1 版 2006 年 7 月第 1 次印刷

印数: 1 ~ 1000 定价: 29.80 元

# 前 言

本书是按照 2006 年第十五届全国图学教育研讨会会议精神的基本要求, 结合编者十几年的教学经验编写的, 在编写过程中打破了传统教材的内容体系, 将传统的手工绘图与计算机绘图有机地融合在一起, 增加了构形设计内容, 较好地处理了经典内容与现代技术、继承与创新的关系。全书分三编共九章, 第一编投影理论; 第二编制图基础; 第三编零部件表达。

本书具有如下特点:

1. 阐述了绘图基本知识, 引入了目前最新版的绘图软件 AutoCAD2006 的使用方法, 并将计算机绘图贯穿于全书。
2. 精选传统内容。本书以工程实践应用为主, 大量削减了画法几何内容, 对线面、面面相对位置, 截交线, 相贯线的内容选题以基本型为主。
3. 加强手工绘制草图能力和计算机绘图能力的培养, 相应减少了用仪器绘图的绘图量。
4. 内容新颖、深入浅出, 图文并茂。全书采用最新国家标准。

本书由黑龙江科技学院、鸡西大学、七台河煤炭职业技术学院等几所院校的从事本学科教学十几年、具有丰富的教学经验的教师编写。其中第一、二章及习题由黑龙江科技学院宋胜伟编写; 第三、四章及习题由黑龙江科技学院麻晓红编写; 第五章及习题由黑龙江科技学院马艳萍编写; 第六章及习题由七台河煤炭职业技术学院伊建军编写; 第七章及习题由黑龙江科技学院肖胜兵编写; 第八章及习题由七台河煤炭职业技术学院周晓莉编写; 第九章及习题由鸡西大学王洪英编写。全书由宋胜伟统稿、定稿, 任昌玉审核。

由于水平有限, 不足之处在所难免, 衷心希望读者不吝赐教。

编 者

2006 年 7 月

# 绪 论

工程图学是专门研究绘制和阅读各种工程图样的学科，其所研究的内容包括投影的理论和应用，绘制图样的方法和规则。

本课程是高等工科学校中一门重要的技术基础课，学习本课程的主要任务是：

- (1) 学习正投影的基本理论及应用；
- (2) 培养学生图示、图解应用几何问题的能力；
- (3) 培养学生的空间构思和空间想象能力；
- (4) 培养学生的机械创新意识；
- (5) 培养学生绘图、读图能力；
- (6) 培养学生严谨、细致的工作作风。

虽然本课程与初等几何学有一定的联系，但在研究方法、目标及深广度上有很大差异，同学们在学习本课程时，要掌握正确的学习方法，并注意：

- (1) 充分发挥并培养空间思维和想像能力；
- (2) 在实际生活中，注意观察形体，建立起形—图之间的对应关系，善于多看、多想、多画；
- (3) 注意正确运用传统绘图工具和现代计算机绘图工具；
- (4) 严格遵循国家《机械制图》标准及计算机绘图标准绘图；
- (5) 作业要认真、正确和规范。

# 目 录

## 第一编 投影理论

第一章 点、直线、平面的投影	1
第一节 投影法的基本知识	1
第二节 点的投影	2
第三节 直线的投影	5
第四节 平面的投影	15
第五节 直线与平面以及两平面之间的相对位置	21
第二章 立体的投影	33
第一节 立体及其表面上的点与线	33
第二节 平面与回转体表面相交	40
第三节 两回转体表面相交	46
第三章 轴测图	52
第一节 轴测图的基本知识	53
第二节 正等测	54
第三节 斜二测	58

## 第二编 制图基础

第四章 制图的基本知识和基本技能	62
第一节 制图基本规格	62
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	72
第三节 几何作图	76
第四节 平面图形的尺寸标注和线段分析	82
第五节 绘图方法和步骤	85
第五章 AutoCAD2006 应用技术简介	87
第一节 入门	87
第二节 绘图基础	91
第三节 绘制平面对象	96
第四节 精确绘图	105
第五节 图形编辑	108
第六节 显示控制	119
第七节 文字	124
第八节 表格	131
第九节 图块和属性	134
第十节 尺寸标注	141
第六章 组合体三视图及尺寸标注	156
第一节 画组合体三视图	156
第二节 读组合体三视图	163
第三节 组合体的尺寸标注	168

第四节	组合体的构型设计	172
第五节	第三角画法简介	175
<b>第七章</b>	<b>机件常用的表达方法</b>	<b>177</b>
第一节	视图	177
第二节	剖视图	180
第三节	断面图	186
第四节	其它表达方法	188
第五节	机件表达方法综合举例	193
<b>第三编 零部件表达</b>		
<b>第八章</b>	<b>零件图</b>	<b>195</b>
第一节	零件图的内容	195
第二节	零件图的视图选择和尺寸标注	198
第三节	零件上的常见结构及其画法	202
第四节	零件图中的技术要求	213
第五节	常用件和标准件简介	222
第六节	读零件图	235
第七节	零件测绘	237
<b>第九章</b>	<b>装配图</b>	<b>242</b>
第一节	装配图的内容	243
第二节	装配图的表达方法	244
第三节	螺纹紧固件的连接和装配画法	245
第四节	键、销、弹簧的装配画法	249
第五节	装配图的尺寸标注	251
第六节	装配图中的零、部件序号及明细栏	251
第七节	装配结构的合理性简介	253
第八节	部件测绘简介	254
第九节	由零件图画装配图	255
第十节	读装配图及由装配图拆画零件图	261
<b>附录</b>		<b>266</b>
附录 A	简化表示法	266
附录 B	标准结构	269
附录 C	标准件	272
附录 D	技术要求	288
<b>参考文献</b>		<b>298</b>

# 第一编 投影理论

## 第一章 点、直线、平面的投影

### 第一节 投影法的基本知识

#### 一、投影法的基本概念

在自然界中,人和物体在日光或灯光的照射下,会在地面或墙上出现其影子,如图 1-1 所示。人们通过对上述现象长期观察和总结后进行科学抽象,即形成了现在用于表达工程物体的投影法则。这里,我们设想把电灯光源视为一点  $S$ ,称为投影中心;由光源发射出来的光线,即由投影中心  $S$  经空间物体上  $A, B, C$  各点所作的直线  $SA, SB, SC$ ,称为投影线;地面视为一平面  $P$ ,称为投影面;各投影线与投影面的交点  $a, b, c$  称为投影。这样一种用投影表示空间物体的方法,称为投影法。

#### 二、投影法的分类

投影法可分为中心投影法和平行投影法两大类。

##### (一) 中心投影法

如图 1-1 所示的这种投影方法,是由出自一点  $S$  (投影中心) 的投影线来获得空间物体投影的,故称为中心投影法。用中心投影法所得到空间物体的投影大小与该物体、投影中心、投影面之间的相对位置有关,常用于绘制建筑图样。

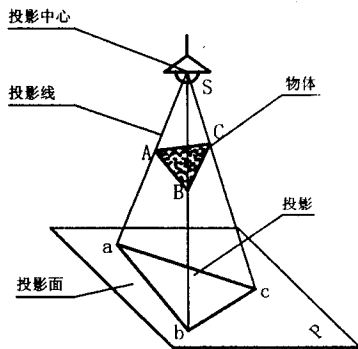


图 1-1 中心投影法

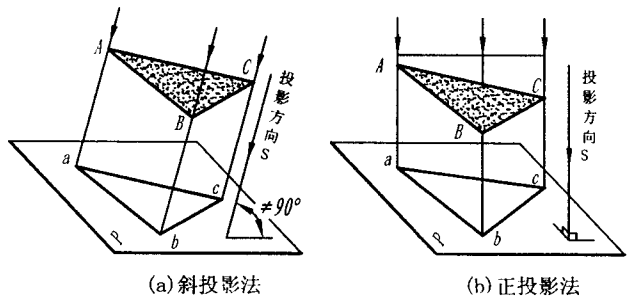


图 1-2 平行投影法

##### (二) 平行投影法

当投影中心移向无穷远时,所有投影线变成相互平行,如图 1-2 所示,其中  $S$  为投影方向。这种由相互平行的投影线来获得空间物体投影的方法,称为平行投影法。



平行投影法按投影方向又可分为：

(1) 斜投影法——投影方向倾斜于投影面，如图 1-2 (a) 所示。

(2) 正投影法——投影方向垂直于投影面，如图 1-2 (b) 所示。

由于正投影法容易表达物体的真实形状和大小，便于度量，作图简便，是绘制工程图样的基础，因此本书将主要介绍正投影法。

## 第二节 点的投影

### 一、点的投影及其投影规律

点是构成空间物体最基本的几何元素，如图 1-3 所示物体上的  $A, B, C$  等点。为讨论方便，将点  $A$  单独取出，置于三投影面体系中分别向各投影面进行投影，就得到了它的三个投影，分别用  $a, a', a''$  表示<sup>①</sup>，如图 1-4 (a) 所示。

沿  $Y$  轴方向剪开，并按图示方向旋转  $90^\circ$ ，将三个投影展平在同一平面上，见图 1-4 (b)。去除投影面的框线和标记后（保留投影轴），得到  $A$  点的三面投影图，见图 1-4 (c)。

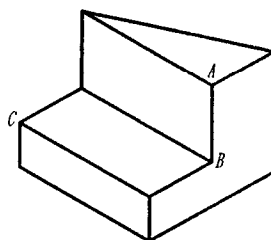


图 1-3 物体上的点

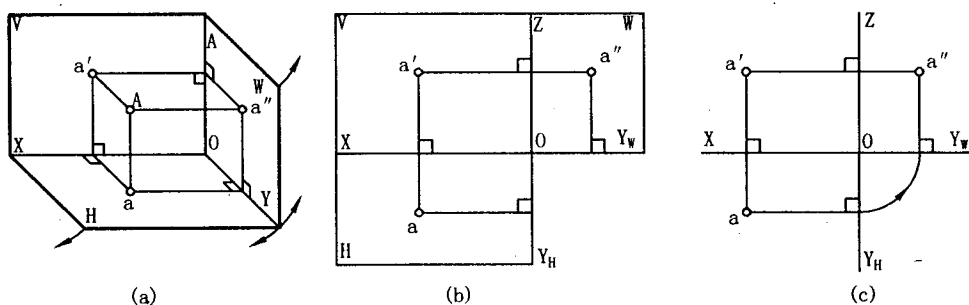


图 1-4 一点的三面投影

从上述点的三面投影分析，可分别得出如下的投影规律：

(1) 点的两个投影的连线必垂直于相应投影轴，即

$\overline{aa'} \perp X$  轴； $\overline{a'a''} \perp Z$  轴； $\overline{aa''} \perp Y$  轴（因  $Y$  轴分成两侧，故分别  $\perp Y_H$  轴和  $Y_W$  轴）。

①空间点用大写字母表示，投影用小写字母表示。 $H$  面上投影不加撇， $V$  面上投影加一撇， $W$  面上投影加两撇。



(2) 点的投影到相应投影轴的距离, 反映空间该点到相应投影面的距离, 即水平投影  $a$  到  $X$  轴的距离= $A$  点到  $V$  面的距离, 水平投影  $a$  到  $Y_H$  轴距离= $A$  点到  $W$  面的距离;

正面投影  $a'$  到  $X$  轴的距离= $A$  点到  $H$  面的距离, 正面投影  $a'$  到  $Z$  轴距离= $A$  点到  $W$  面的距离;

侧面投影  $a''$  到  $Y_W$  轴的距离= $A$  点到  $H$  面的距离, 侧面投影  $a''$  到  $Z$  轴距离= $A$  点到  $V$  面的距离。

由第二条规律可以看出, 只要知道空间点的任何投影就可知道该点与各个投影面的距离, 即可确定它在空间的位置。因此已知空间点的两个投影后, 根据上述规律就可以方便地作出点的第三个投影。

例 1.1 已知  $B$  点的正面投影和水平投影, 见图 1-5 (a), 试求其侧面投影。

解 (1) 从  $b'$  作  $Z$  轴的垂线, 并延长之, 见图 1-5 (b);

(2) 从  $b$  作  $Y_H$  轴的垂线得  $b_{Y_H}$ , 用  $45^\circ$  分角线或圆弧将  $b_{Y_H}$  移到  $b_{Y_W}$  (使  $Ob_{Y_H} = Ob_{Y_W}$ ), 然后过  $b_{Y_W}$  作  $Y_W$  轴的垂线, 同  $b'$  与  $Z$  轴的垂线相交, 得到  $b''$ , 见图 1-5 (c)。

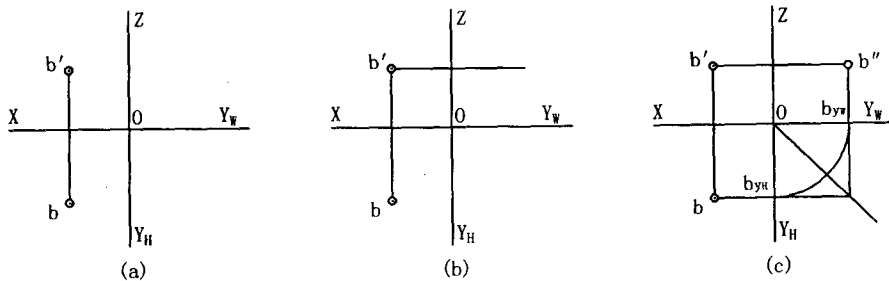


图 1-5 由点的两个投影求第三投影

## 二、点的三面投影和坐标的关系

若将相互垂直的三投影面体系看成是笛卡尔直角坐标系, 则  $V, H, W$  三个投影面就分别成为坐标面,  $X, Y, Z$  三条投影轴则对应为坐标轴, 三轴的交点  $O$  为坐标原点。如图 1-6 所示。空间点  $A$  的坐标值在投影图上的正方向规定为:  $X$  坐标自  $O$  向左,  $Y$  坐标自  $O$  向前,  $Z$  坐标自  $O$  向上。由此空间点  $A$  的位置, 亦可用  $A(x, y, z)$  三个坐标来确定。

点  $A$  的三面投影与坐标有如下关系:

即水平投影  $a$  反映  $A$  点的  $X$  和  $Y$  坐标;

正面投影  $a'$  反映  $A$  点的  $X$  和  $Z$  坐标;

侧面投影  $a''$  反映  $A$  点的  $Y$  和  $Z$  坐标。

从中可以看出, 由于点的任何两个投影必包含该点的三个坐标, 也就确定了点的空间位置。因此, 已知空间点的坐标  $(X, Y, Z)$ , 即可作出该点的三个投影; 反之, 按点的两面投影图就可测得点的坐标值。

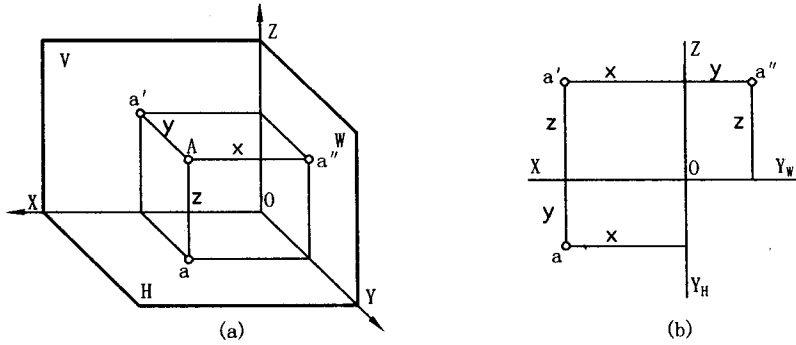


图 1-6 点的三面投影与坐标的关系

例 1.2 已知空间点  $C$  的坐标为  $(12, 10, 15)$ ，试作其三面投影图。

解 (1) 作  $X, Y, Z$  轴得原点  $O$ ，然后在  $OX$  轴上自  $O$  向左量取  $x=12$ ，再由该点向前沿  $Y_H$  轴量取  $y=10$ ，即得  $C$  点的  $c$ ，见图 1-7 (a)；

(2) 由  $OZ$  轴向上量取  $z=15$ ，沿  $OX$  轴向左量取  $x=12$ ，求得  $C$  点的正面投影  $c'$  见图 1-7 (b)；

(3) 由  $OZ$  轴向上量取  $z=15$ ， $OY_W$  轴向右量取  $y=10$ ，得  $C$  点的侧面投影  $c''$ ，见图 1-7 (c)。

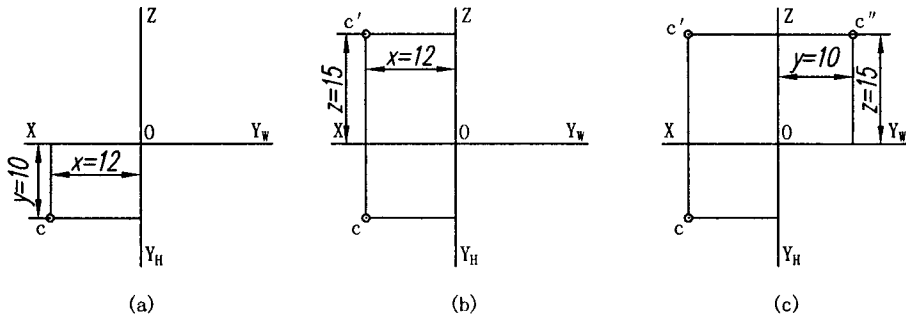


图 1-7 根据坐标作点的三面投影

在作点的第三个投影时，亦可在两个投影的基础上，利用点的投影规律作图求出，参见图 1-5。

### 三、两点的相对位置及重影点

空间两点（如图 1-3 中的  $A, C$  两点）处于同一个三投影体系时，两点的相对位置可以用两点同一方向的坐标差来反映，见图 1-8，从图 1-8 (b) 的投影图上，两个点的投影分别沿  $y, x, z$  轴的三个方向就能判别出：

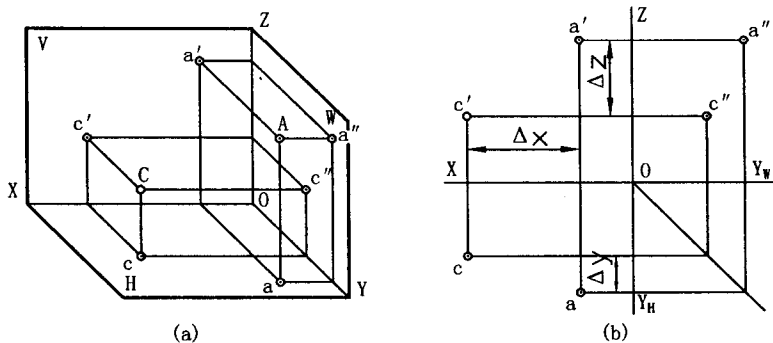


图 1-8 两点的相对位置

- C 点在 A 点之后, 距离为  $\Delta y$ ;
- C 点在 A 点之左, 距离为  $\Delta x$ ;
- C 点在 A 点之下, 距离为  $\Delta z$ 。

当空间两点 (如图 1-3 中的 A, B 两点) 某两个坐标值相同时, 它们的同面投影会重合为一点, 该重合投影称为重影点。如图 1-4 中 A, B 两点的水平投影重合为一点, 说明该两点的  $x$  和  $y$  坐标相同, 但  $z$  坐标不同。所以在投影图上可根据正面投影  $z$  坐标的大小, 判别出空间 A, B 点的高低位置, 从而确定重影点的可见性, 即投影图中 A 点的  $z$  坐标值大, 所以重影点 A, B 中, A 点离观察者近, 为可见; 而 B 点的  $z$  坐标值小, 在 A 点之下, 不可见其投影  $b$  加括号表示。

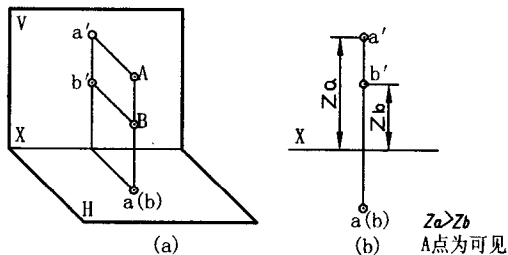


图 1-9 点的重影

空间点对其它两投影面的投影为重影点时, 可以用类似的方法判别其可见性。

### 第三节 直线的投影

#### 一、直线投影的基本特性

除特殊情况外, 直线的投影仍然是直线。

由初等几何可知, 两点定一直线, 所以只要决定直线上两点的各个投影后, 将同面投影相连, 那么直线的各个投影也就随之确定。

## 二、各种不同位置直线的投影特征

在三投影面体系中，直线与投影面的相对位置可以分为三种情况：垂直、平行和倾斜。下面分别讨论它们的投影特征。

### (一) 投影面垂直线

凡垂直于某一投影面，同时平行于另两个投影面的直线，统称为投影面垂直线，其中垂直于正立投影面的称为正垂线；垂直于水平投影面的称为铅垂线；垂直于侧立投影面的称为侧垂线。

表 1-1 列出了各种投影面垂直线的投影特征。

它们的共同投影特征可归纳为两点：

- (1) 直线在其所垂直的投影面上的投影，积聚为一点。
- (2) 直线的其余两个投影，均平行于相应的投影轴，且反映该直线的实长。

### (二) 投影面平行线

凡平行于某一投影面，同时倾斜于另两个投影面的直线，统称为投影面平行线，其中平行于正立投影面的称为正平线；平行于水平投影面的称为水平线；平行于侧立投影面的称为侧平线。

表 1-2 列出了各种投影面平行线的投影特征。

它们共同的投影特征可归纳为两点：

(1) 直线在其平行的投影面上的投影，反映直线实长，同时还反映该直线与另两个投影面之间的真实倾角<sup>②</sup>。

- (2) 直线的其余两个投影均分别平行于相应的投影轴。

### (三) 一般位置直线

凡同时倾斜于三投影面的直线，称为一般位置直线。如图 1-10 (a) 所示三棱锥上的 SA 棱线即为一般位置直线的实例。

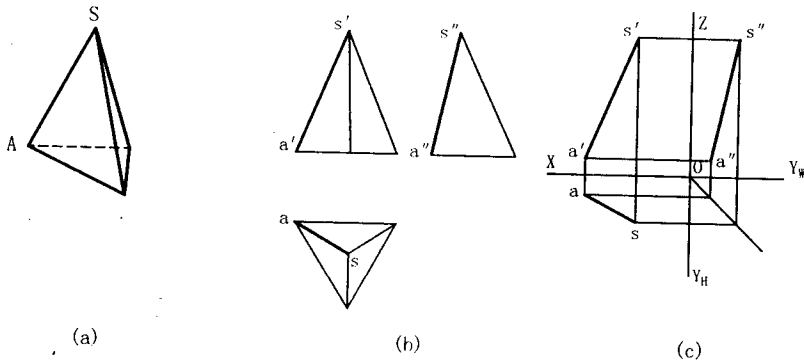


图 1-10 一般位置直线

由图 1-10 (c) 的投影图，可归纳其投影特征为三点：

- (1) 一般位置直线的三个投影与投影轴都既不平行也不垂直。
- (2) 一般位置直线的任一投影均不反映该直线实长，且小于实长。
- (3) 任一个投影与投影轴的夹角，均不反映空间直线与任何投影面间的真实倾角。

<sup>②</sup>空间线、面与投影面的夹角称倾角。其与  $H$  面的倾角用  $\alpha$  表示；与  $V$  面的倾角用  $\beta$  表示；与  $W$  面的倾角用  $\gamma$  表示。

表 1-1 投影面垂直线的投影特征

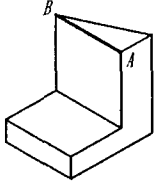
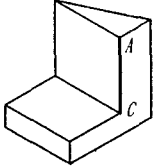
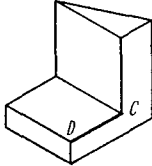
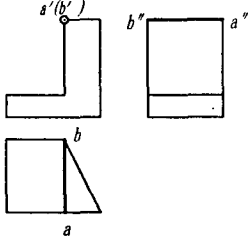
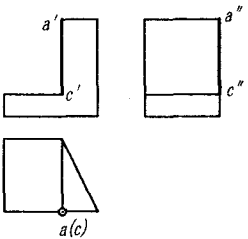
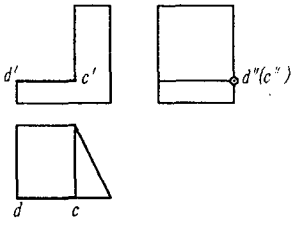
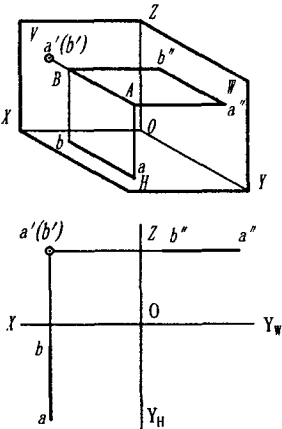
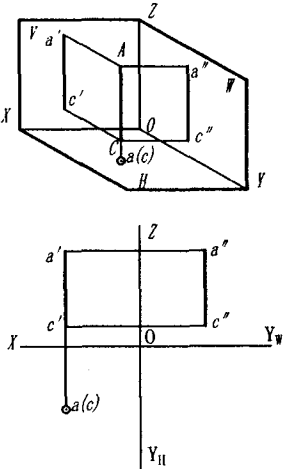
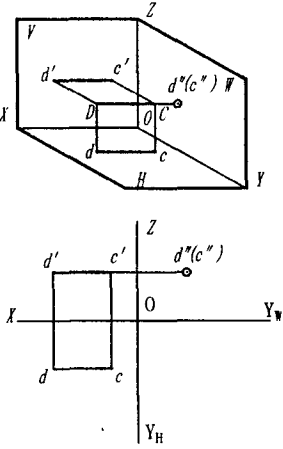
	正垂线	铅垂线	侧垂线
物体表面上直线举例			
视图			
投影图			
投影特征	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>a'b'</math> 积聚成一点。</li> <li>2. <math>ab \parallel OY_H</math>, <math>a''b'' \parallel OY_W</math>, 都反映真长。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>ac</math> 积聚成一点。</li> <li>2. <math>a'c' \parallel OZ</math>, <math>a''c'' \parallel OZ</math>, 都反映真长。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <math>d''c''</math> 积聚成一点。</li> <li>2. <math>dc \parallel OX</math>, <math>d'c' \parallel OX</math>, 都反映真长。</li> </ol>

表 1-2 投影面平行线的投影特征

	正 平 线	水 平 线	侧 平 线
物体表面上直线举例			
视图			
投影图			
投影特征	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 正面投影 <math>a'b'</math> 反映实长及其对H面真实夹角 <math>\alpha</math>，对W面的真实夹角 <math>\gamma</math>。</li> <li>2. 水平投影 <math>ab \parallel OX</math>轴；侧面投影 <math>a''b'' \parallel OZ</math>轴。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 水平投影 <math>cb</math> 反映实长及其对V面真实夹角 <math>\beta</math>，对W面的真实夹角 <math>\gamma</math>。</li> <li>2. 正平投影 <math>c'b' \parallel OX</math>轴；侧面投影 <math>c''b'' \parallel OY_W</math>轴。</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 侧面投影 <math>c''a''</math> 反映实长及其对H面真实夹角 <math>\alpha</math>，对V面的真实夹角 <math>\beta</math>。</li> <li>2. 正面投影 <math>c'a' \parallel OZ</math>轴；水平投影 <math>ca \parallel OY_H</math>轴。</li> </ol>

### 三、直线和点的相对位置

讨论直线和点的相对位置，主要是在投影图上判断点是否在直线上以及了解在线上点的投影特征。

直线上的点有两个重要投影特征：

(1) 从属性 直线上的点，其各个投影必在该直线的同面投影上。如图 1-11 中，直

线  $AB$  上有一点  $K$ , 则  $K$  点的各个投影必在  $AB$  线的同面投影上, 即  $k$  在  $ab$  上,  $k'$  在  $a'b'$  上,  $k''$  在  $a''b''$  上, 见图 1-11 (b)。

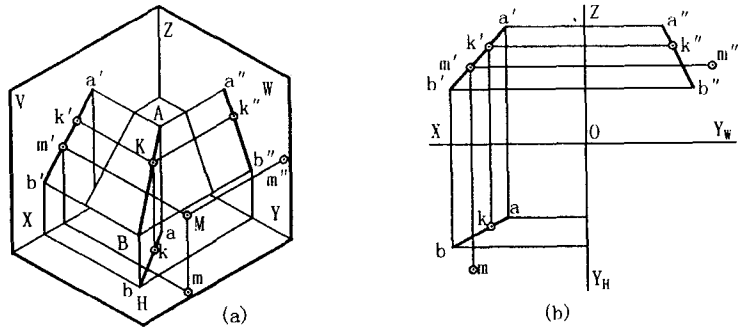


图 1-11 直线上点的投影特性

(2) 定比性 直线上的点, 分割该直线成定比, 其各个投影亦分成相同的比例。如在图 1-11 中, 直线  $AB$  上的点  $K$  将直线分成  $AK$  与  $KB$  的比例关系, 等于同面投影中的两线段的比例关系, 即

$$AK:KB = ak:kb = a'k':k'b' = a''k'':k''b''$$

反之, 点的投影不满足上述两个投影特征, 就可判定点不在直线上, 如图 1-11 中的  $M$  点。

例 1.3 已知侧平线  $DE$  的正面投影和水平投影, 以及线上  $K$  点的正面投影  $k'$ , 试求出  $K$  点的水平投影  $k$ , 见图 1-12 (a)。

解 (1) 该已知线为侧平线, 故求解时可先求出  $DE$  的侧面投影, 然后根据直线上点的投影特征求出  $k''$ , 最后由点的投影规律获得水平投影  $k$ , 见图 1-12 (b)。

(2) 该题亦可不作第三投影, 直接按点分割线段成定比的性质, 用初等几何方法求解。从水平投影  $de$  的任一端引一直线, 图 1-12(c) 中由  $e$  点引出, 取  $ek_0 = e'k'$ ,  $k_0d_0 = k'd'$ , 然后连  $d_0d$ , 从  $k_0$  引  $d_0d$  的平行线, 即可求得  $de$  上的  $k$  点。

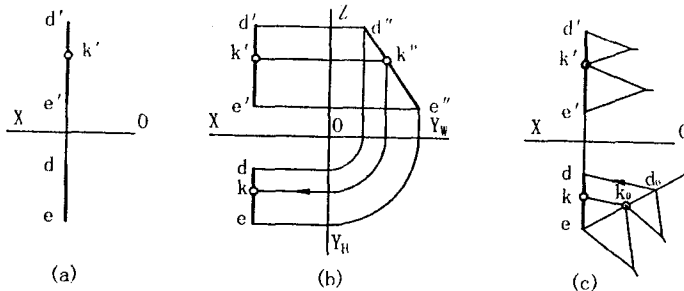


图 1-12 侧平线上求点的投影



#### 四、求线段实长及对投影面的倾角

由于一般位置线段的各投影均不反映线段实长，也不反映该线段对各投影面的倾角。但可以利用直角三角形法，根据一般位置线段的投影图，求出线段实长及其对各投影面的倾角。

图 1-13 (a) 表示一般位置线段  $AB$  及其投影，过点  $A$  作  $AB_1 \parallel ab$ ，得直角三角形  $AB_1B$ ，其斜边  $AB$  即为线段的实长， $\angle BAB_1$  即是线段  $AB$  对  $H$  面的倾角  $\alpha$ 。在  $\triangle AB_1B$  中， $AB_1 = ab$ ，即线段  $AB$  的水平投影长度。 $BB_1 = z_B - z_A$ ，即线段的端点  $B$  和  $A$  的  $z$  坐标差。两直角边  $AB_1$  及  $BB_1$  均可从  $AB$  的投影图上量取，于是可作出该直角三角形，从而得到线段  $AB$  的实长及对投影面的倾角。

在投影图上的作图过程如图 1-13 (b) 所示，过点  $a'$  作  $a'b_1 \parallel OX$ ，则  $b'b_1 = z_B - z_A$ 。在以水平投影  $ab$  为直角边， $b'b_1$  为另一直角边所构成的直角三角形  $abb_0$  中，斜边  $ab_0$  即为线段  $AB$  的实长，而  $\angle bab_0$  即为  $AB$  对  $H$  面的倾角  $\alpha$ 。

如求线段  $AB$  对  $V$  面的倾角  $\beta$ ，则以其正面投影  $a'b'$  为一直角边，以点  $A$  和  $B$  的  $y$  坐标差为另一直角边作直角三角形，其斜边即为线段  $AB$  的实长， $y$  坐标差所对的锐角  $AB$  对  $V$  面的倾角  $\beta$ ，如图 1-13 (c) 所示。

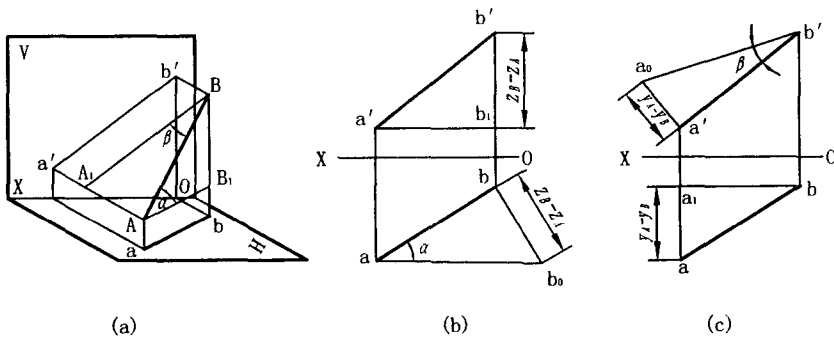


图 1-13 求线段的直长及倾角

综上所述，用直角三角形法作图的要领可归结为：以线段的某一个投影长为一直角边，以线段两端点相对于该投影面的坐标差为另一直角边作直角三角形，其斜边即为线段的实长，坐标差构成的直角边所对的锐角即为线段对该投影面的倾角。

运用直角三角形法可以求出线段的实长及对投影面的倾角，反之也可根据线段的一个投影和该线段的实长或对投影面的倾角补作线段的另一个投影。

例 1-4 已知线段  $AB$  的水平投影  $ab$  及点  $A$  的正面投影  $a'$  (图 1-14 (a))，并知线段  $AB$  实长为  $L$ ，求作线段  $AB$  的正面投影  $a'b'$ 。

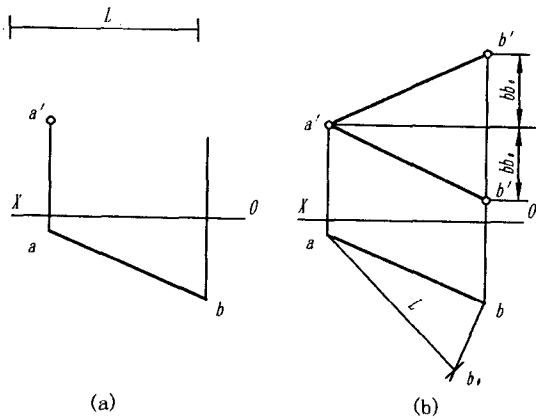


图 1-14 求线段  $AB$  的正面投影

分析：这是运用直角三角形法求解的例题。给出线段的一个投影及其实际长，就可作出直角三角形，该直角三角形的另一直角边即为线段两端点到水平面的坐标差，据此可求出所缺的正面投影  $b'$ 。

作图：见图 1-14(b)。以  $ab$  为一直角边， $L$  为斜边作一直角三角形  $abb_0$ ，则  $abb_0 = |z_A - z_B|$ ，在正面投影上按坐标差量取得点  $b'$ ，连  $a'b'$  即为所求。本题有两解。

### 五、直线和直线的相对位置

空间物体上的直线和直线之间会处于各种不同的位置，了解空间两直线处于各种相对位置时的投影特征，将有利于今后在表达物体和读图时分析物体的表面组成情况。物体上直线和直线之间的相对位置有三种情况（如图 1-15 所示）：平行（如  $AB$  和  $CD$ ）、相交

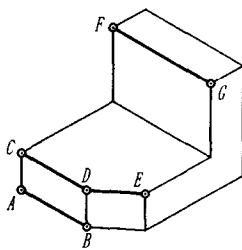


图 1-15 物体上两直线的相对位置

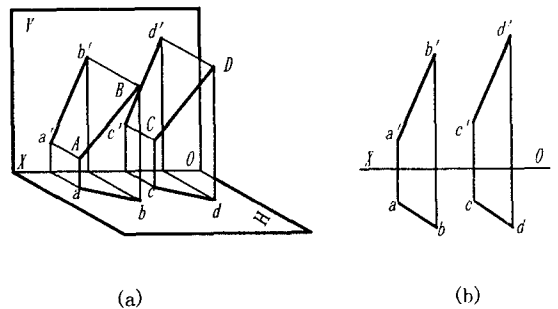


图 1-16 两直线平行

（如  $CD$  和  $DE$ ）和交叉（如  $DE$  和  $FG$ ）。平行和相交两直线处于同一平面称为同面直线，交叉两直线不在同一平面称为异面直线。下面分别讨论它们的投影特征。