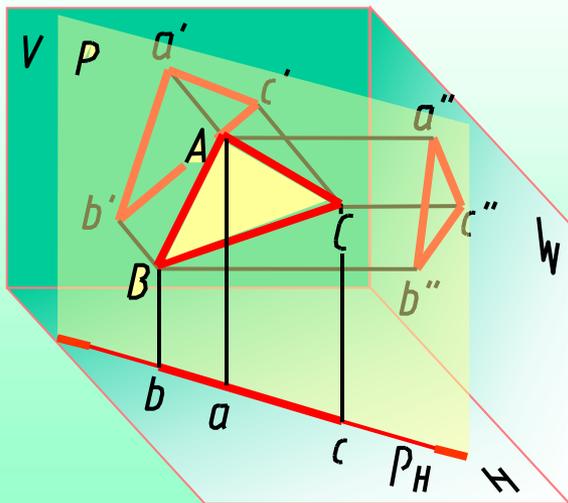




# 机械制图电子课件

## 第二章



迁西职教中心



# 第二章投影的基本知识

§ 2-1 投影法的基本概念

§ 2-2 三面视图

§ 2-3 点的投影

§ 2-4 直线的投影

§ 2-5 平面的投影

§ 2-6 几何体的投影

§ 2-7 几何体尺寸注法

§ 2-8 几何体的轴测图



# § 2-1 投影法的基本概念

## 一、投影法的分类

1. 中心投影法
2. 平行投影法
  - (1) 斜投影法
  - (2) 正投影法

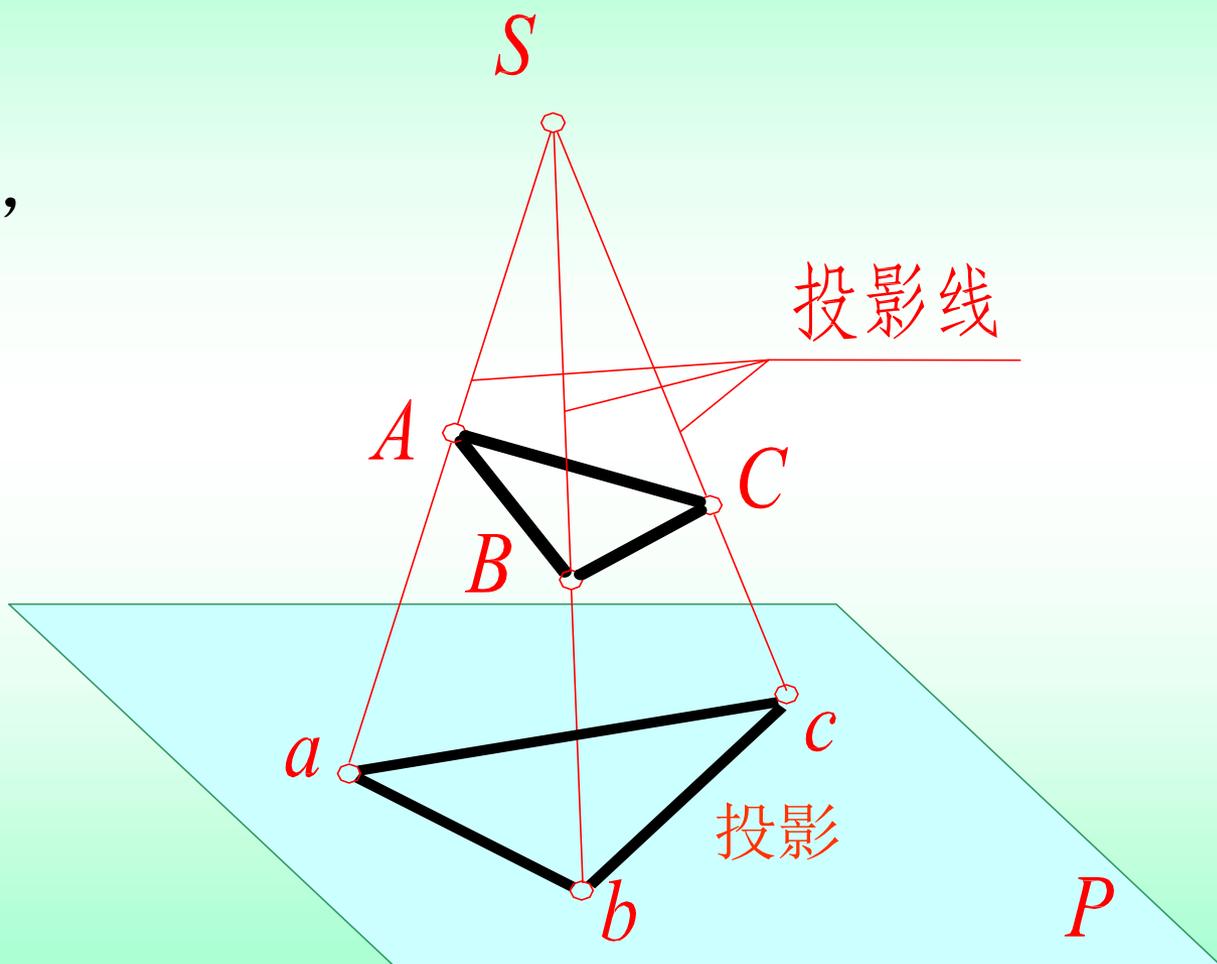
## 二、正投影的基本性质



# 投影的概念

物体在阳光的照射下，就会在墙面或地面投下影子，这就是投影现象。投影法是将这一现象加以科学抽象而产生的。

投射射线通过物体，向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法，称为投影法。



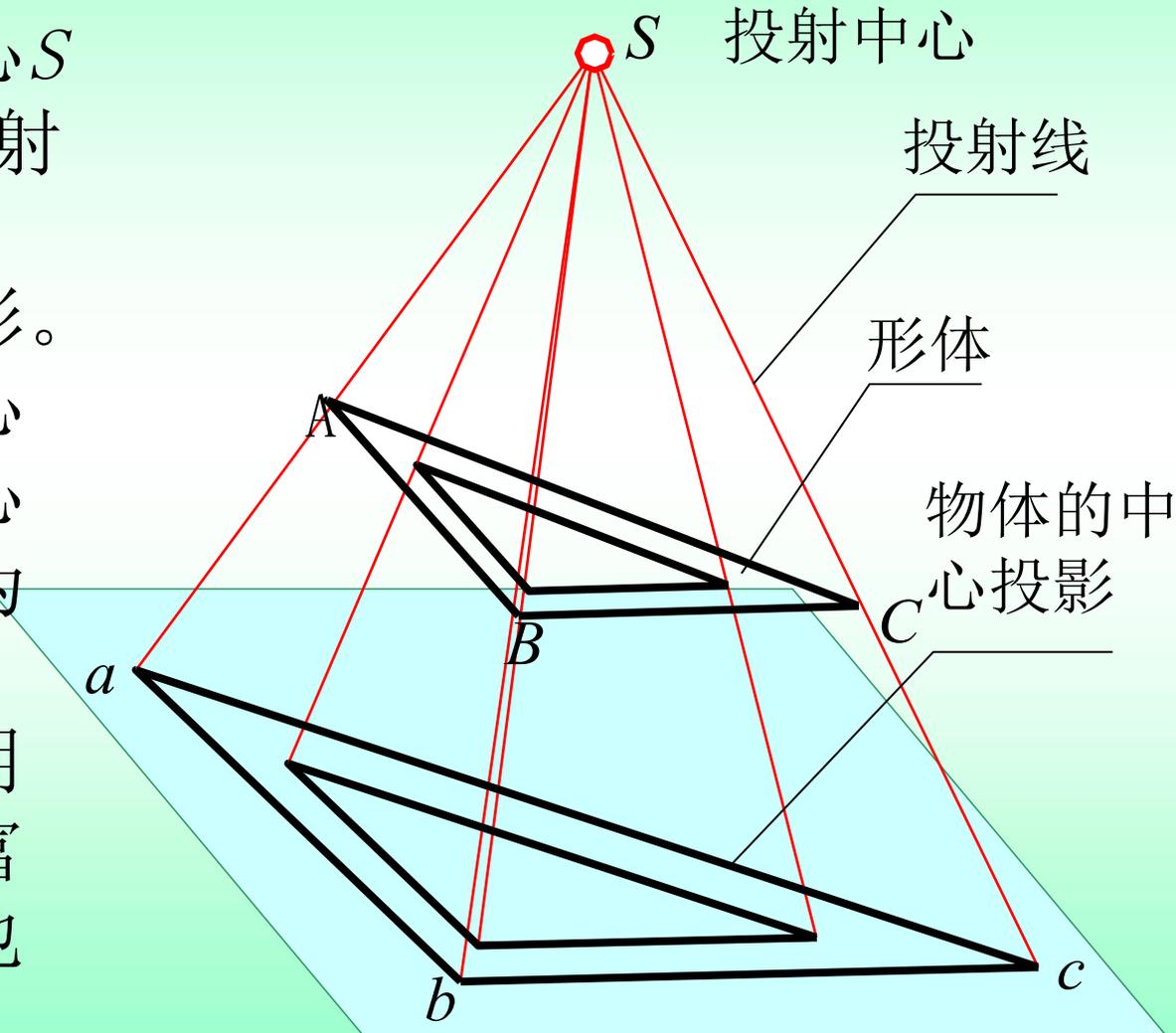


# 一、投影法的分类

## 1. 中心投影法

投影线自投影中心 $S$ 出发，将空间 $\triangle ABC$ 投射到投影面 $P$ 上，所得 $\triangle abc$ 即为 $\triangle ABC$ 的投影。这种投影线自投影中心出发的投影法称为中心投影法，所得投影称为中心投影。

中心投影法主要用于绘制产品或建筑物富有真实感的立体图，也称透视图。



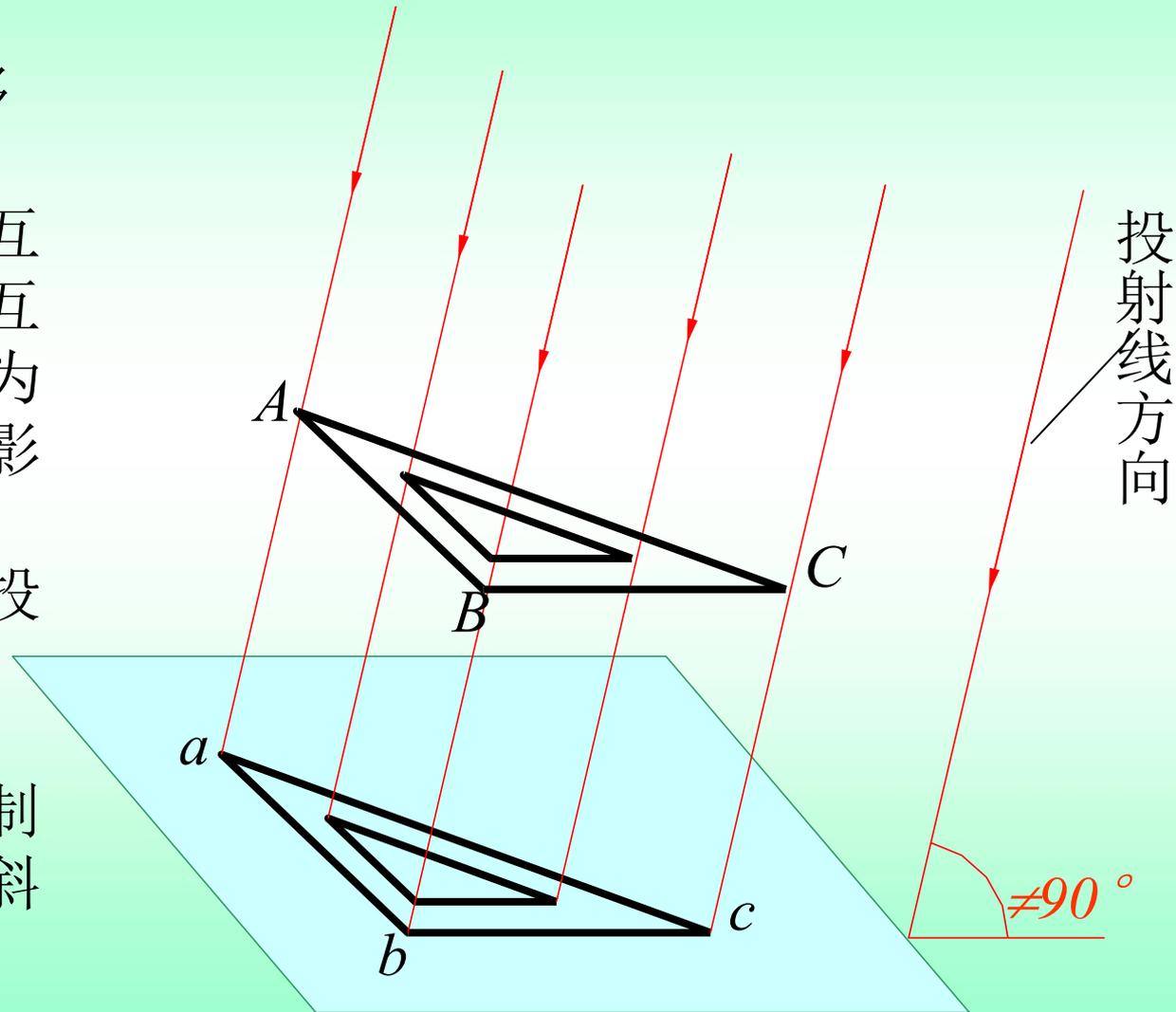


## 2. 平行投影法:

### (1) 斜投影法

若将投影中心S移到离投影面无穷远处, 则所有的投影线都相互平行, 这种投影线相互平行的投影方法, 称为平行投影法, 所得投影称为平行投影。

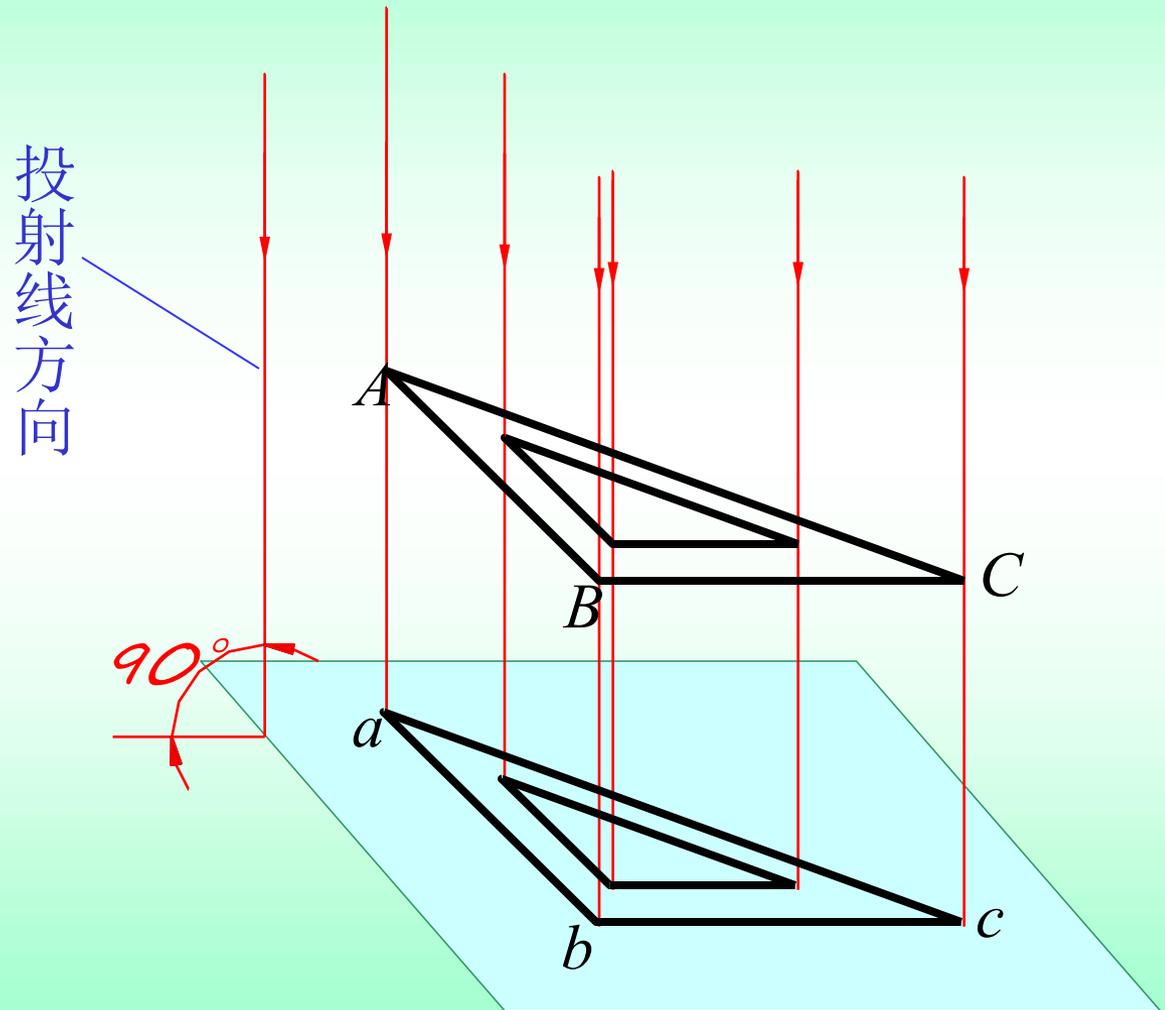
若投影线倾斜于投影面, 称为斜投影法, 所得投影称为斜投影, 斜投影法主要用于绘制有立体感的图形, 如斜轴测图。





## (2) 正投影法

投影线与投影面相垂直的平行投影法，称为正投影法，根据正投影法所得到的图形称为正投影或正投影图。正投影法主要用于绘制机械图样。





## 二、正投影的基本性质

1. 显实性

2. 积聚性

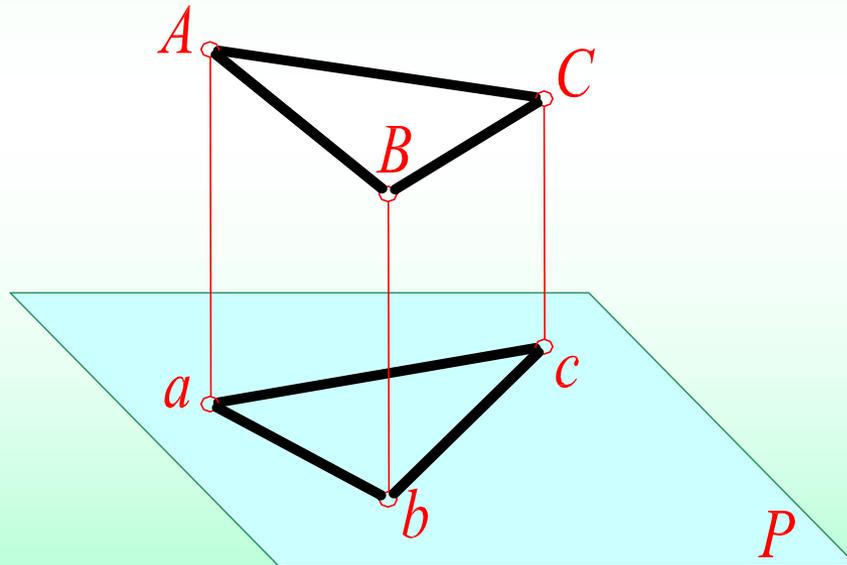
3. 类似性





# 1. 显实性(实形性)

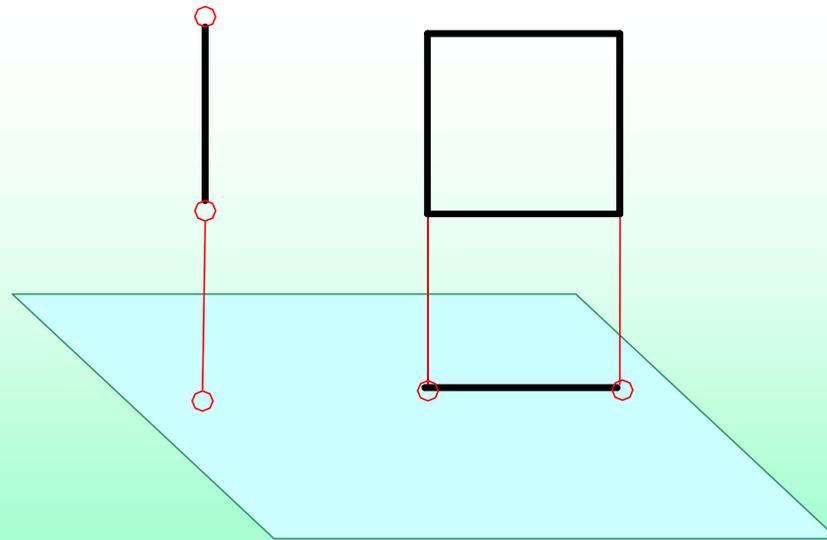
当直线或平面与投影面平行时，则直线的投影反映实长、平面的投影反映其实形。





## 2. 积聚性

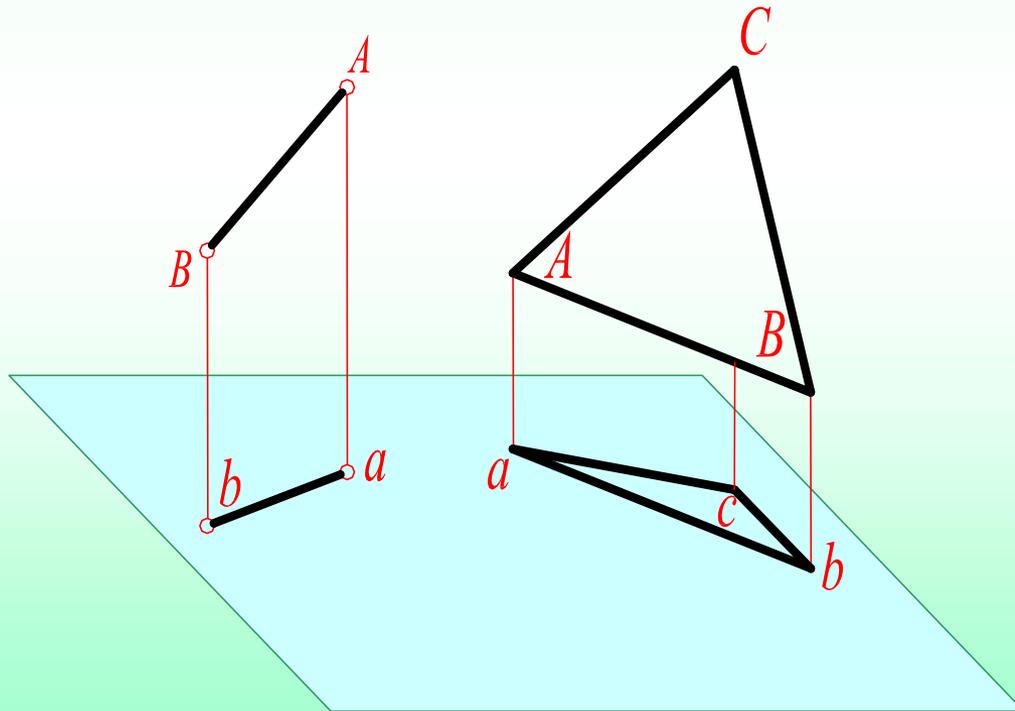
平面图形(或直线)与投影平面垂直时,其投影积聚为线(或一个点)的性质。





### 3. 类似性

平面图形(或直线)与投影面倾斜时, 其投影变小(或变短), 但投影的形状与原来形状相类似的性质, 称为类似性。





## § 2-2 三面视图

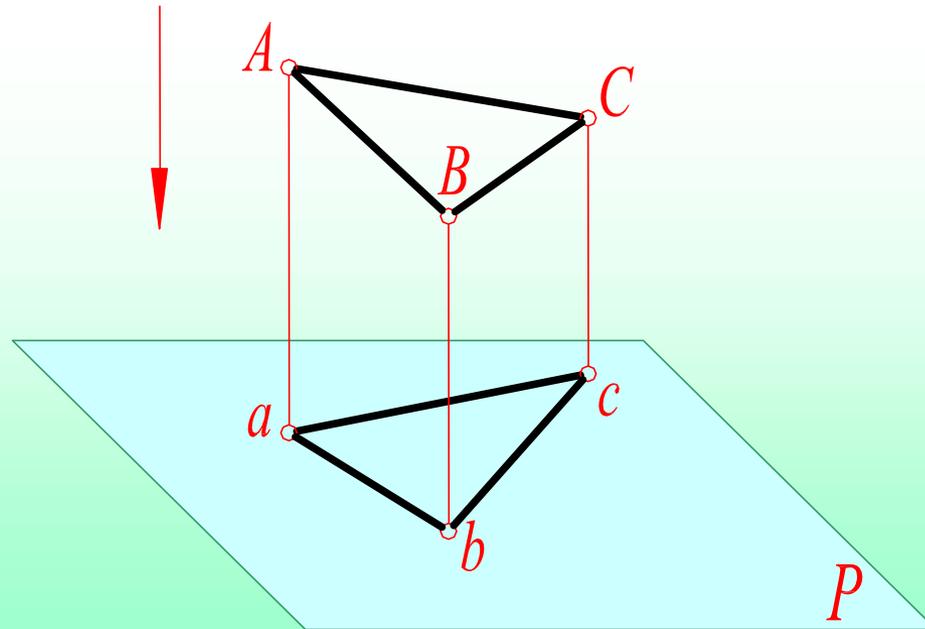
- 一、视图的基本概念
- 二、三视图的形成过程
- 三、三视图之间的对应关系
- 四、三视图的作图方法与步骤



# 一、视图的基本概念

用正投影法绘制出的物体的图形称为视图。物体有长、宽、高三个方向的，尺寸，一个视图只能反映其两个方向的情况和尺寸。所以，一般情况下，一个视图不能确定物体的形状和大小。

为了准确表示物体的形状，必须增加由几个不同的投射方向得到的几个视图，把物体上长、宽、高三个方向的形状和尺寸，都加以说明。工程上常用的是三视图。





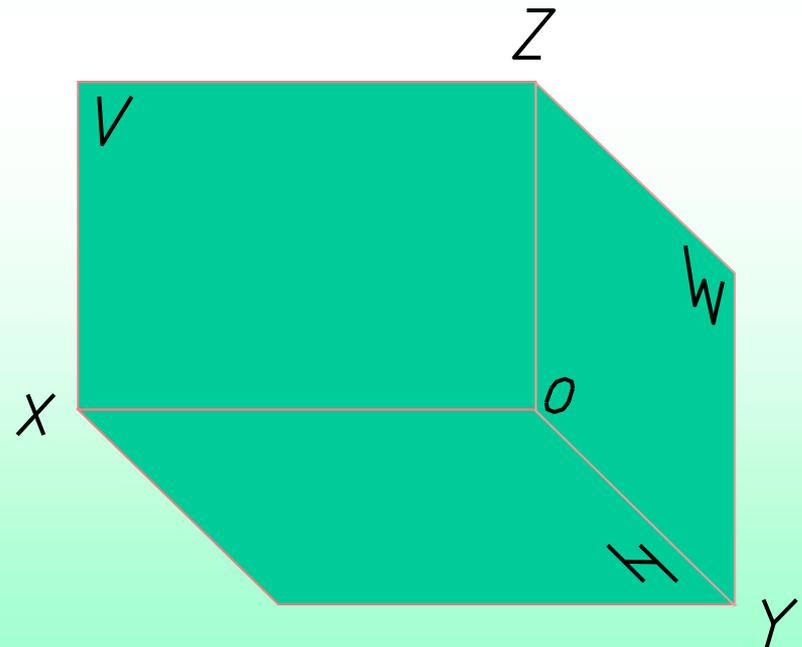
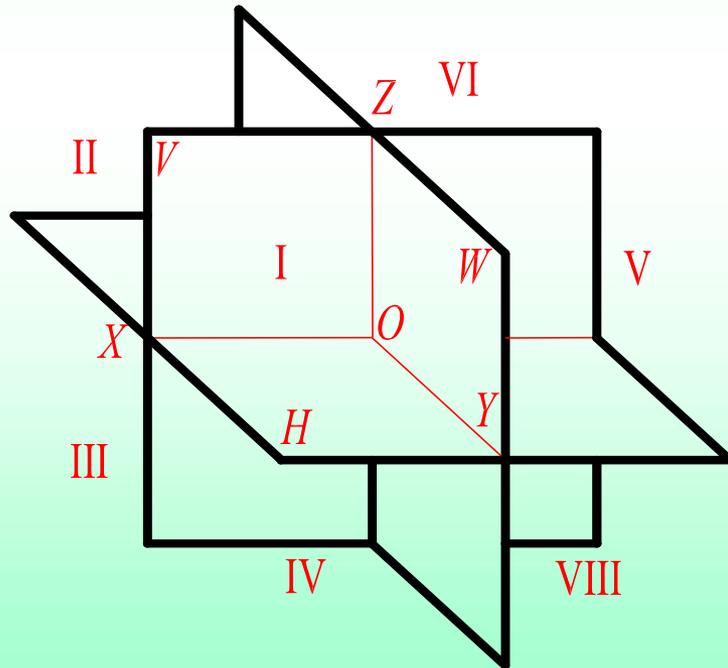
## 二、三视图的形成过程

1. 三投影面体系的建立
2. 物体在三投影面体系中的投影
3. 三投影面的展开



# 1. 三投影面体系的建立

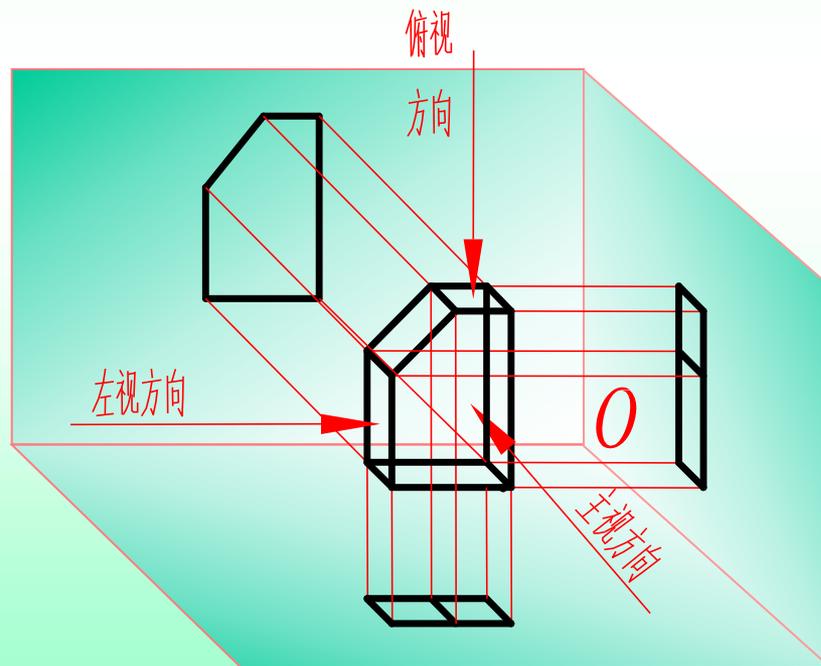
投影面体系由三个互相垂直的投影面所组成。三个投影面分别称为：正立投影面 $V$ 、水平投影面 $H$ 、侧立投影面 $W$ 。三个投影面两两垂直相交，得三个投影轴分别为 $OX$ 、 $OY$ 、 $OZ$ ，其交点 $O$ 为原点。





## 2. 物体在三投影面体系中的投影

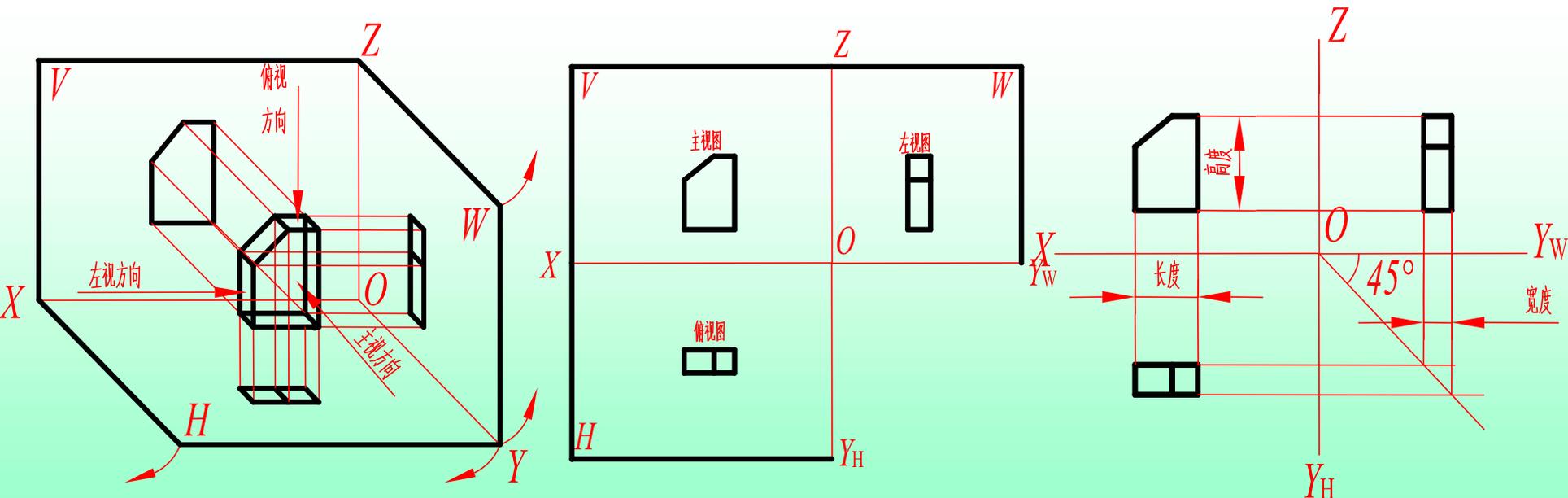
将物体放置在三投影面体系中，按正投影法向各投影面投射，即可得到物体的正面投影、水平面投影和侧面投影，如图所示。





### 3. 三投影面的展开

为了画图方便，规定V面不动，H面绕OX轴向下旋转 $90^{\circ}$ ，W面绕OZ轴向右旋转 $90^{\circ}$ ，使得三投影面处于同一平面，由于视图和平面大小无关，所以投影面的范围不必画出。





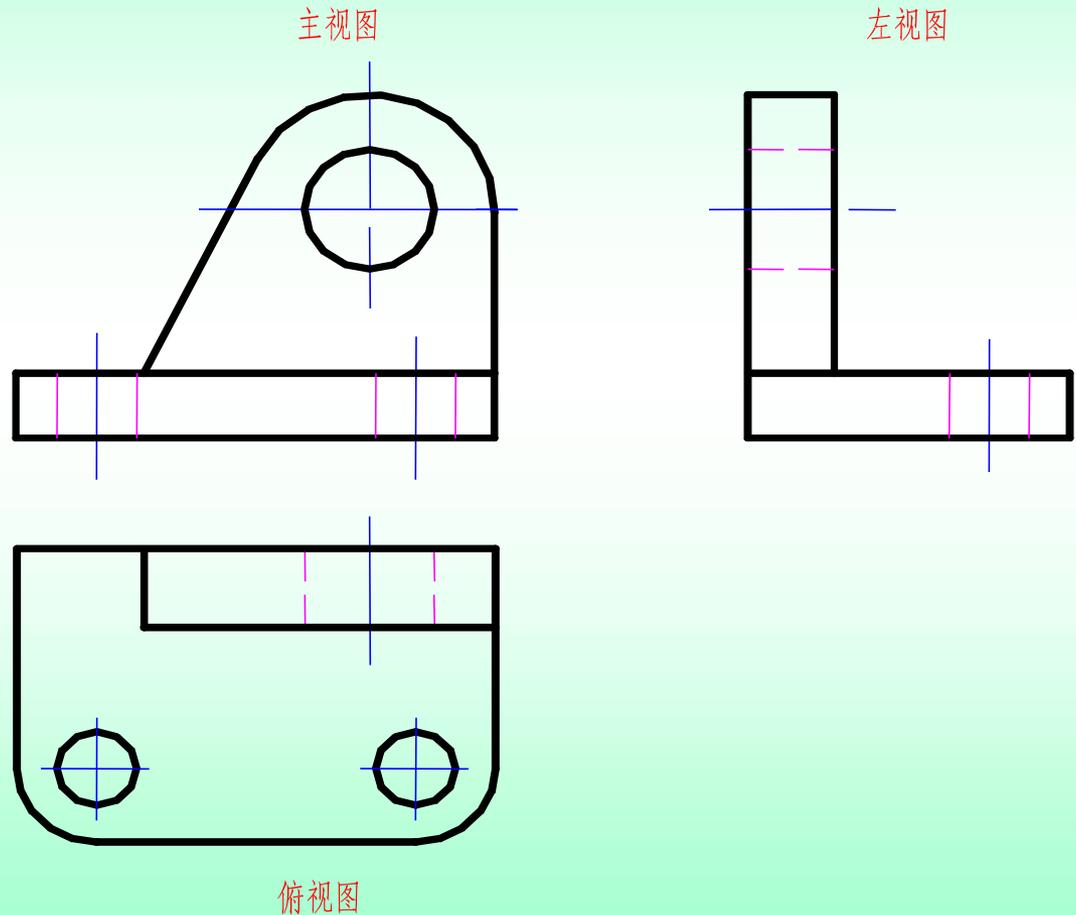
## 三、三视图之间的对应关系

1. 三视图之间的位置关系
2. 三视图间的“三等”关系
3. 视图与物体的方位关系



# 1. 三视图的位置关系

以主视图为准  
俯视图在它的下面  
左视图在它的右面





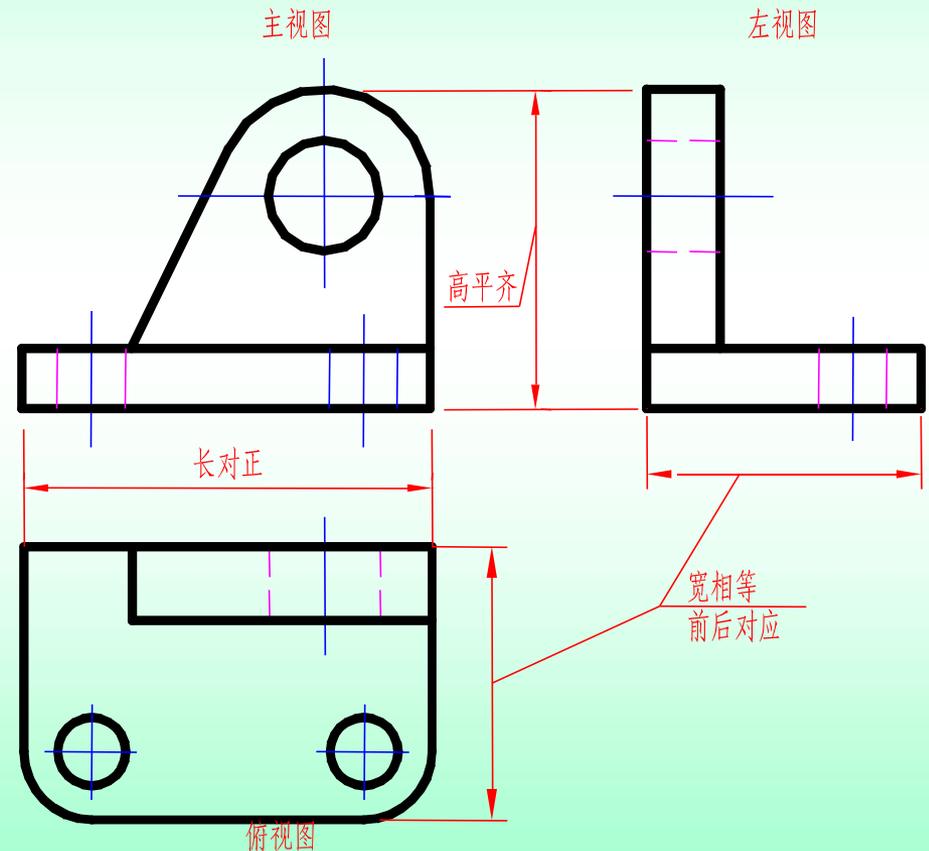
## 2. 三视图的“三等”关系

### 三等规律

主、俯视图——长对正（等长）

主、左视图——高平齐（等高）

俯、左视图——宽相等（等宽）



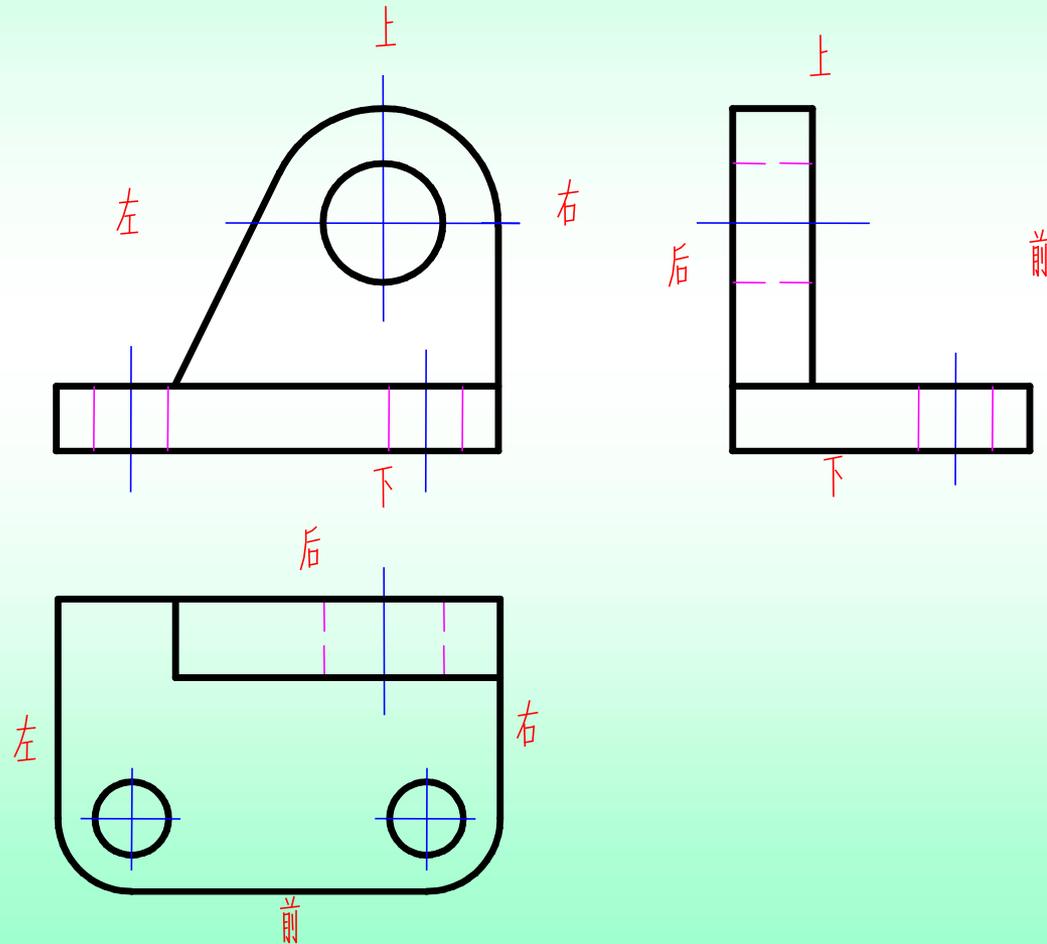


### 3. 视图与物体的方位关系

主视图反映物体的上、下和左、右

俯视图反映物体的左、右和前、后

左视图反映物体的上、下和前、后





## 四、三视图的作图方法与步骤

1. 总体分析物体，选好主视图的方向，使其主要平面与投影面平行。
2. 确定比例、图幅大小。
3. 确定三视图的位置，画出定位线、辅助线。
4. 先画出主视图，再依据三等规律依次画出俯、左视图。



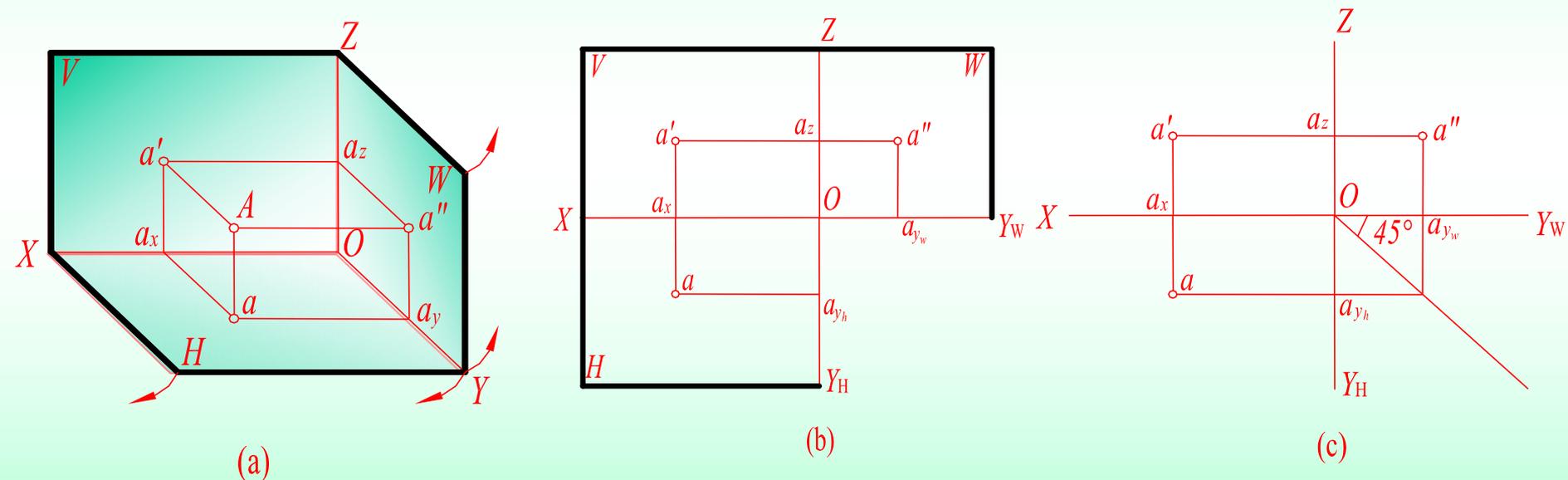
## § 2-3 点的投影

- 一、点的三面投影
- 二、点的投影与直角坐标的关系
- 三、两点的相对位置
- 四、读点的投影图

# 一、点的三面投影



为了统一起见，规定空间点用大写字母表示，如 $A$ 、 $B$ 、 $C$ 等；水平投影用相应的小写字母表示，如 $a$ 、 $b$ 、 $c$ 等；正面投影用相应的小写字母加撇表示，如 $a'$ 、 $b'$ 、 $c'$ ；侧面投影用相应的小写字母加两撇表示，如 $a''$ 、 $b''$ 、 $c''$ 。



点 $A$ 的水平投影 ——  $a$   
点 $A$ 的正面投影 ——  $a'$   
点 $A$ 的侧面投影 ——  $a''$



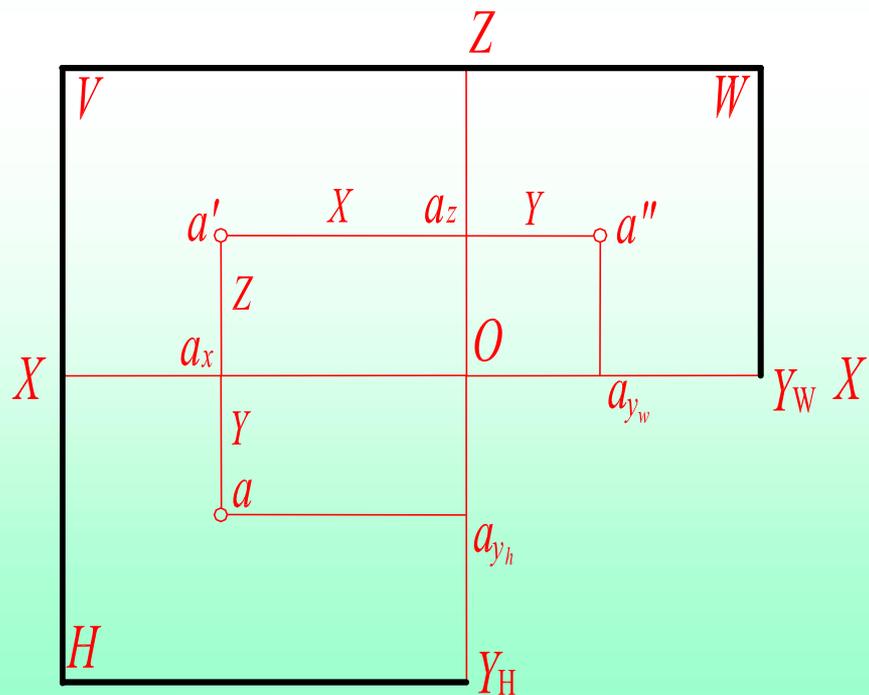
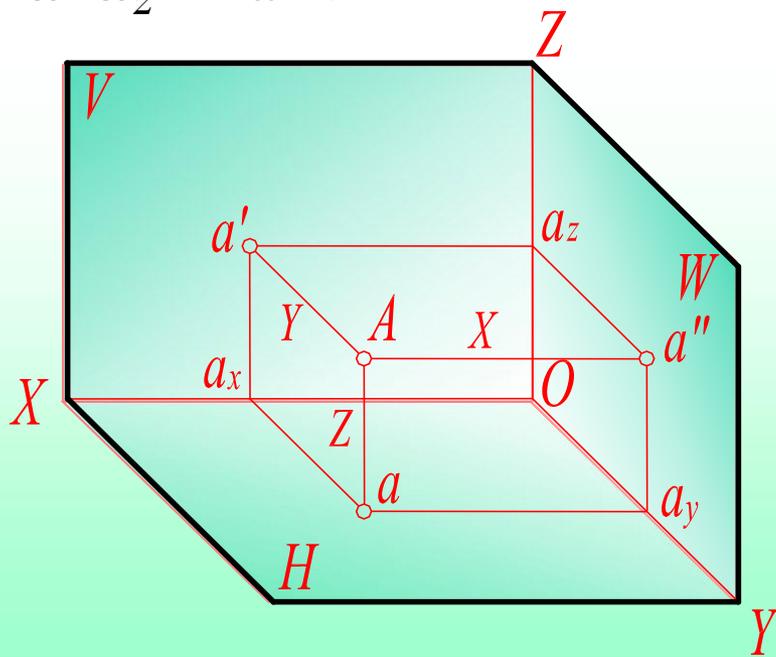
# 点的投影规律



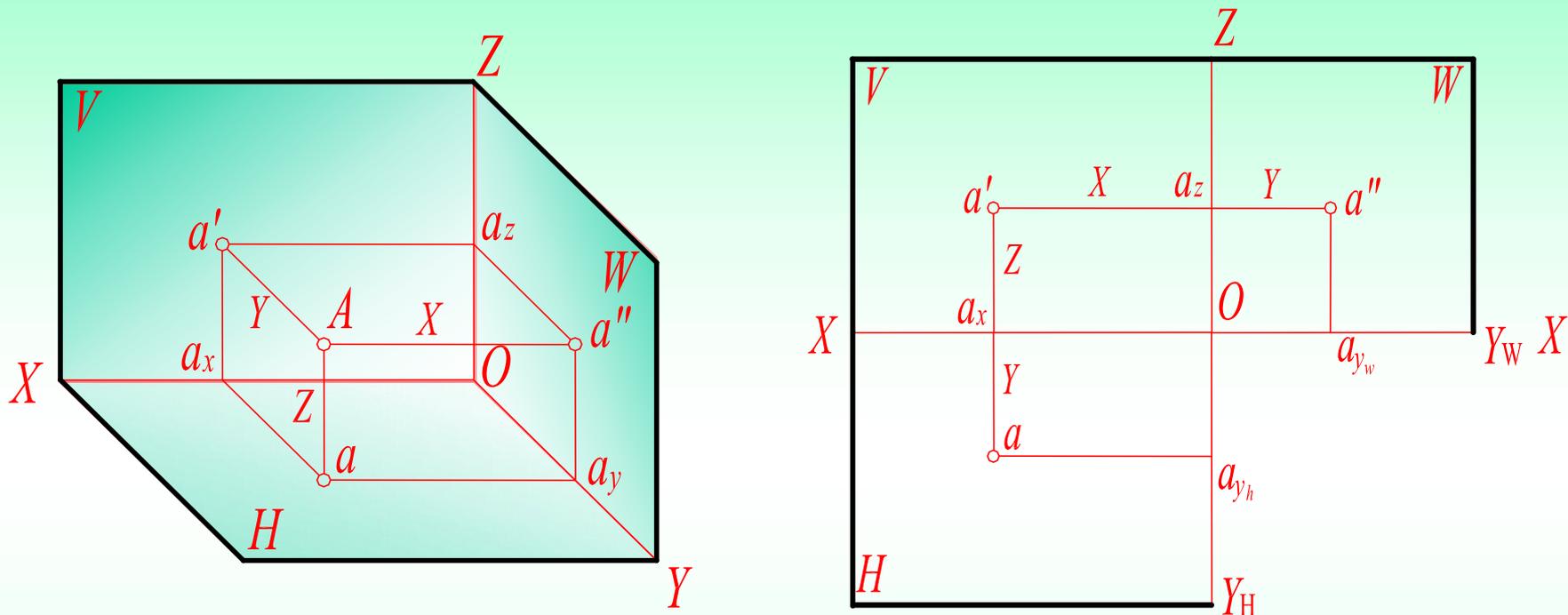
1. 点的两面投影的连线,必定垂直于相应的投影轴。

即:  $a'a \perp OX$ 轴、 $a'a'' \perp OZ$ 轴、 $aa_{y_h} \perp OY_H$ 轴,  $a''a_{y_w} \perp OY_W$ 轴。

2. 点的投影到投影轴的距离,等于空间点到相应的投影面的距离。即:  $a'a_x = a''a_y = Aa$ ,  $a'a_z = aa_y = Aa''$ ,  $aa_x = a''a_z = Aa'$ 。



## 二、点的投影与直角坐标的关系

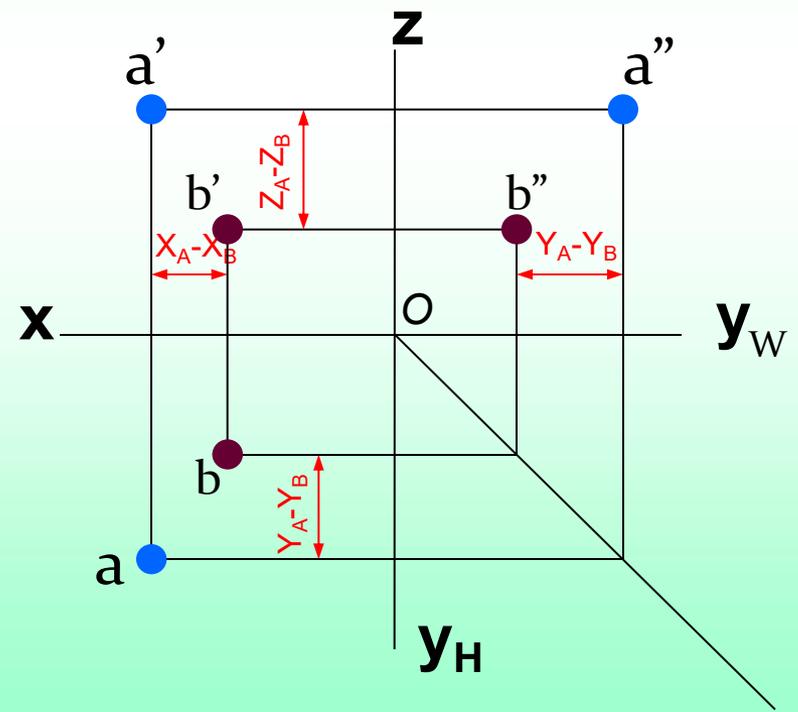
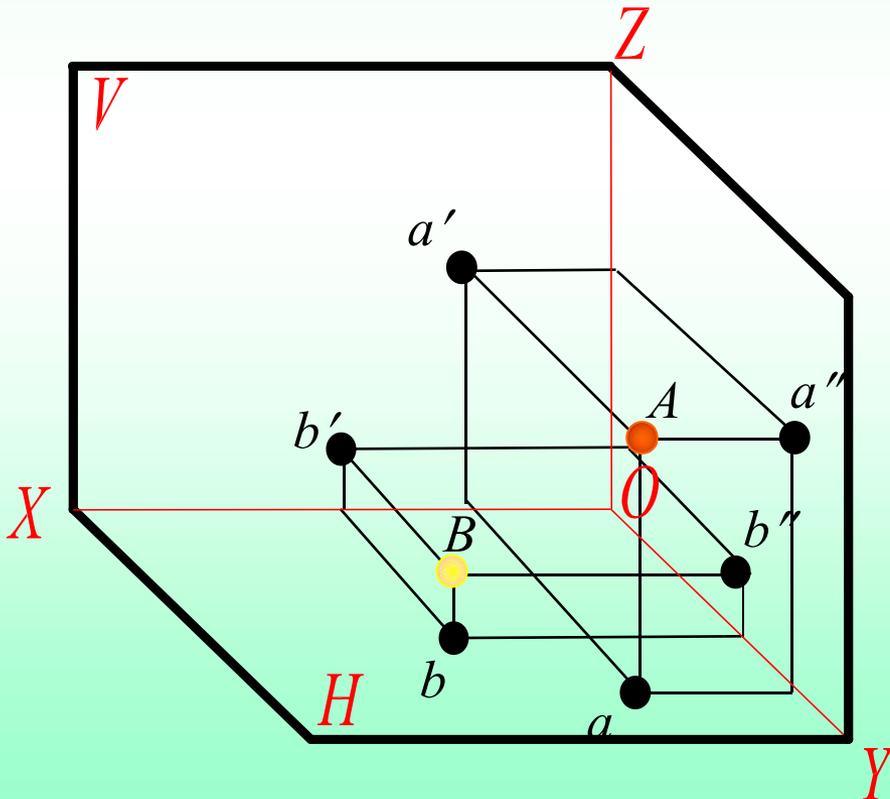


1.  $a'a_z = aa_y = Aa'' = x_A$
2.  $aa_x = a''a_z = Aa' = y_A$
3.  $a'a_x = a''a_y = Aa = z_A$



# 三、两点的相对位置

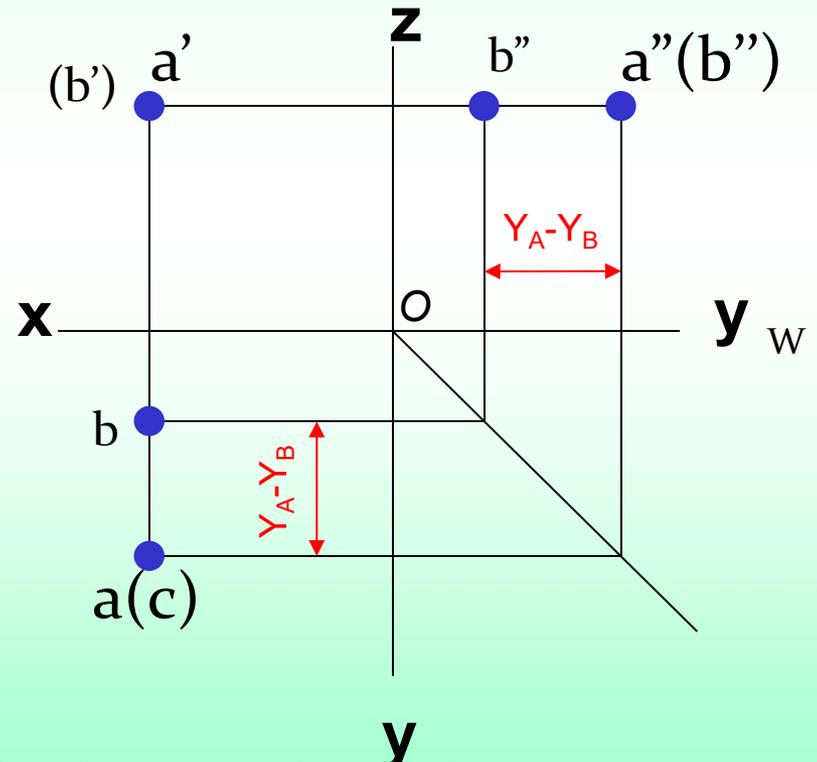
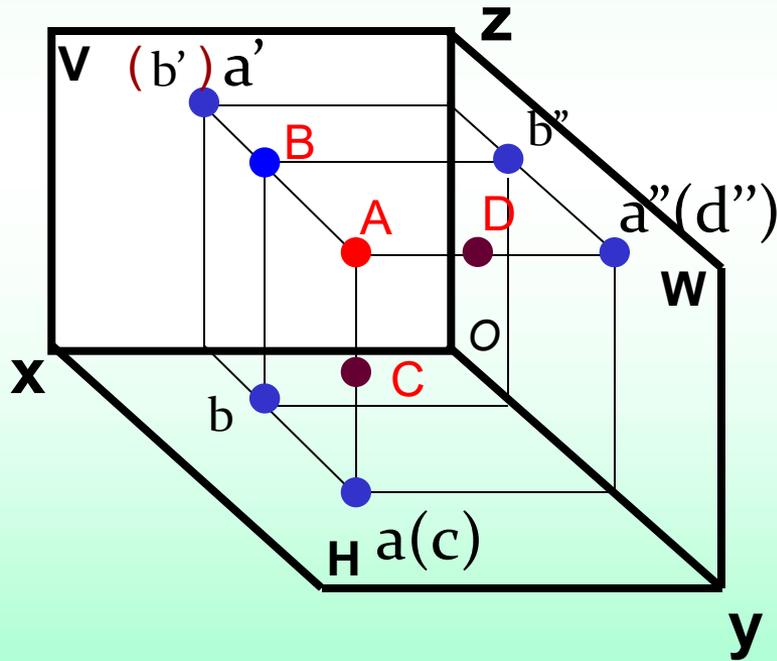
两点中  $x$  值大的点 —— 在左  
两点中  $y$  值大的点 —— 在前  
两点中  $z$  值大的点 —— 在上





# 重影点的投影

共处于同一条投影线上的两点, 必在相应的投影面上具有重合的投影, 这两个点被称为该投影面的一对重影点。重影点的可见性需根据这两点不重影的投影的坐标大小来判别。



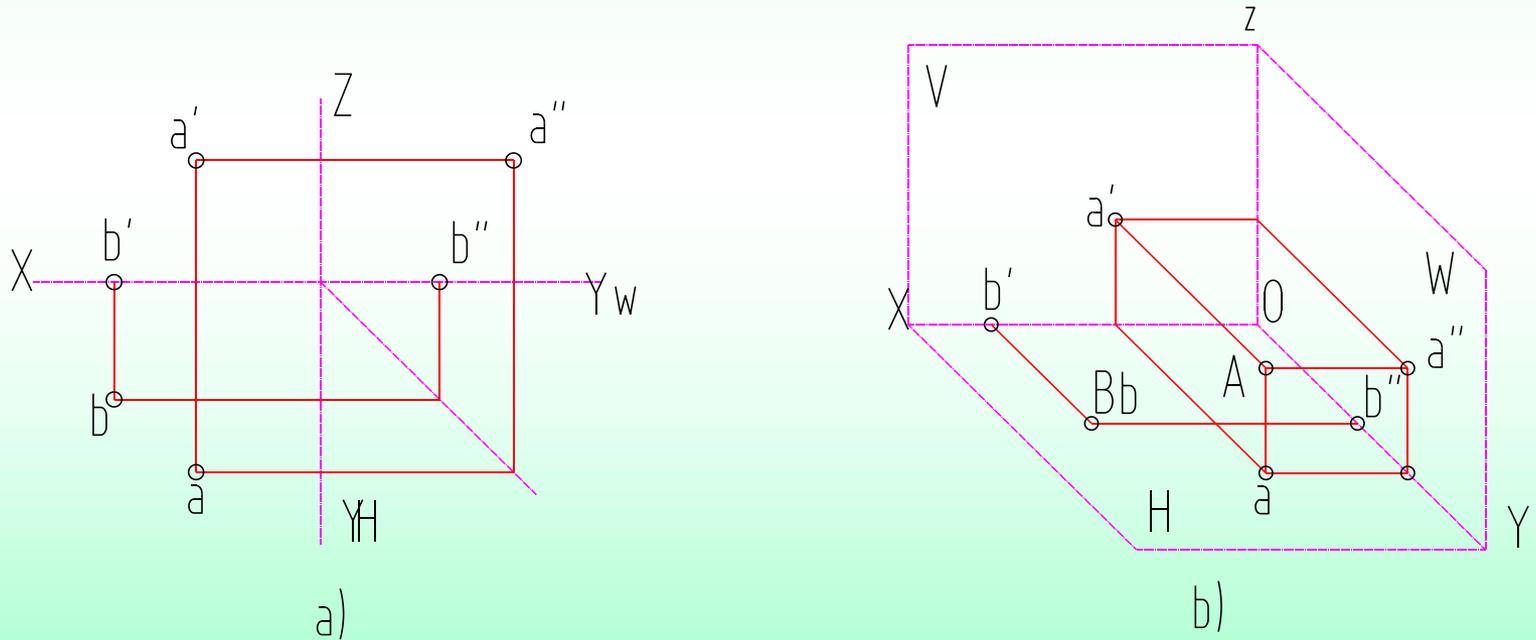
判断可见性 : 前遮后、上遮下、左遮右





# 四、读点的投影图

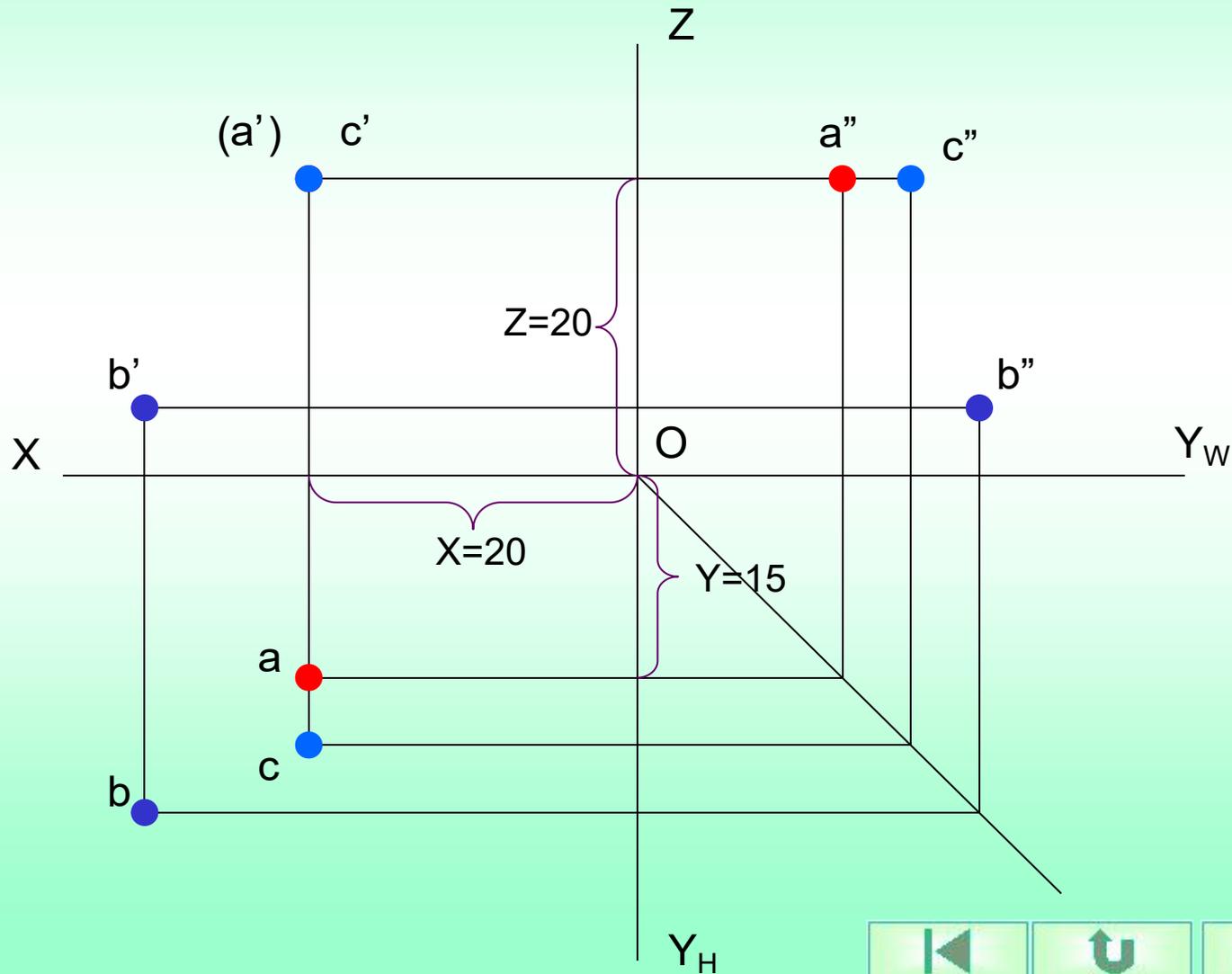
读图是本课程的学习重点，从最基本的几何元素（点）开始讨论读图问题，有利于培养正确的读图思维方式，从而为识读体的投影图打好基础。



# 实例分析



作出诸点的三面投影。点A (20、15、20)，点B在A 之左10，A之下15，A之前10，点C在点A的正前方5。





## § 2-4 直线的投影

- 一、直线的三面投影
- 二、各种位置直线的投影
- 三、属于直线的点
- 四、读直线的投影图
- 五、两直线的相对位置

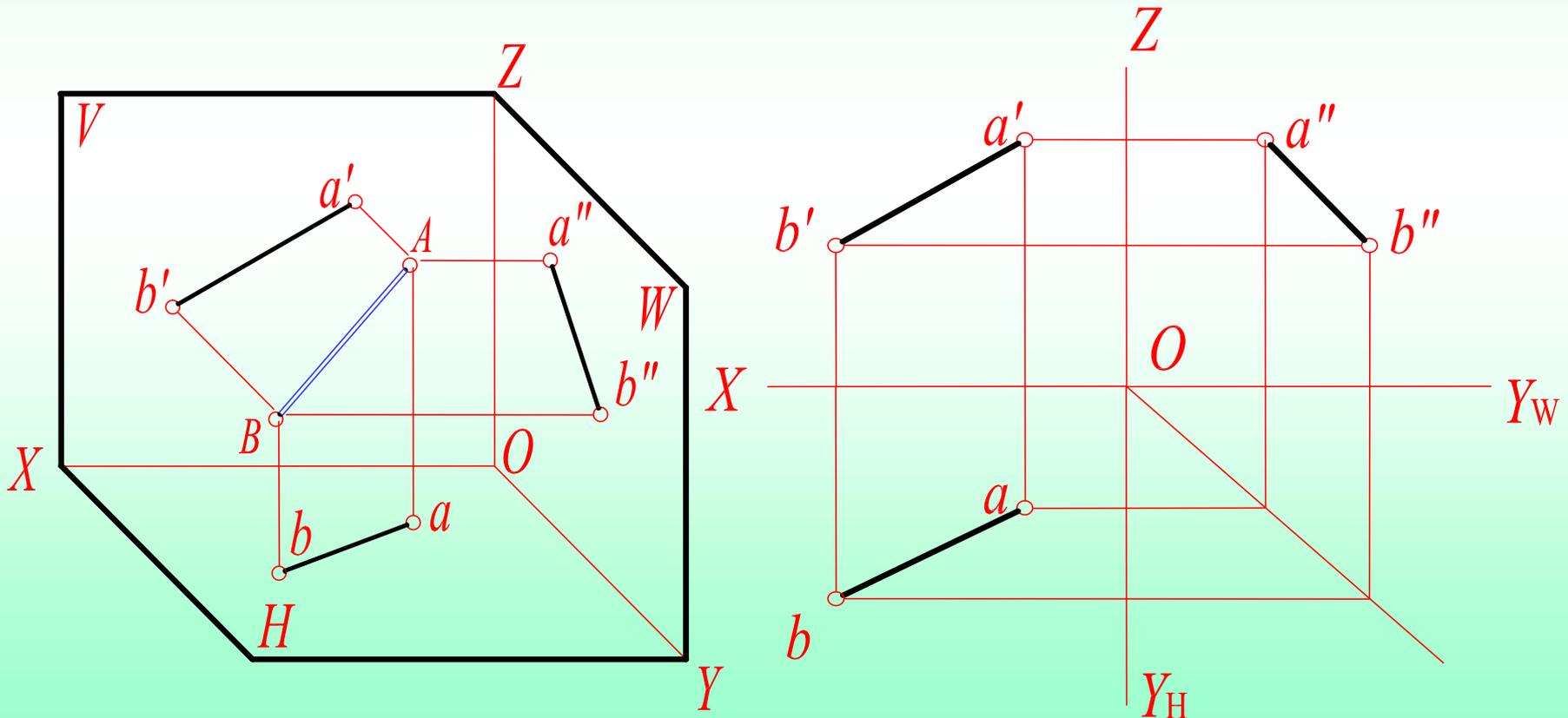




# 一、直线的三面投影

直线的投影一般仍为直线. 特殊情况下为一点. 作图步骤: 1. 作出两端点的三面投影.

2. 用直线连接两端点的同面投影.



## 二、各种位置直线的投影



1. 一般位置直线：与三个投影面都倾斜。

2. 特殊位置直线

(1) 投影面平行线：与一个投影面平行，与另外两个投影面倾斜。

① 正平线

② 水平线

③ 侧平线

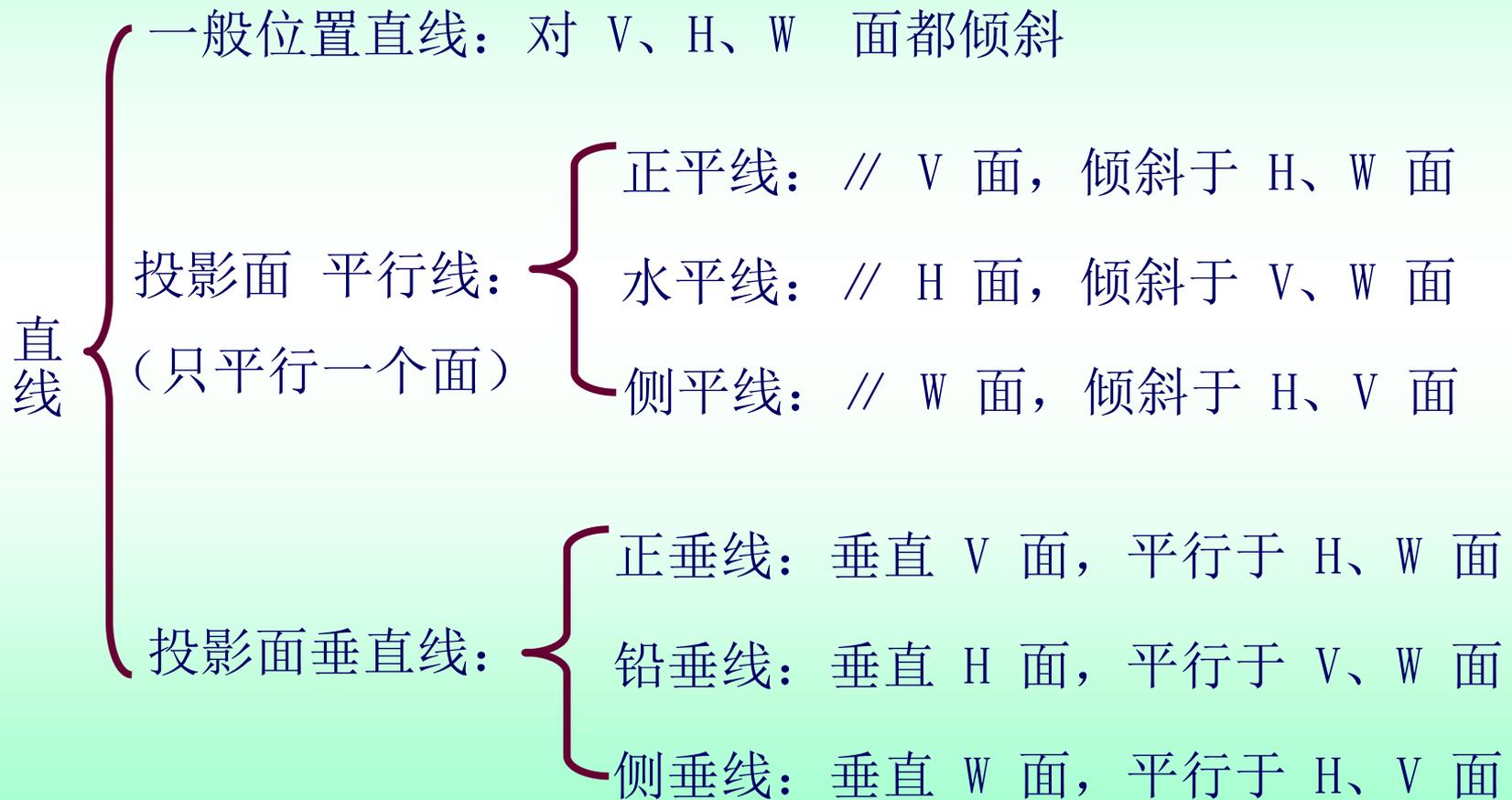
(2) 投影面垂直线：与一个投影面垂直，必与另外两个投影面平行。

① 正垂线

② 铅垂线

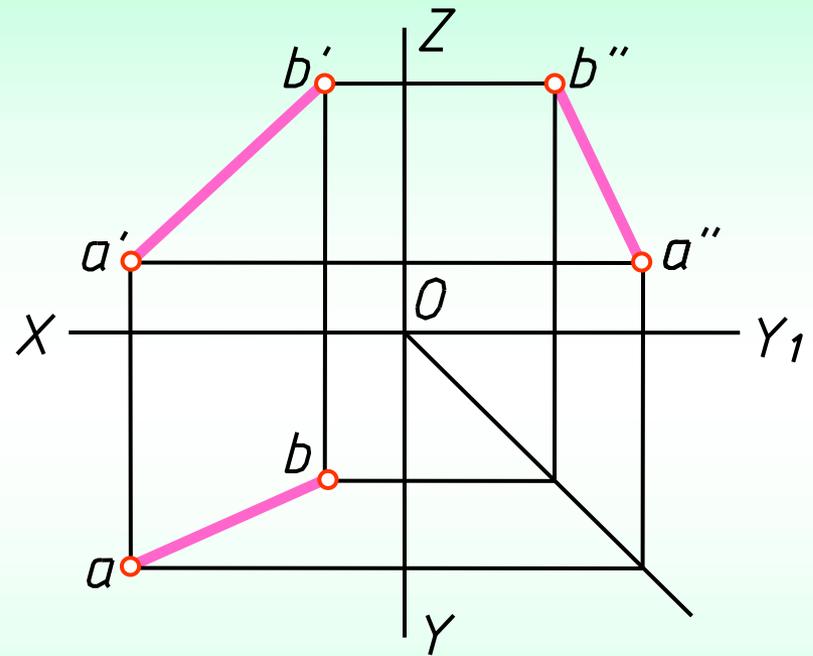
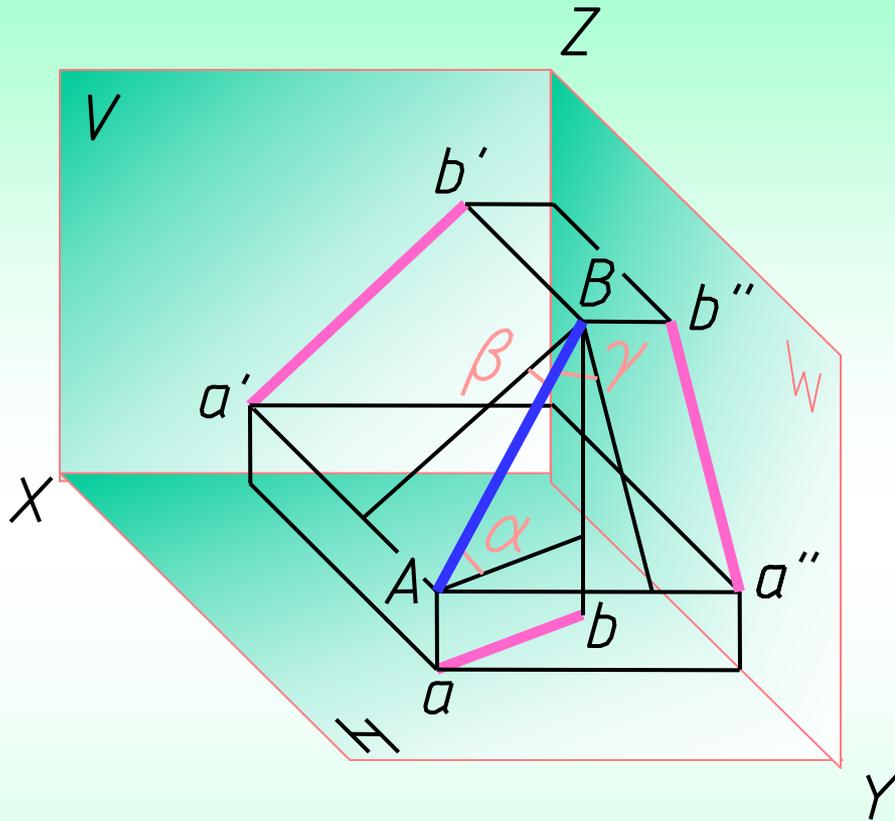
③ 侧垂线







# 1. 一般位置直线



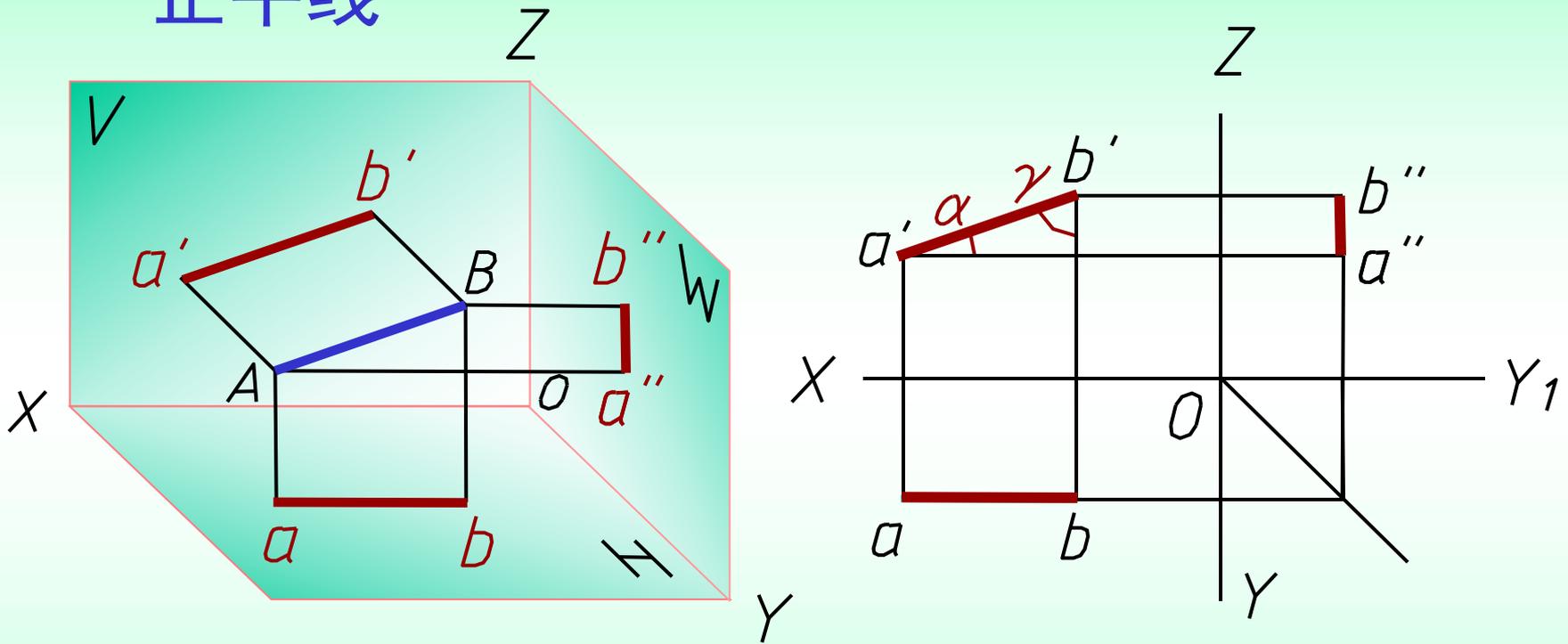
- 投影特性：
- ①三个投影面的投影均倾斜于投影轴
  - ②三个投影面的投影均小于真实长度
  - ③三个投影均不反映直线对投影面的真实倾角





## 2. 特殊位置直线：（1）投影面平行线

### 正平线

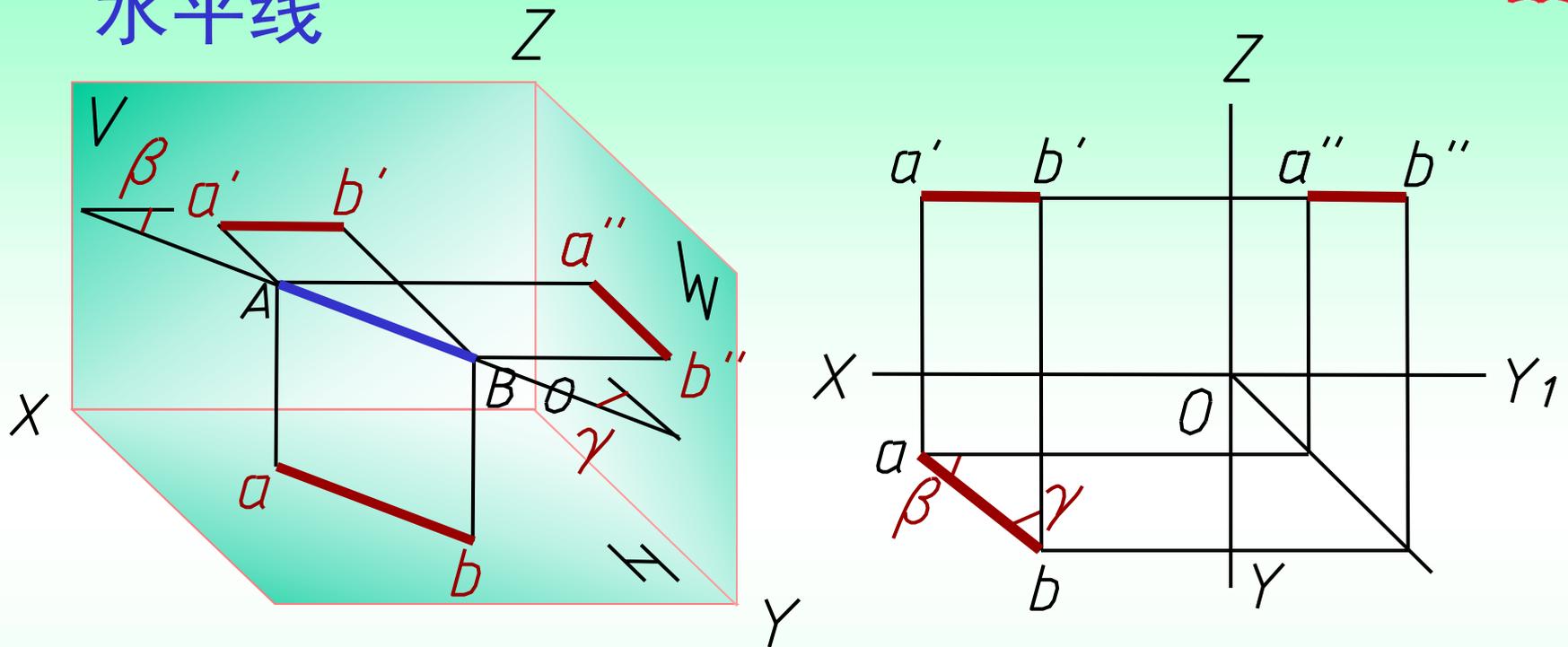


- 投影特性：
- ①  $a'b' = AB$
  - ②  $ab \parallel OX$ ； $a''b'' \parallel OZ$
  - ③ 反映 $\alpha$ 、 $\gamma$  角的真实大小





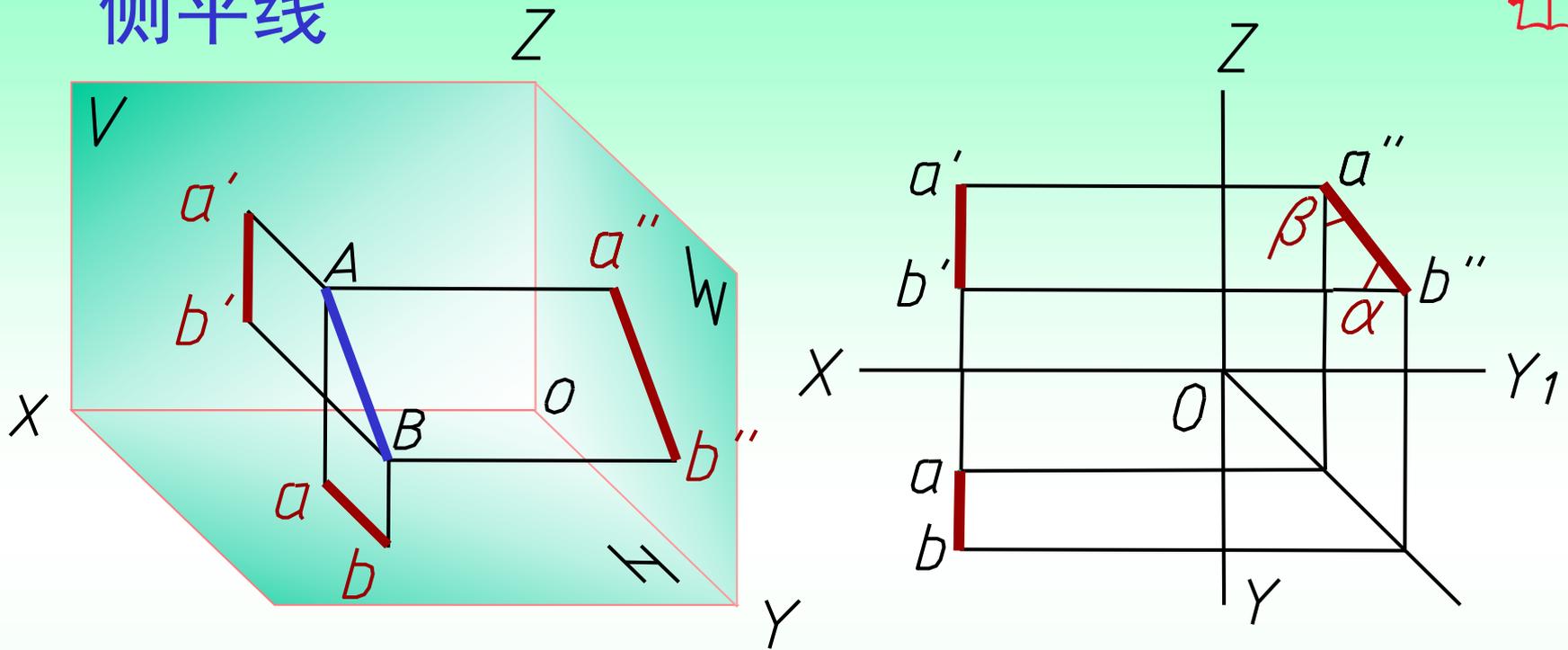
# 水平线



- 投影特性：
- ①  $ab = AB$
  - ②  $a'b' \parallel OX$ ;  $a''b'' \parallel OY_1$
  - ③ 反映  $\beta$ 、 $\gamma$  角的真实大小



# 侧平线



- 投影特性:
- ①  $a''b''=AB$
  - ②  $ab \parallel OY$ ;  $a'b' \parallel OZ$
  - ③ 反映角的真实大小

直线的位置

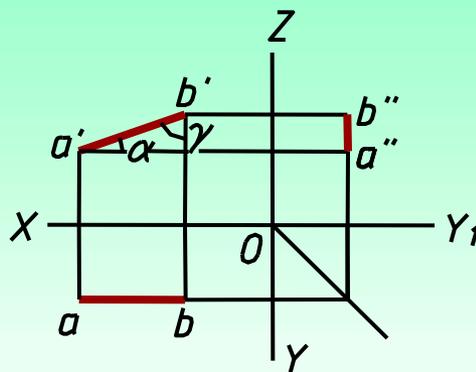
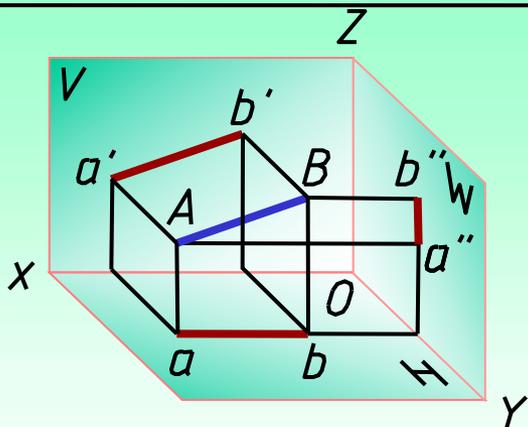
直观图

投影图

特征

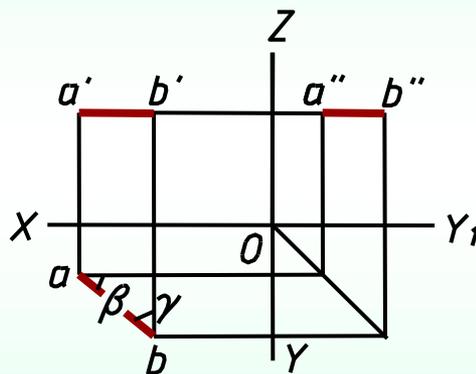
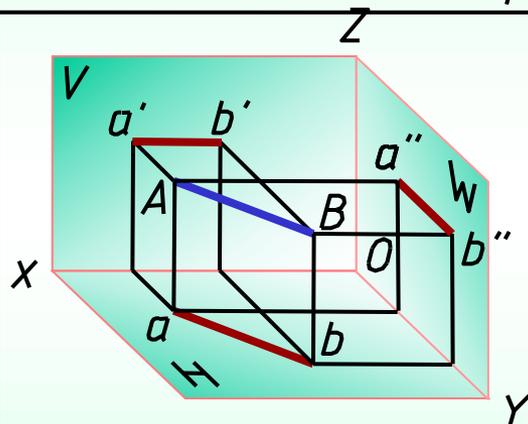


平行于V面  
(正平线)



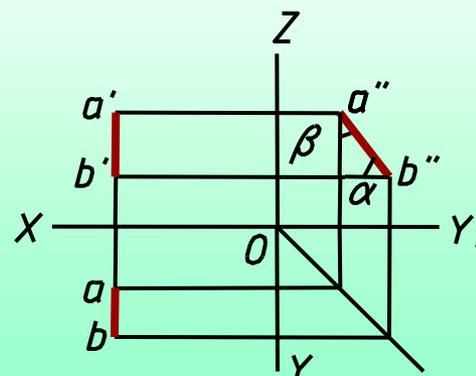
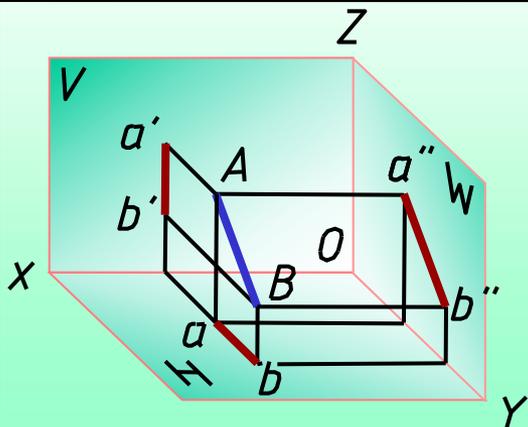
$ab \parallel OX$   
 $a''b'' \parallel OZ$   
 $a'b' = AB$   
 反映 $\alpha, \gamma$ 实角

平行于H面  
(水平线)



$a'b' \parallel OX$   
 $a''b'' \parallel OY_1$   
 $ab = AB$   
 反映 $\beta, \gamma$ 实角,

平行于W面  
(侧平线)

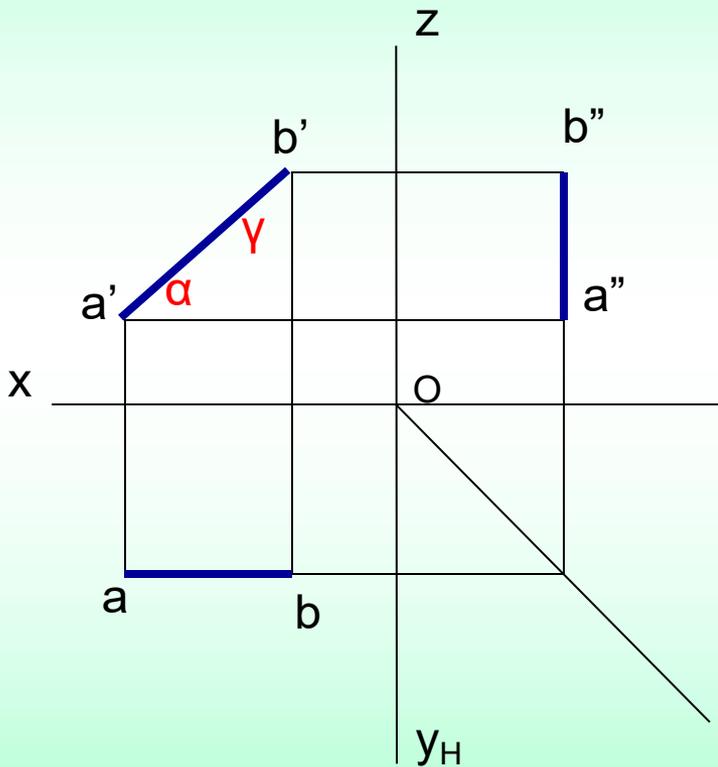


$a'b' \parallel OZ$   
 $ab \parallel OY$   
 $a''b'' = AB$   
 反映 $\alpha, \beta$ 实角





## 总结：投影面平行线的投影特性



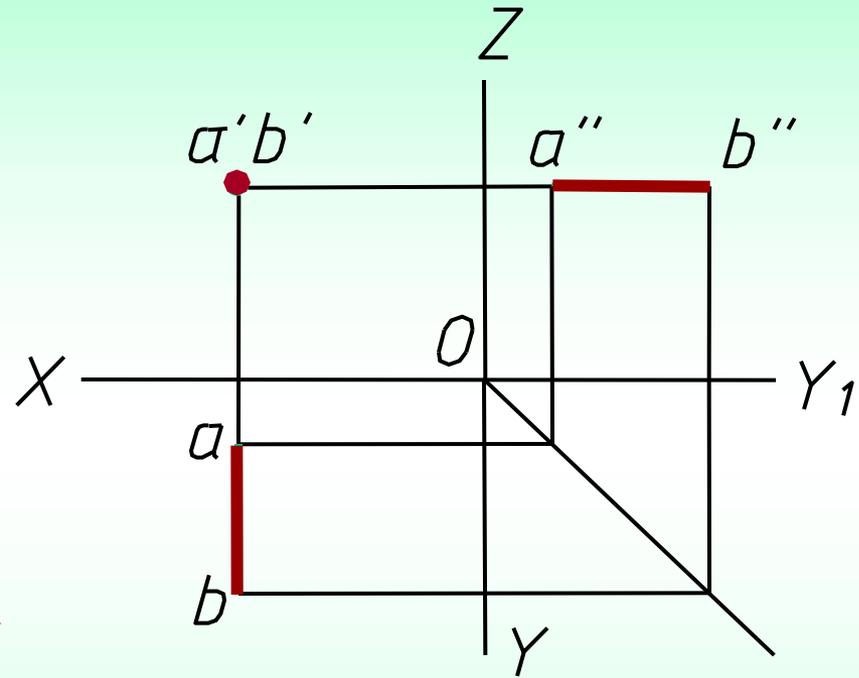
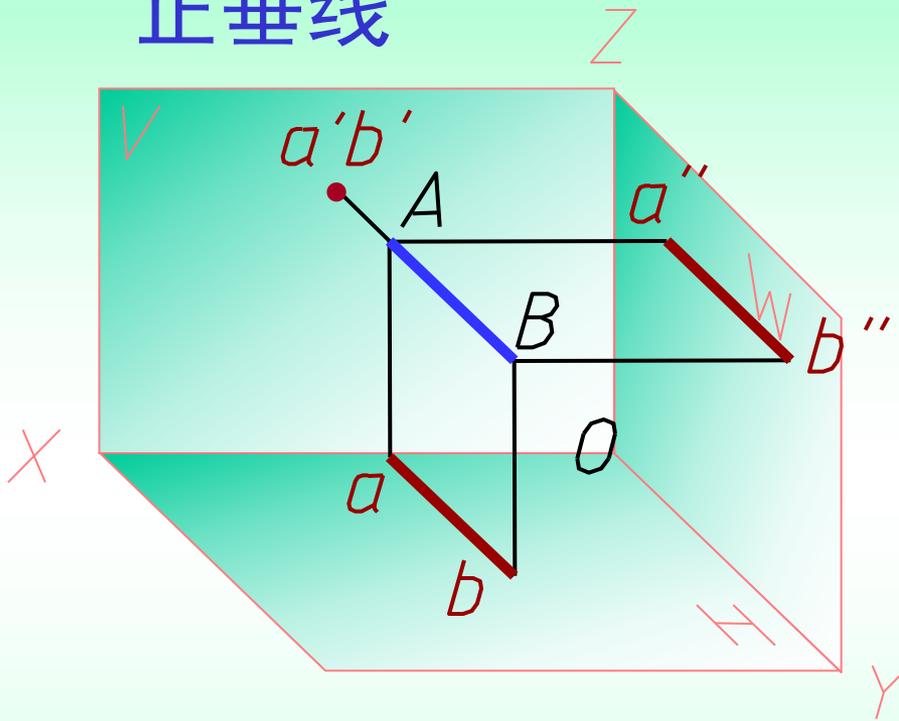
①在平行的投影面上的投影，反映线段真实长度。它与投影轴的夹角，分别反映直线对另两投影面的真实倾角。

②在另外两个投影面上的投影，平行于相应的投影轴，长度缩短。



## (2) 投影面垂直线

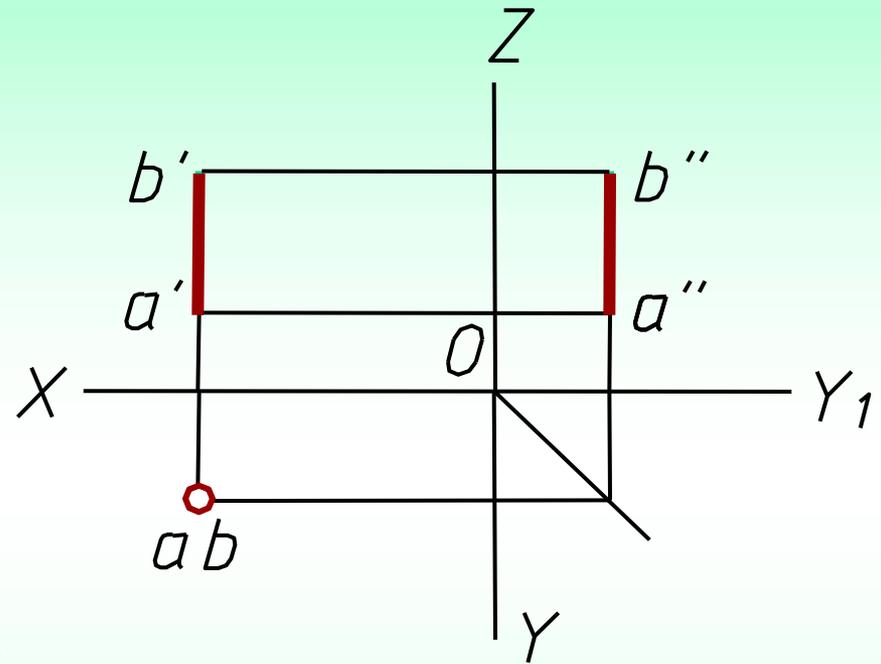
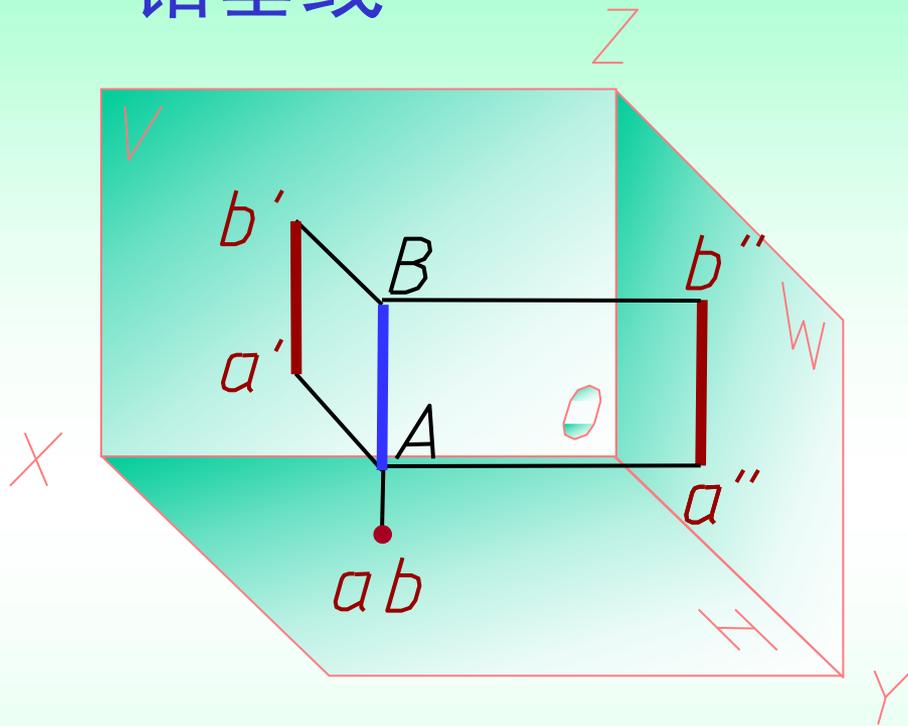
### 正垂线



- 投影特性：
- ①  $a'b'$  积聚成一点
  - ②  $ab \perp OX$  ;  $a''b'' \perp OZ$
  - ③  $ab = a''b'' = AB$



# 铅垂线



投影特性：①  $ab$  积聚成一点

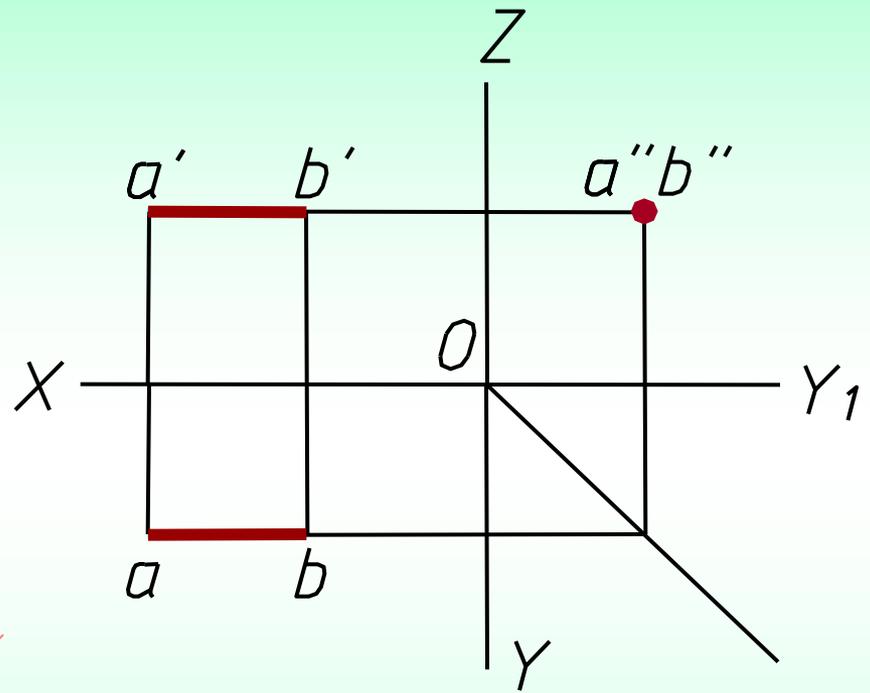
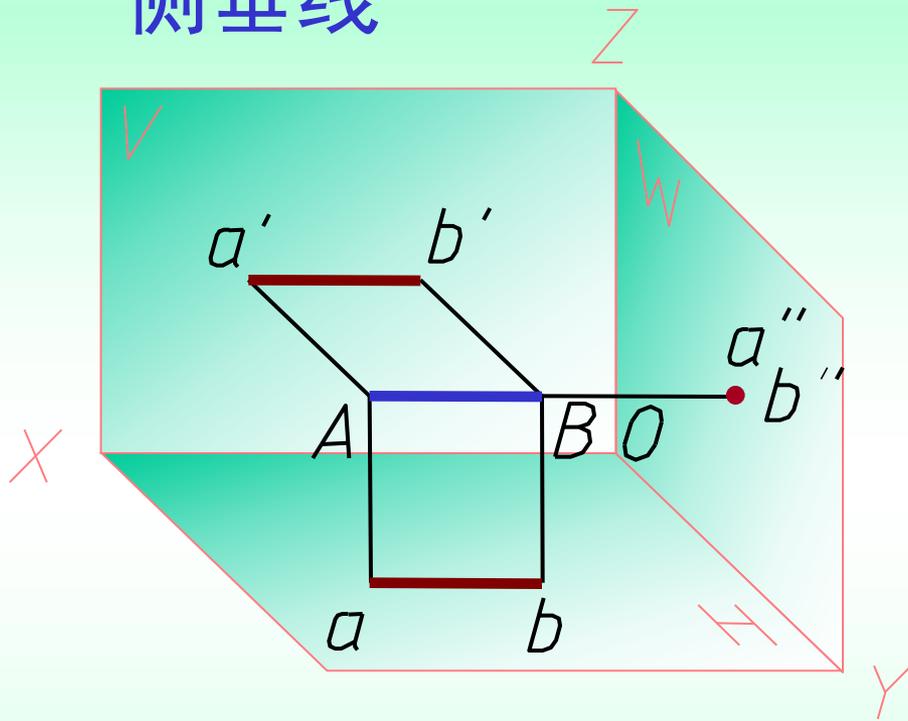
②  $a'b' \perp OX$  ;  $a''b'' \perp OY_1$

③  $a'b' = a''b'' = AB$





# 侧垂线



- 投影特性：
- ①  $a''b''$  积聚成一点
  - ②  $ab \perp OY$ ;  $a'b' \perp OZ$
  - ③  $ab = a'b' = AB$

直线的位置

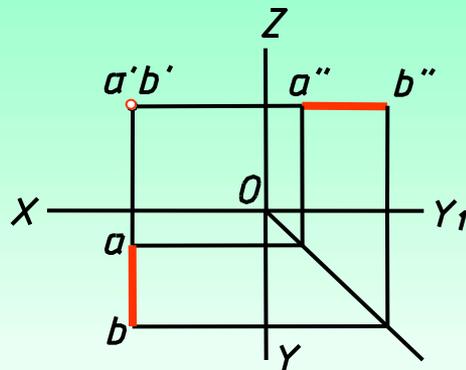
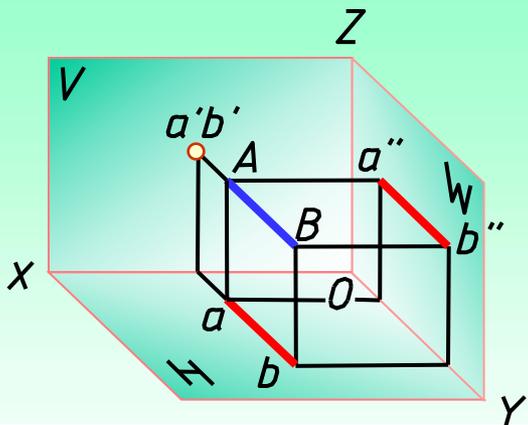
直观图

投影图

特征

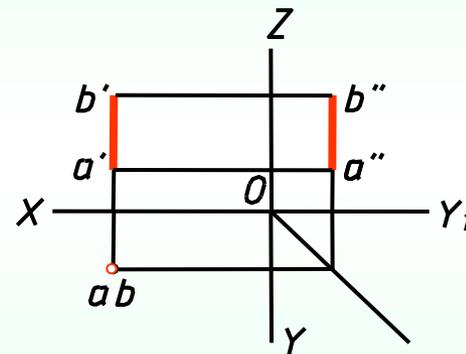
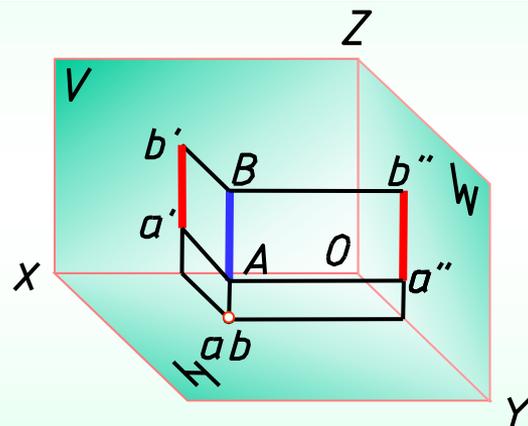


垂直于V面  
(正垂线)



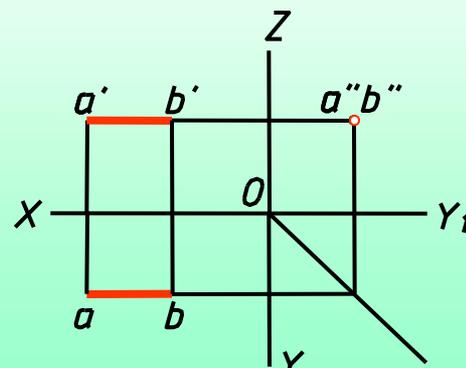
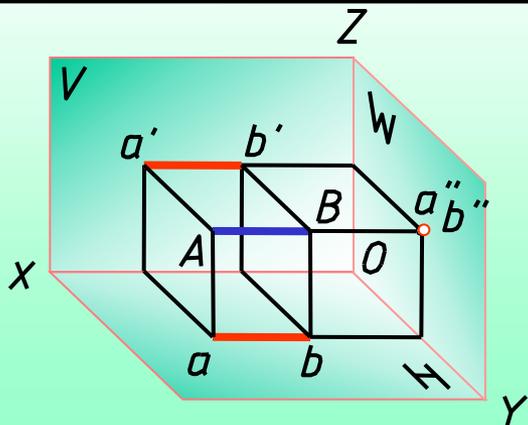
$a'b'$ 积聚成一点  
 $ab \perp OX$   
 $a''b'' \perp OZ$   
 $ab = a''b'' = AB$

垂直于H面  
(铅垂线)



$ab$ 积聚成一点  
 $a'b' \perp OX$   
 $a''b'' \perp OY_1$   
 $a'b' = a''b'' = AB$

垂直于W面  
(侧垂线)

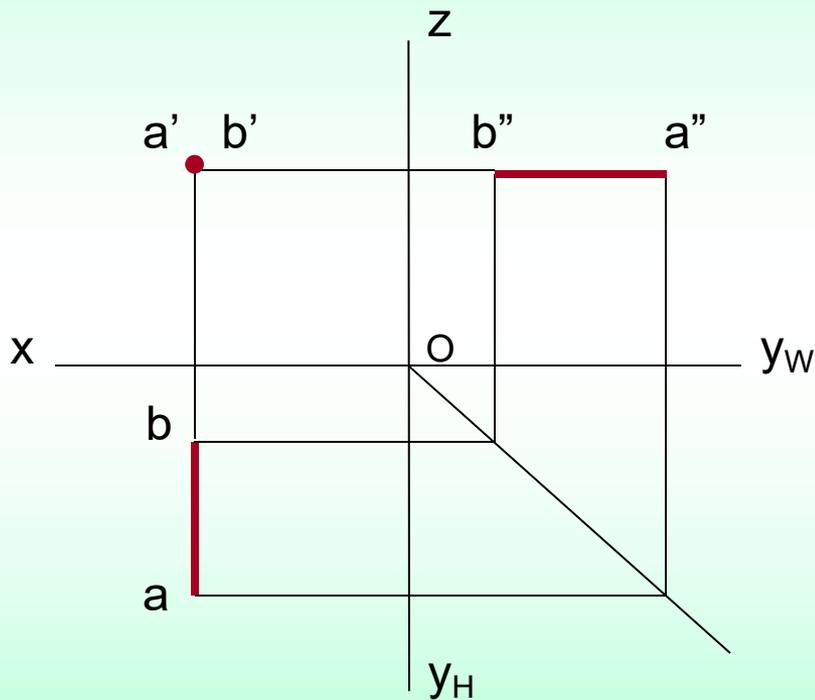


$a''b''$ 积聚成一点  
 $ab \perp OY$   
 $a'b' \perp OZ$   
 $ab = a'b' = AB$





## 投影面垂直线的投影特性



①与直线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，平行于相应的投影轴，反映线段真实长度。



# 三、属于直线的点



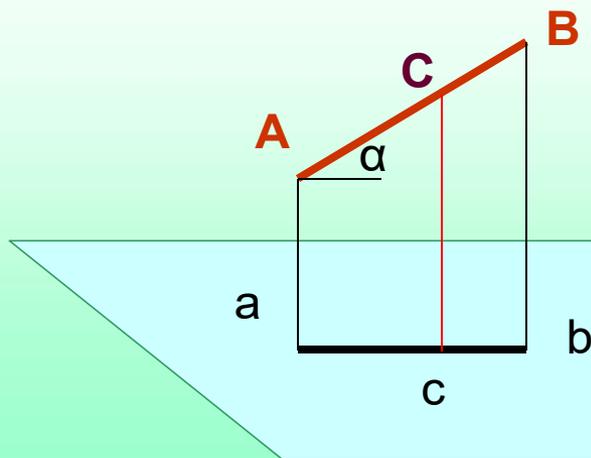
直线上的点具有两个特性：

1. 从属性:若点在直线上,则点的各个投影必在直线的各同面投影上。利用这一特性可以在直线上找点,或判断已知点是否在直线上。

2. 定比性:属于线段上的点分割线段之比等于其投影之比。

$$\text{即 } AC:CB = ac:cb = a'c':c'b' = a''c'':c''b''$$

利用这一特性,在不作侧面投影的情况下,可以在侧平线上找点或判断已知点是否在直线上。

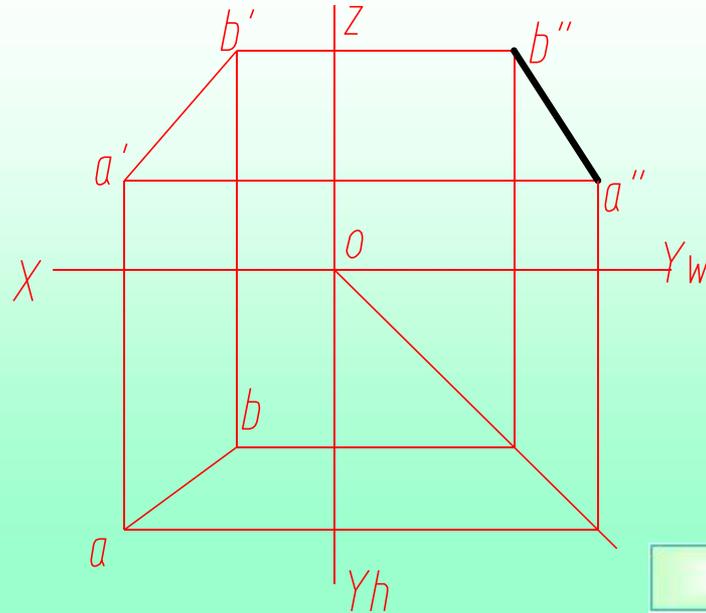


# 四、读直线的投影



读直线的投影图，就是根据其投影相象直线的空间位置。例如，识读图所示 $AB$ 直线的投影。根据直线的投影特性“三面投影都与透雨轴倾斜”，可以直接判定 $AB$ 为一般位置直线，“走向”为：从左、前、下方向右、后、上方倾斜。

但应指出，看图时不能只根据“投影图”机械地套用“投影特性”而家以判断。关键是建立起空间概念，即在脑海中呈现出直线投影的立体情况。有了这样的思路，再运用直线的投影特性判定直线的空间位置，才是正确的看图方法。





## 五、两直线的相对位置

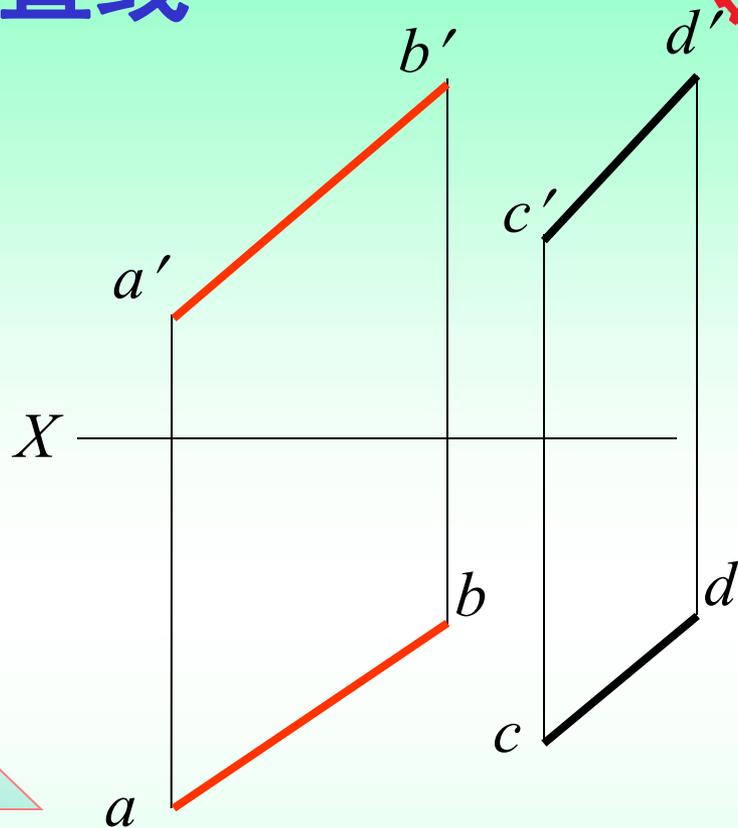
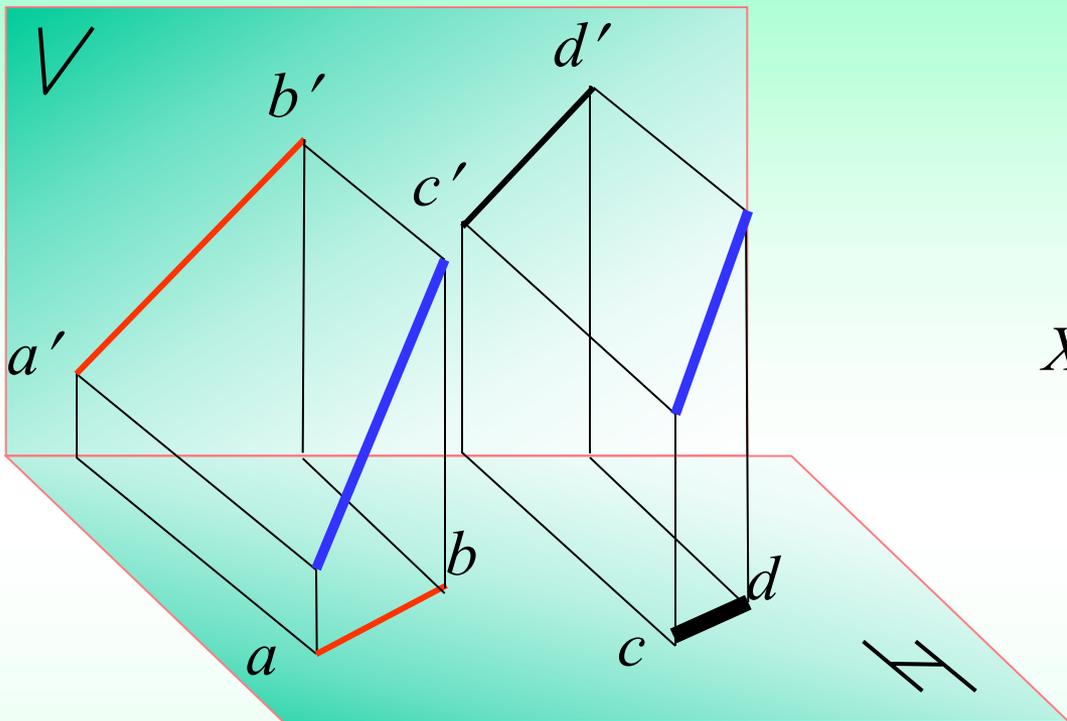
1. 平行两直线      例题1

2. 相交两直线      例题2

3. 交叉两直线      例题3



# 1. 平行两直线



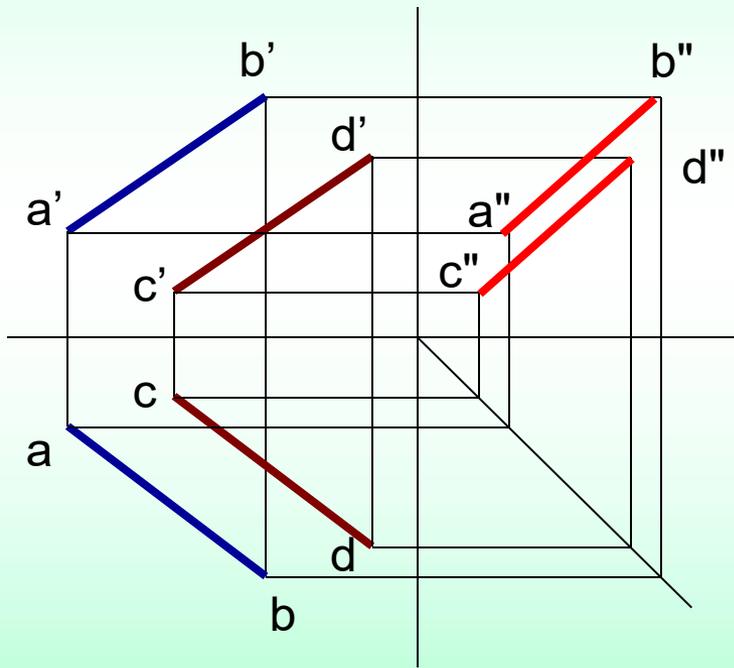
①若空间两直线相互平行，则它们的同名投影必然相互平行。反之，如果两直线的各个同名投影相互平行，则此两直线在空间也一定相互平行。

②平行两线段之比等于其投影之比。





## 判断图中两条直线是否平行。

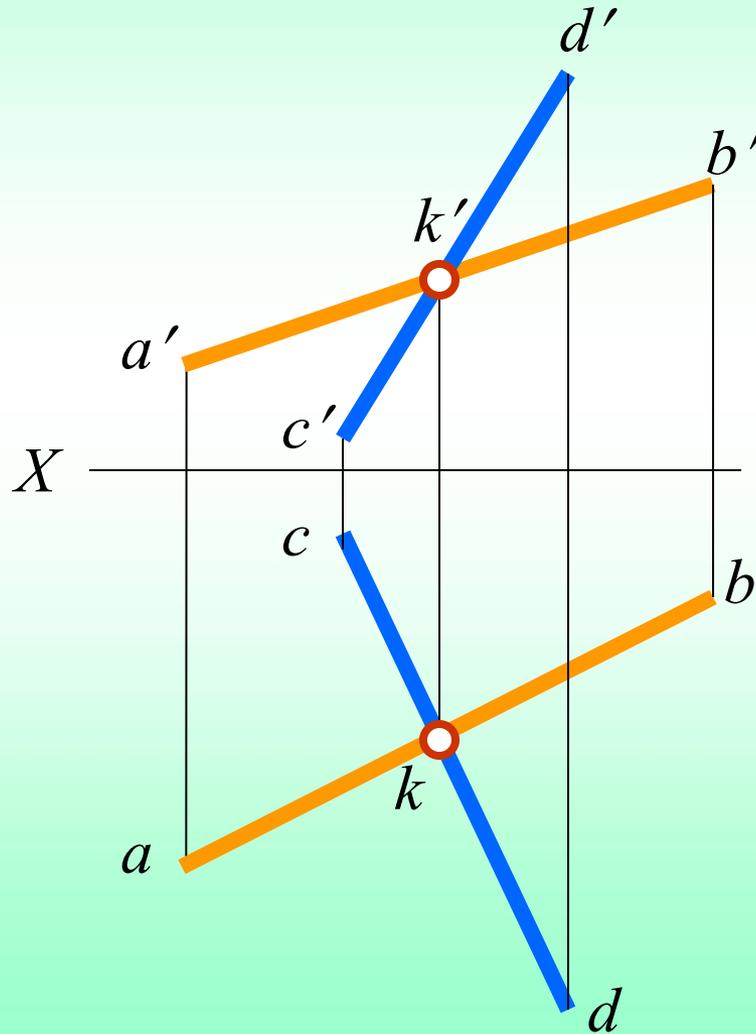


对于一般位置直线，只要有二个同面投影互相平行，就能确定空间两直线互相平行。

## 2. 相交两直线

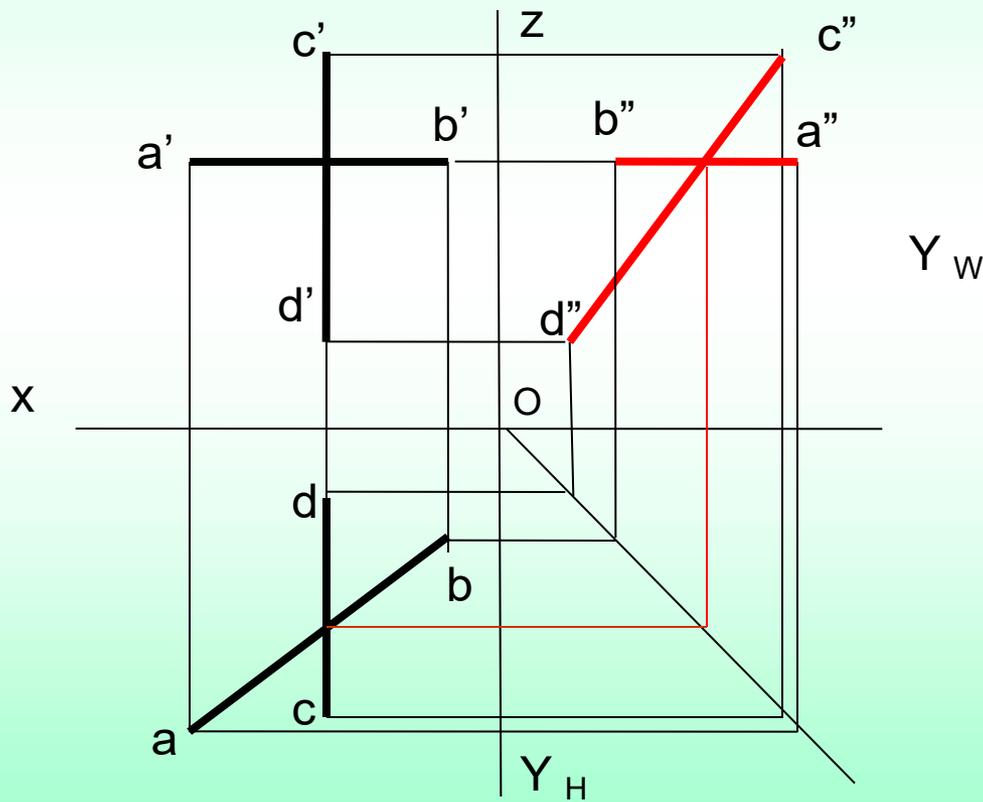


当两直线相交时，它们在各投影面上的同名投影也必然相交，且交点符合空间一点的投影规律。反之亦然。





如图所示，判段直线AB、CD的相对位置。



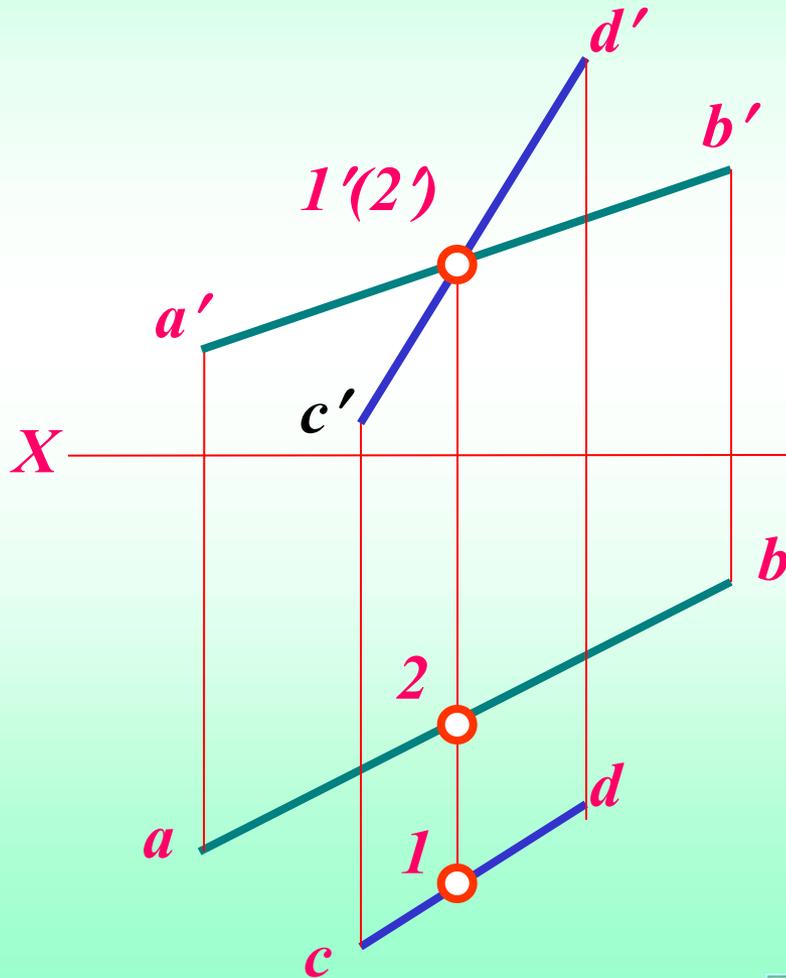
结论：相交两直线





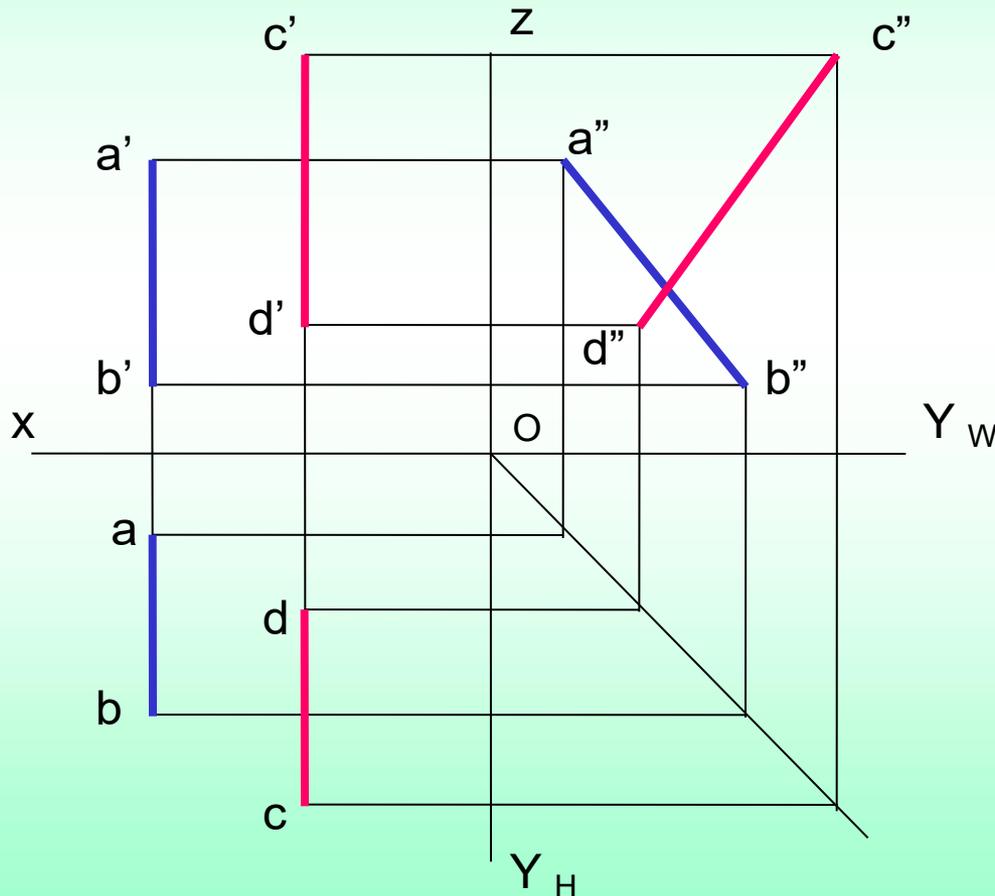
### 3. 交叉两直线

在空间既不平行也不相交的两直线,叫交叉两直线,又称异面直线。





如图所示,判断两侧平线AB、CD的相对位置。



可见:对于特殊位置直线,只有两个同面投影互相平行,空间两直线不一定平行。

结论:交叉两直线





## § 2-5 平面的投影

- 一、平面的投影
- 二、各种位置平面的投影
- 三、平面的迹线表示法
- 四、属于平面的直线和点
- 五、读平面的投影



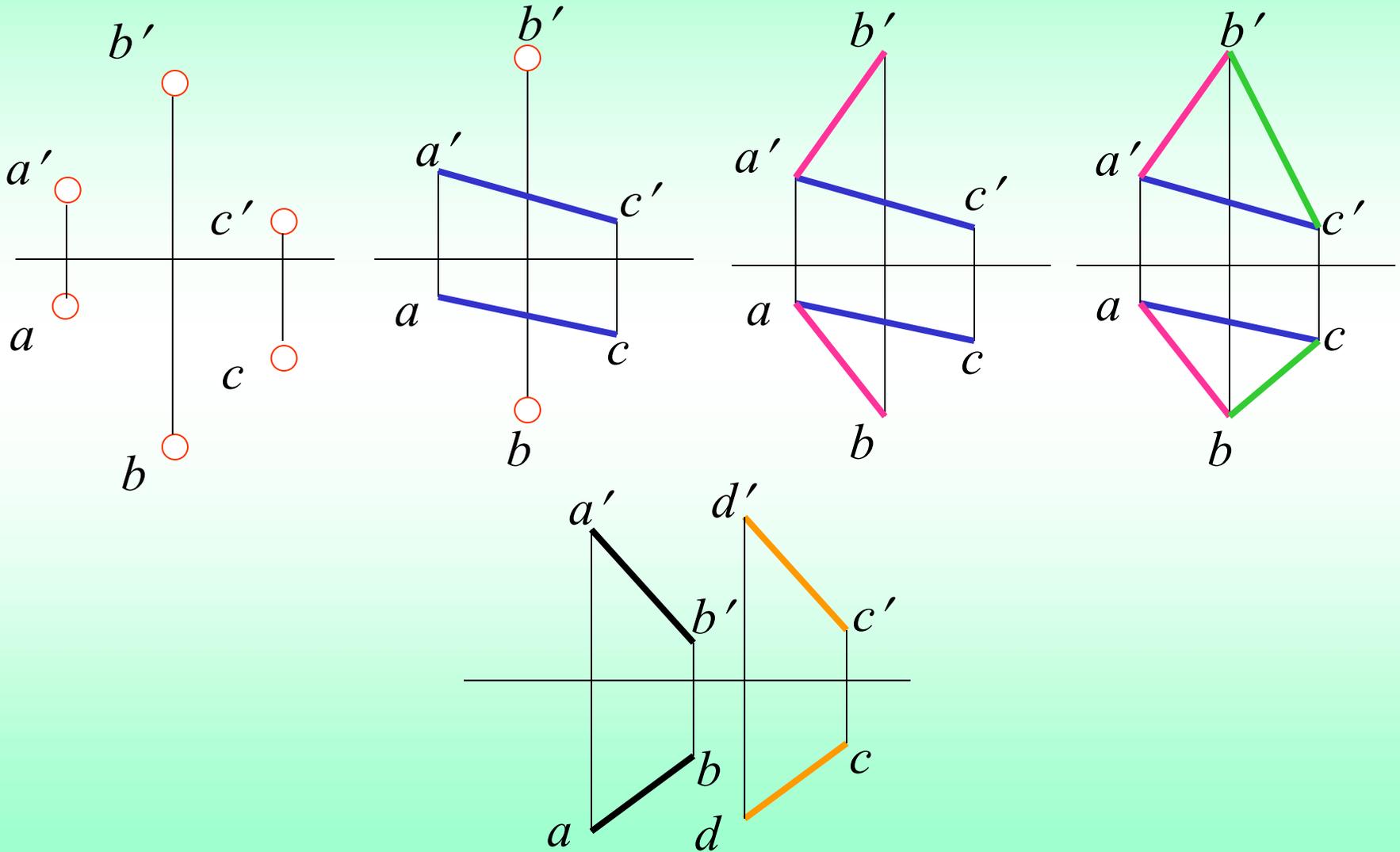
# 一、平面的投影

## 用几何元素表示平面

- ①不在一直线上的三个点。
- ②一直线和直线外一点。
- ③相交二直线。
- ④平行二直线。
- ⑤任意平面图形。



# 用几何元素表示平面





## 二、各种位置平面的投影

### 1. 一般位置平面

### 2. 特殊位置平面

(1) 投影面的平行面：投影面平行面是平行于一个投影面，并必与另外两个投影面垂直的平面。

① 水平面

② 正平面

③ 侧平面

(2) 投影面的垂直面：投影面垂直面是垂直于一个投影面，并与另外两个投影面倾斜的平面。

① 铅垂面

② 正垂面

③ 侧垂面





# 平面

一般位置平面：对 V、H、W 面都倾斜。

投影面平行面：  
(平行一个投影面)

正平面：// V 面，垂直于 H、W 面

水平面：// H 面，垂直于 V、W 面

侧平面：// W 面，垂直于 H、V 面

投影面垂直面：  
(垂直一个投影面)

正垂面：垂直 V 面，倾斜于 H、W 面

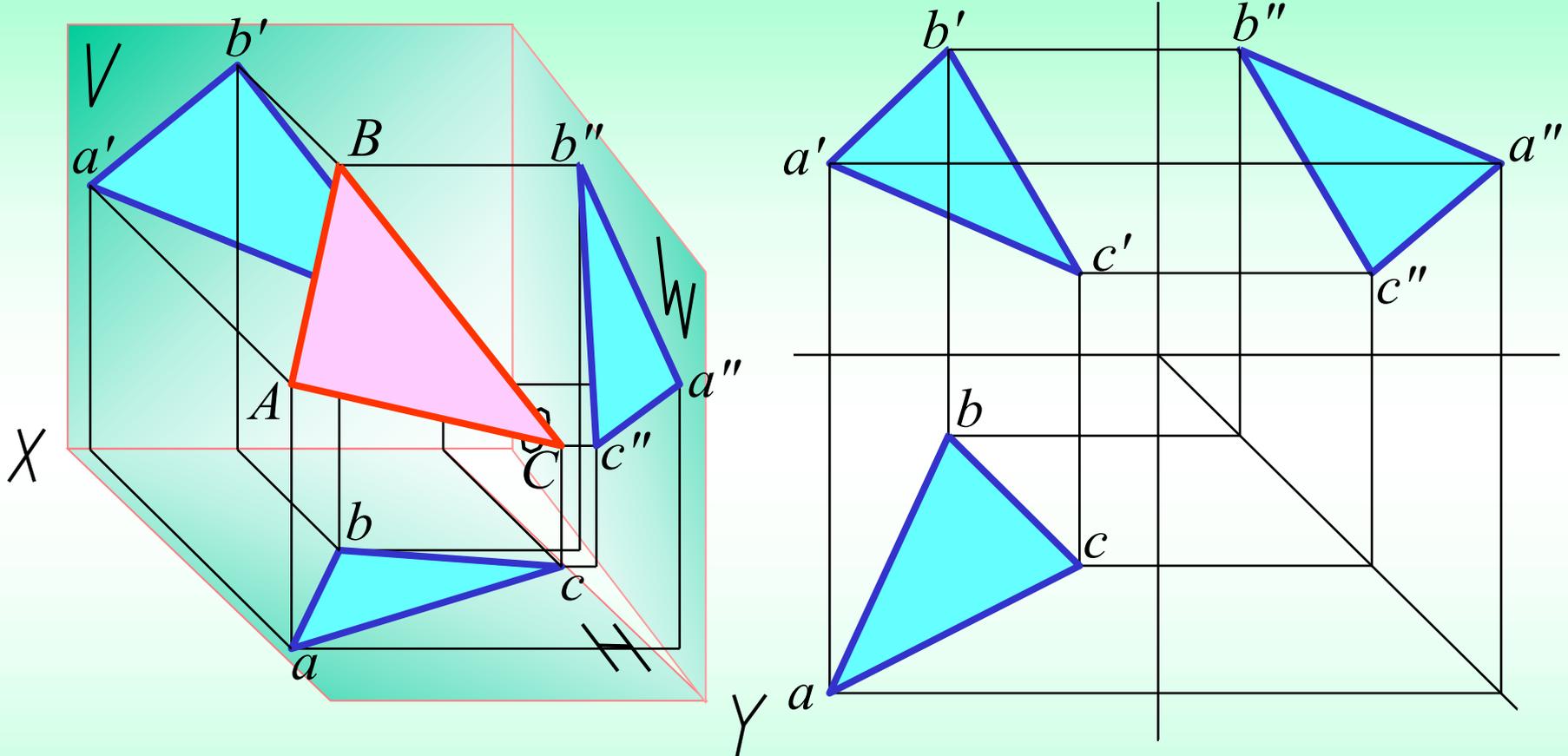
铅垂面：垂直 H 面，倾斜于 V、W 面

侧垂面：垂直 W 面，倾斜于 H、V 面





# 1. 一般位置平面



投影特性

- (1)  $\Delta abc$ 、 $\Delta a'b'c'$ 、 $\Delta a''b''c''$ 均为 $\Delta ABC$ 的类似形
- (2) 三个投影面的投影都仍是平面图形，且面积缩小。





## 2. 特殊位置平面

### (1) 投影面平行面

平行于一个投影面的平面，统称为投影面平行面。

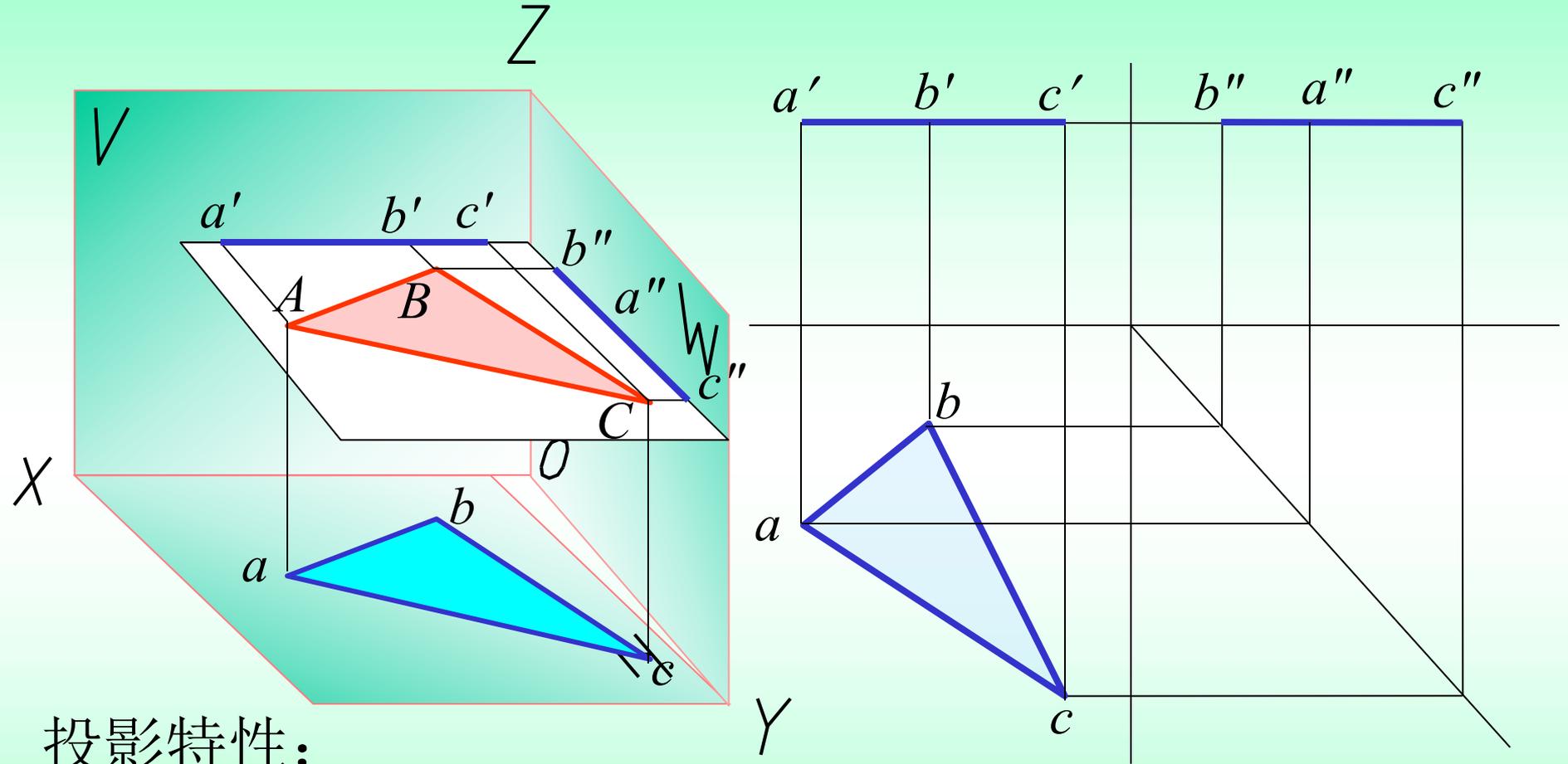
### (2) 投影面垂直面

垂直于一个投影面而对其它两个投影面倾斜的平面，统称为投影面垂直面。





# ① 水平面



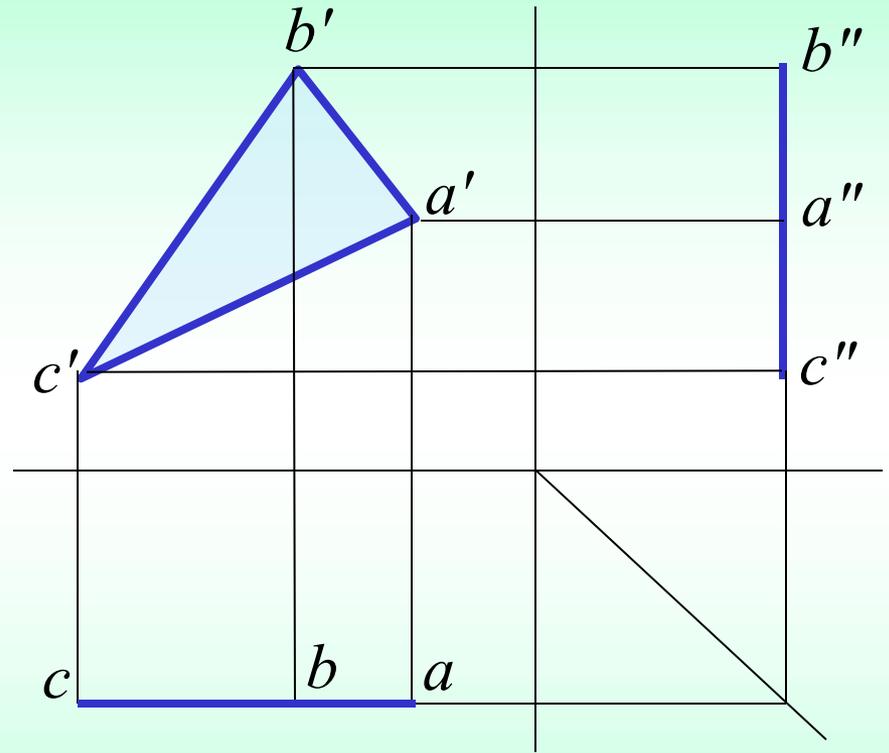
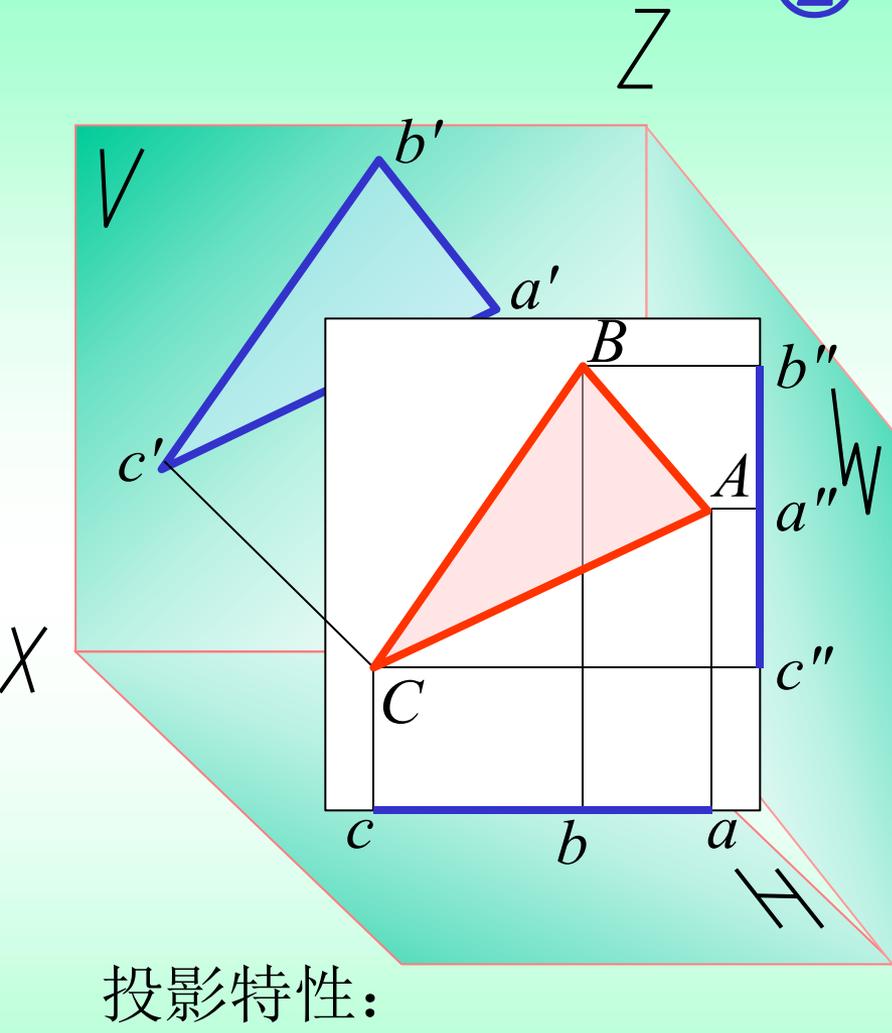
投影特性:

- (1)  $a'b'c'$ 、 $a''b''c''$ 积聚为一条线，具有积聚性
- (2) 水平投影 $\Delta abc$ 反映 $\Delta ABC$ 实形





## ② 正平面



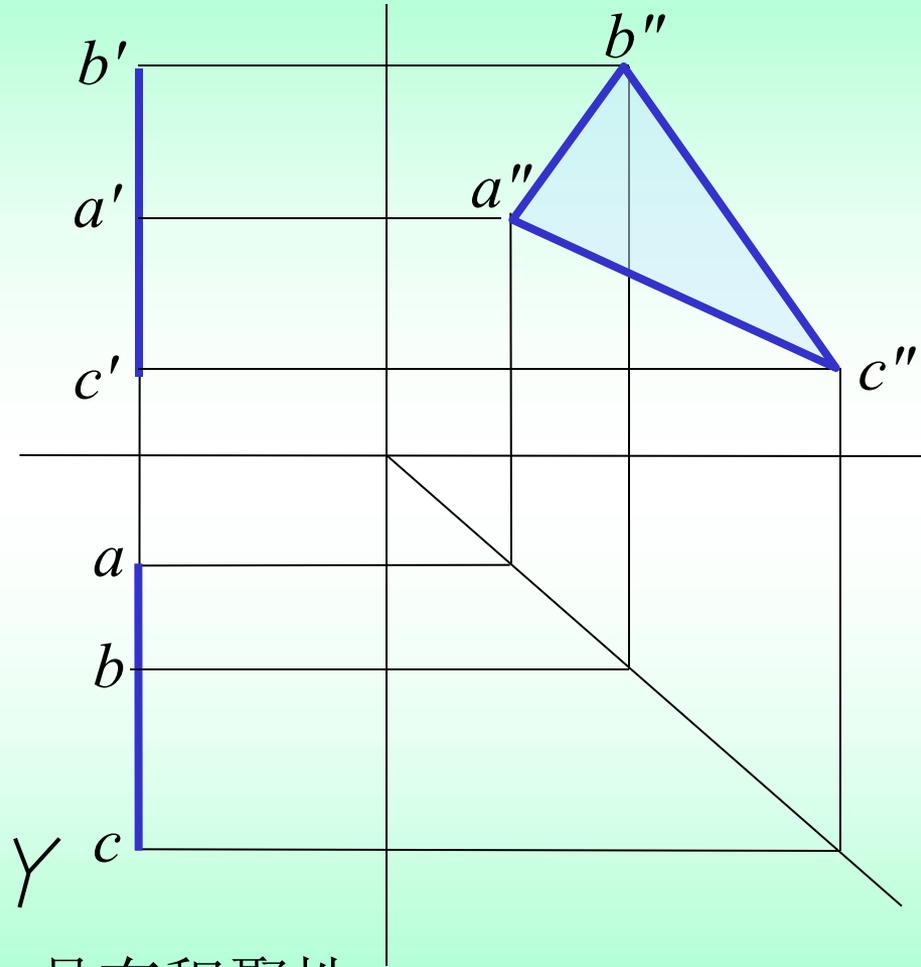
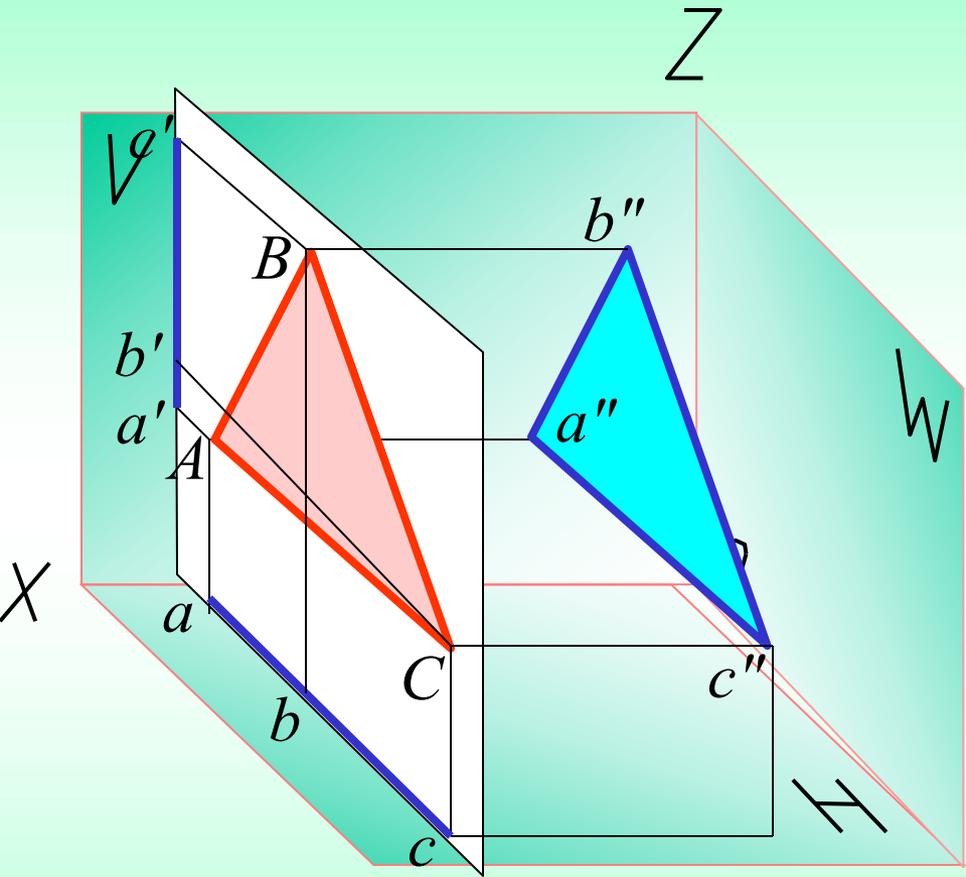
投影特性:

$abc$ 、 $a''b''c''$ 积聚为一条线，具有积聚性  
正平面投影 $\Delta a'b'c'$ 反映 $\Delta ABC$ 实形





### ③ 侧平面



投影特性:

$abc$ 、 $a'b'c'$ 积聚为一条线, 具有积聚性

侧平面投影 $\Delta a''b''c''$ 反映 $\Delta ABC$ 实形



# 直线的位置

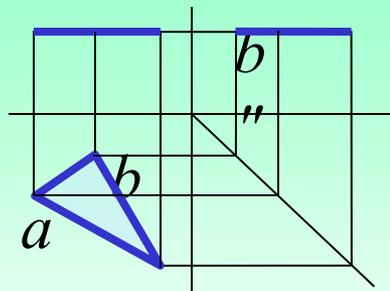
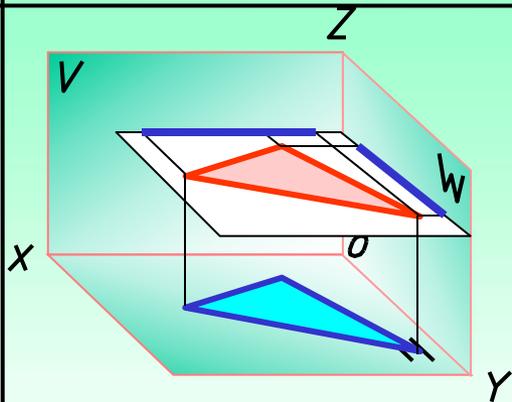
## 直观图

## 投影图

## 特征

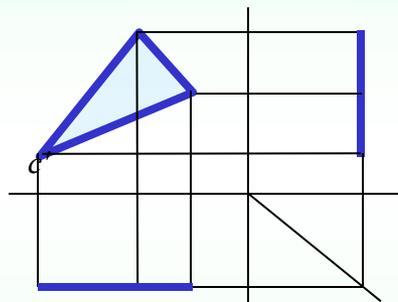
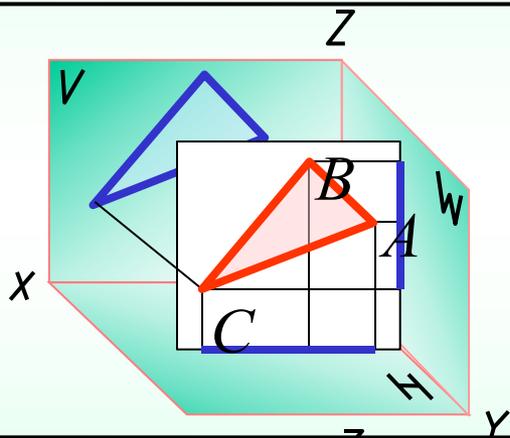


水平面



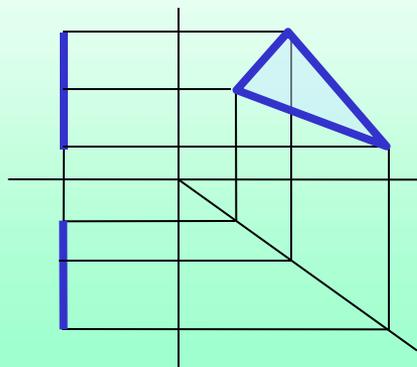
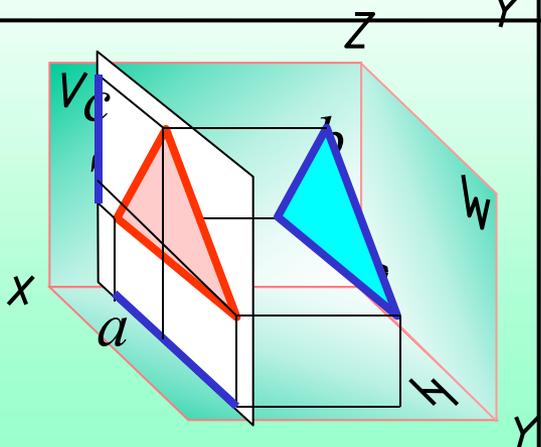
1. 水平投影反映实形。
2. 正面投影积聚成平行于X轴的直线。
3. 侧面投影积聚成平行于Y轴的直线。

正平面



1. 正面投影反映实形。
2. 水平投影积聚成平行于X轴的直线。
3. 侧面投影积聚成平行于Z轴的直线。

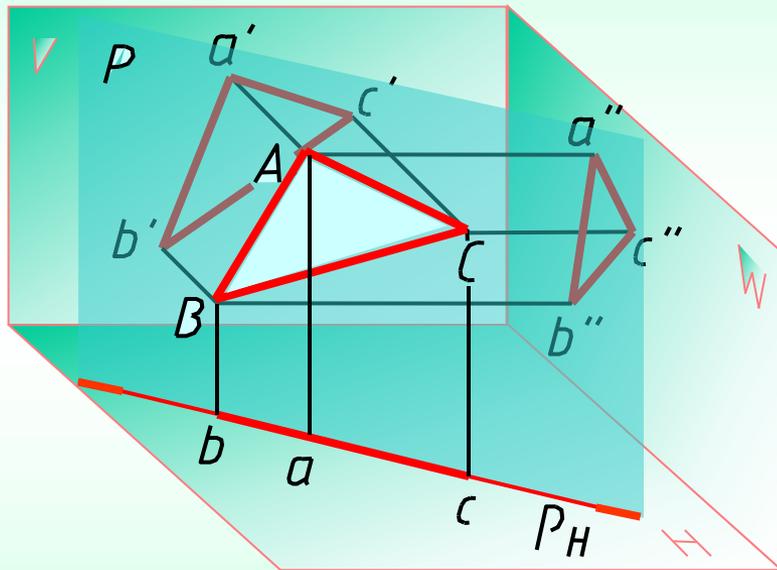
侧平面



1. 侧面投影反映实形。
2. 正面投影积聚成平行于Z轴的直线。
3. 水平投影积聚成平行于Y轴的直线。

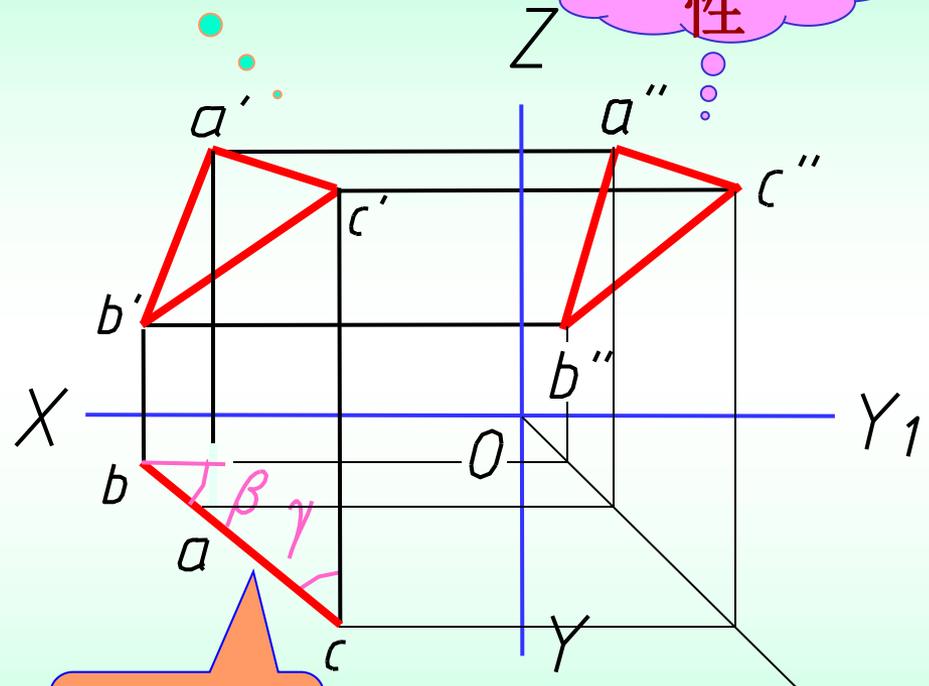


# ①铅垂面



类似性

类似性



积聚性

投影特性：

水平投影积聚为一条直线

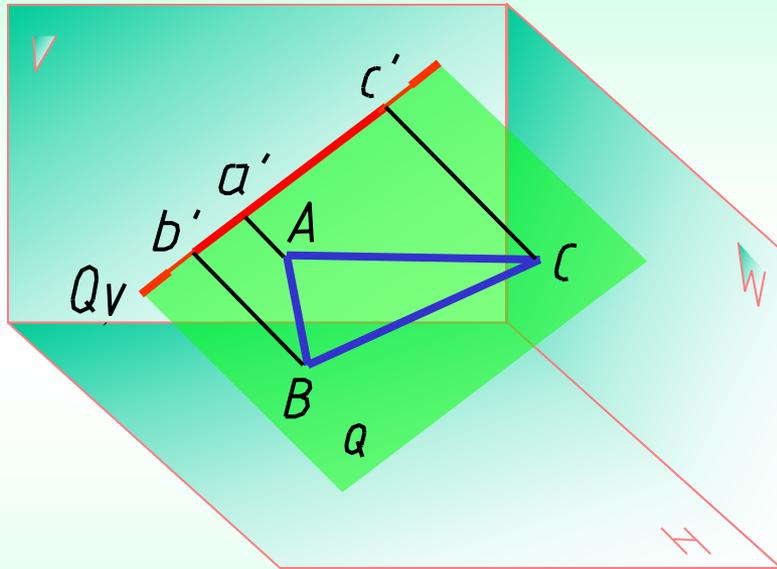
正面投影和侧面投影为原形的类似形

水平投影与OX、OY的夹角反映 $\beta$ 、 $\gamma$ 角的真实大小



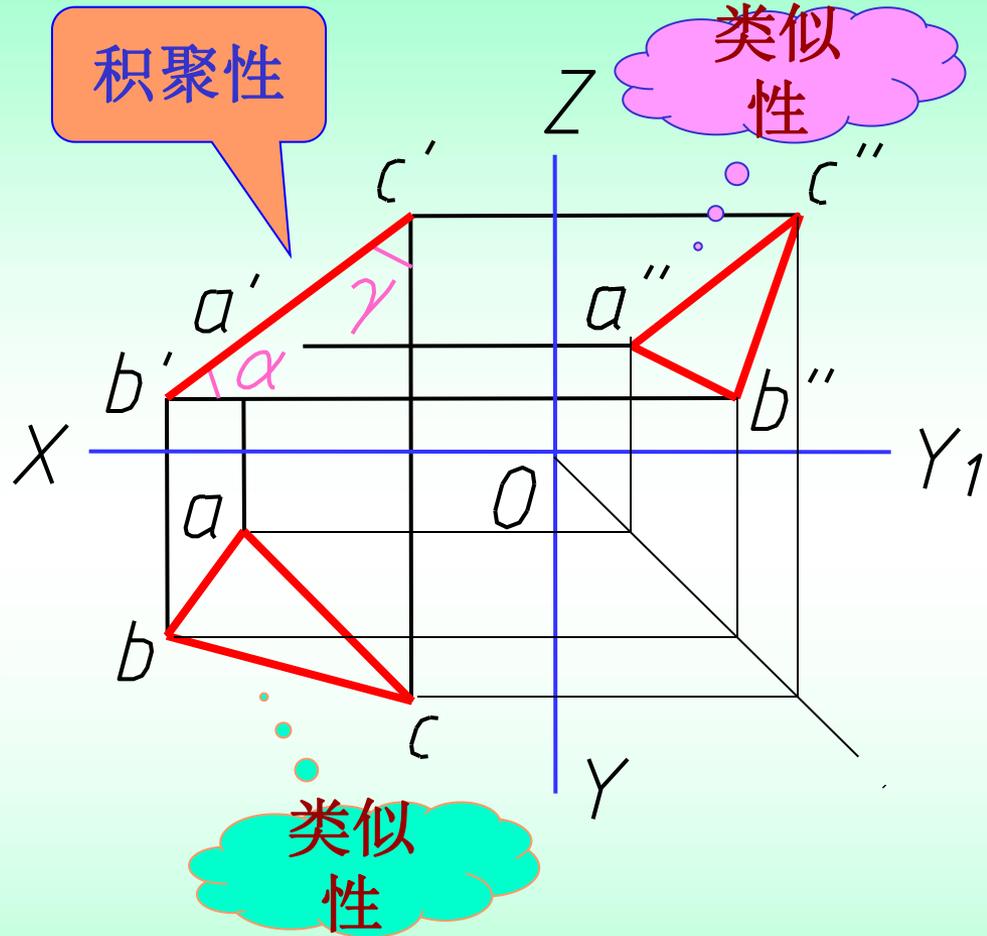


## ②正垂面



积聚性

类似性



类似性

投影特性：

正面投影积聚为一条线

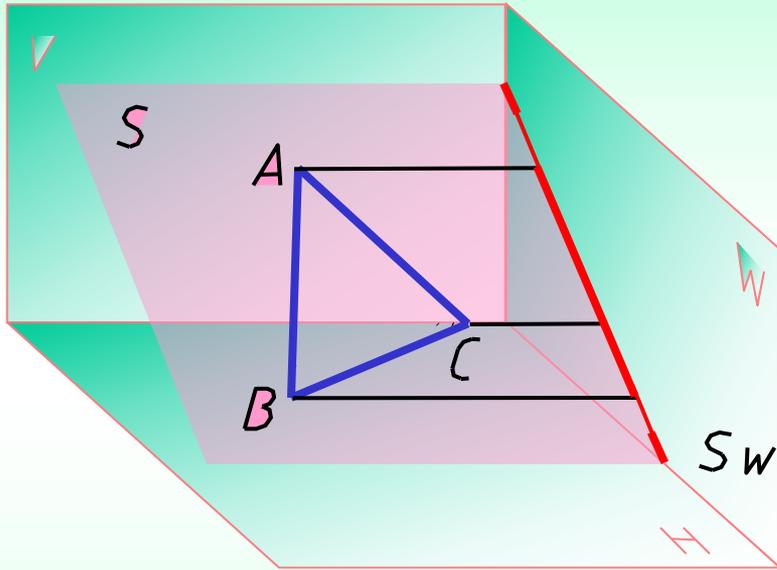
水平投影和侧面投影为类似形

正面投影与OX、OZ 的夹角反映  $\alpha$ 、 $\gamma$  角的真实大小



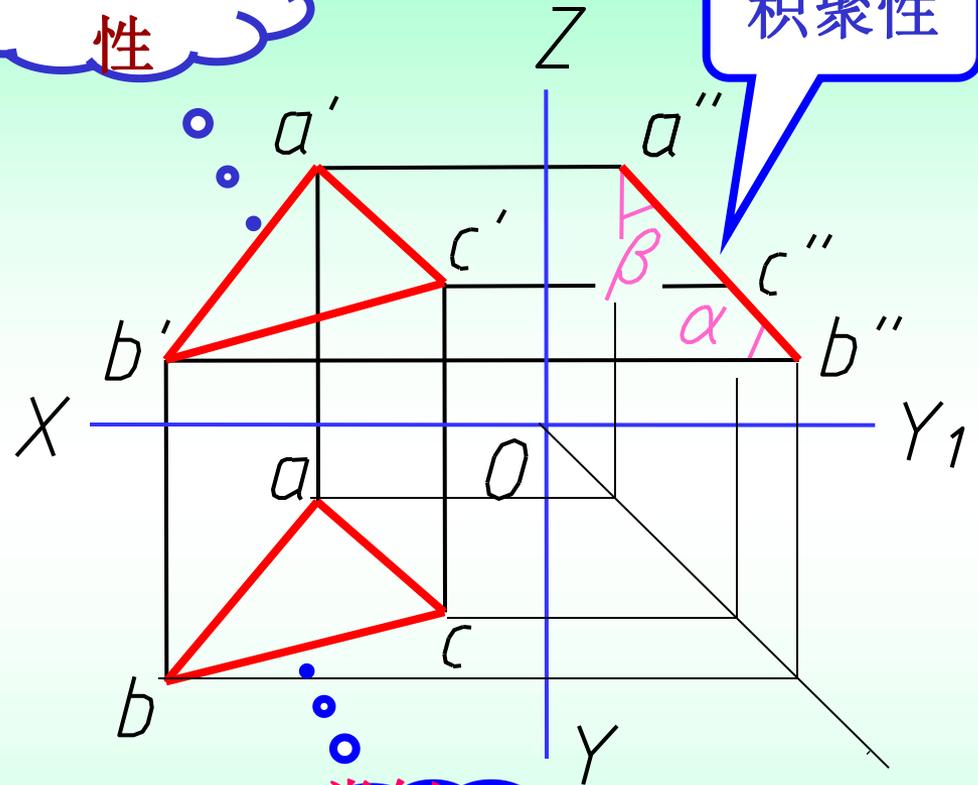


### ③侧垂面



类似性

积聚性



类似性

投影特性：

侧面投影积聚为一条线

水平投影和正面投影为类似形

侧面投影与 $OY$ 、 $OZ$  的夹角反映  $\alpha$ 、 $\beta$  角的真实大小



直线的位置

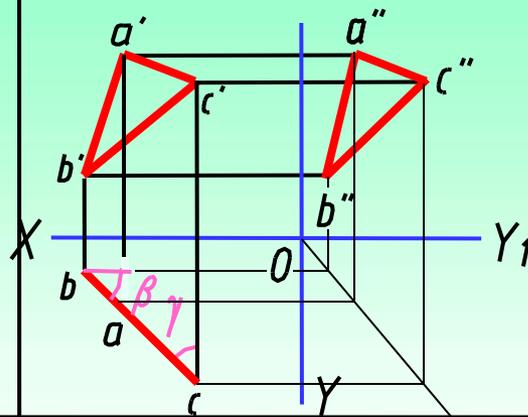
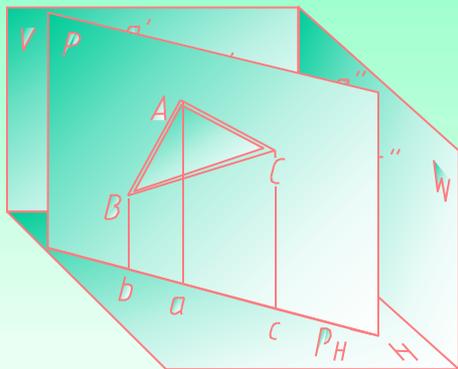
直观图

投影图

特征

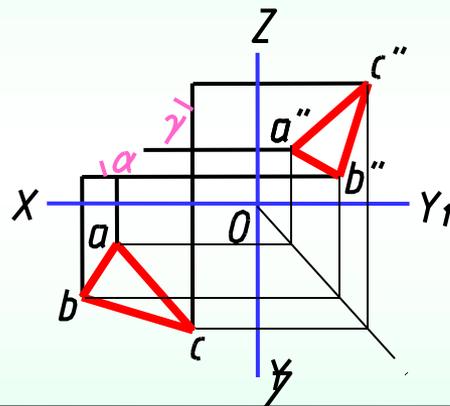
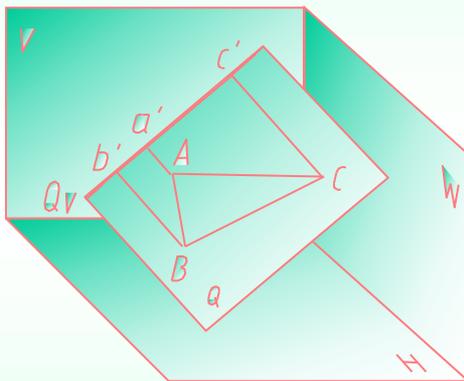


铅垂面



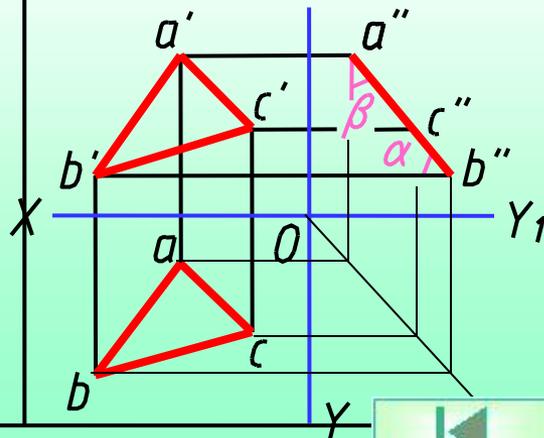
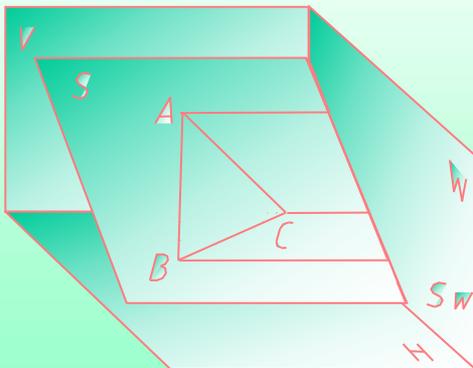
1. 水平投影积聚成直线，与X轴夹角为 $\beta$ ，与Y轴夹角为 $\gamma$
2. 正面投影和侧面投影具有类似性

正垂面



1. 正面投影积聚成直线，与X轴夹角为 $\alpha$ ，与Z轴夹角为 $\gamma$
2. 水平投影和侧面投影具有类似性

侧垂面



1. 侧面投影积聚成直线，与Y轴夹角为 $\alpha$ ，与Z轴夹角为 $\beta$
2. 正面投影和水平投影具有类似性

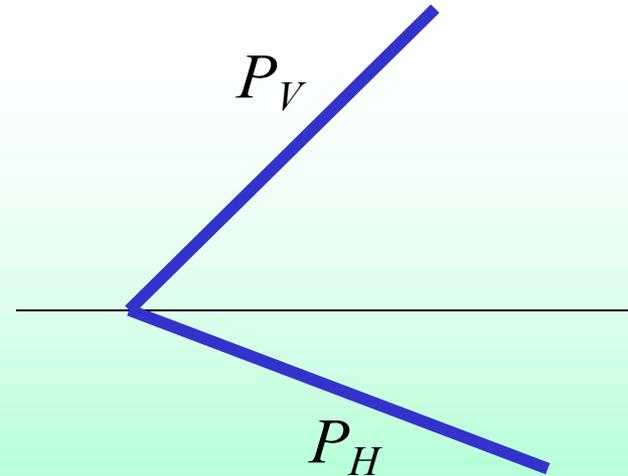
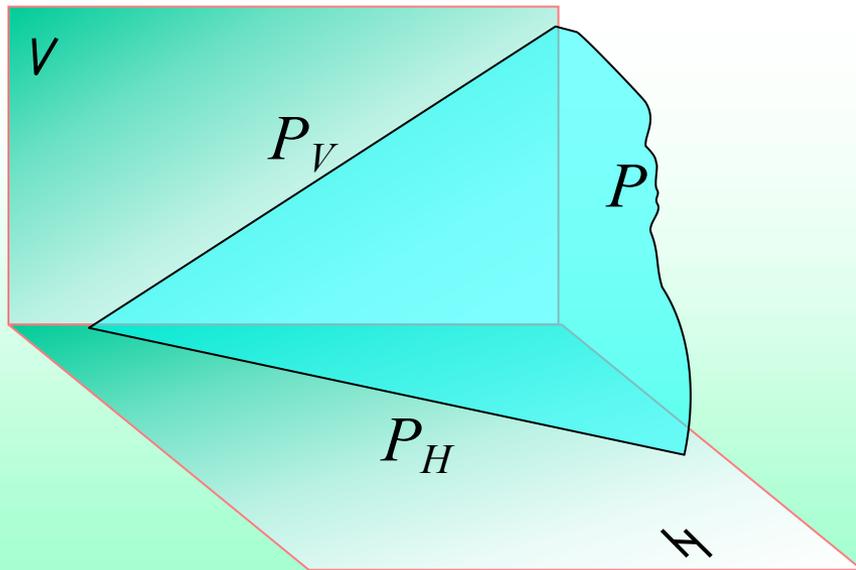




# 三、平面的迹线表示法

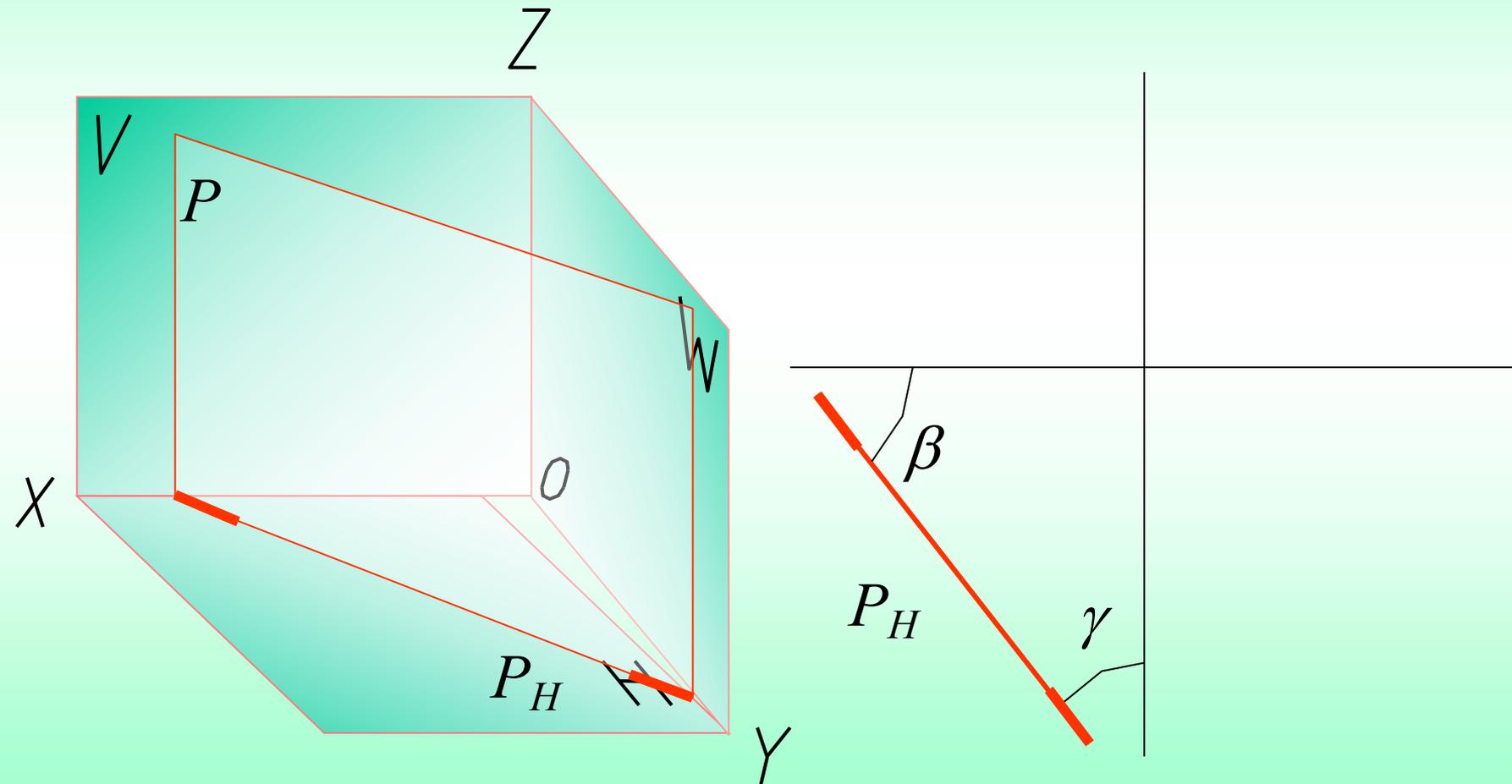
## 1. 平面迹线的概念

平面与投影面的交线，称为平面的迹线。



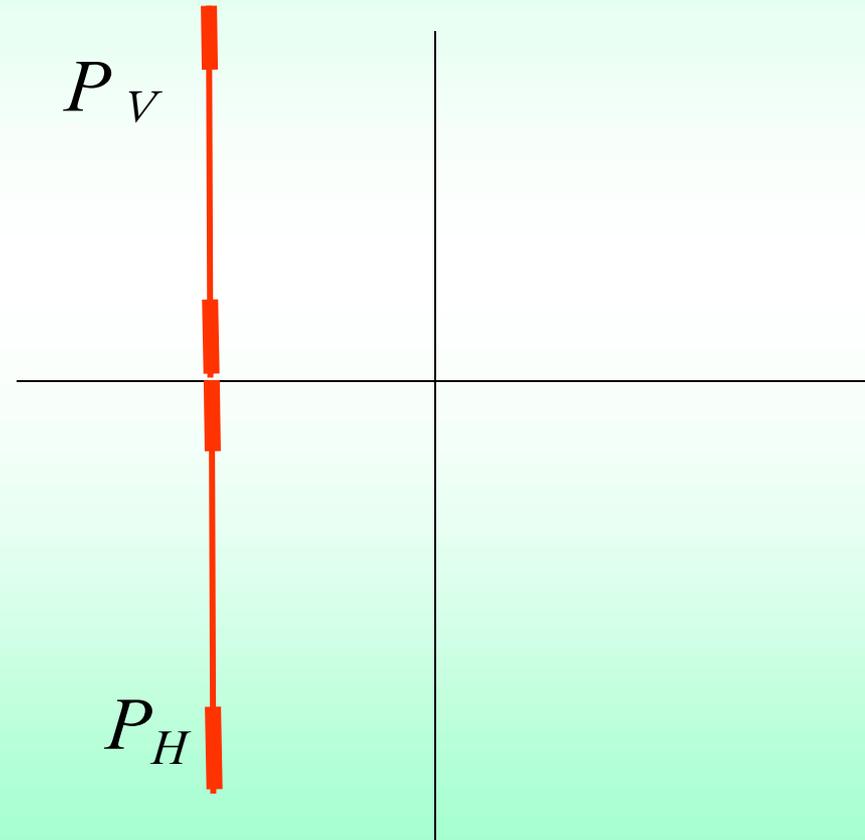
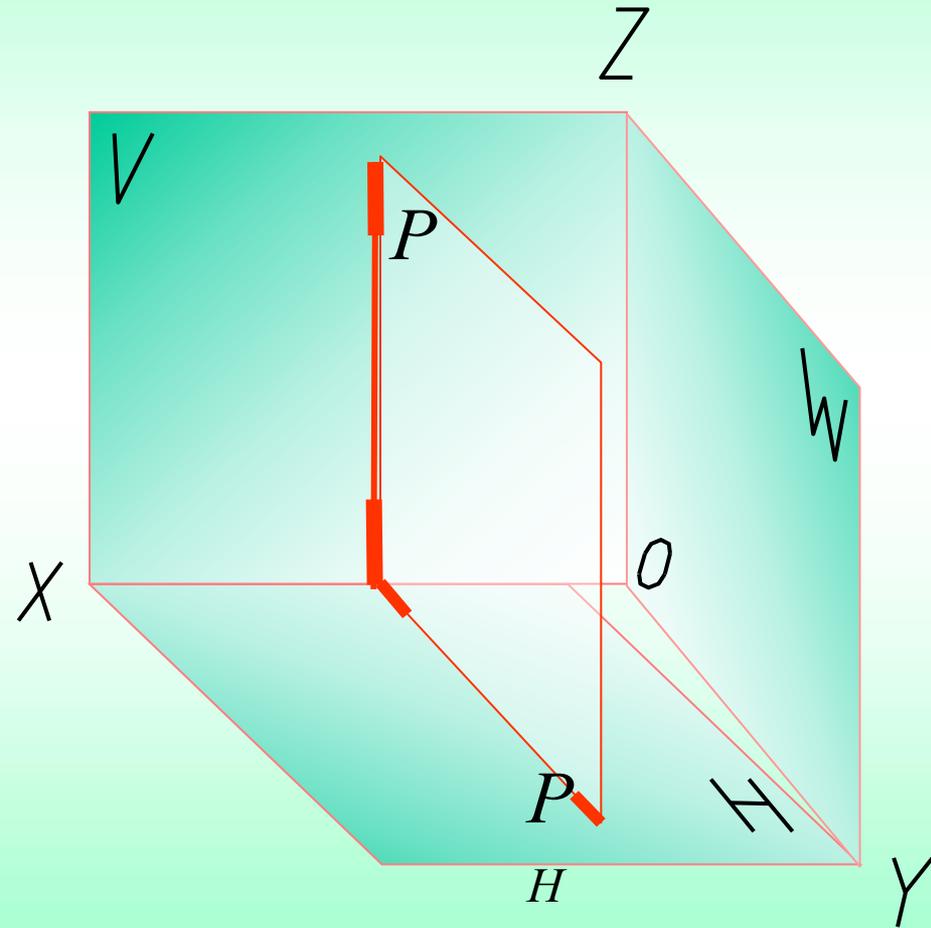


## 2. 特殊位置平面的迹线：投影面垂直面





## 2. 特殊位置平面的迹线：投影面平行平面





## 四、属于平面的直线和点

### 1. 取属于平面的直线

直线从属于平面的条件是：①一直线经过属于平面的两点。  
②一直线经过属于平面的一点，且平行于属于该平面的另一条直线。

### 2. 取属于平面的点

点在平面上的几何条件是：点在平面内的某一直线上。

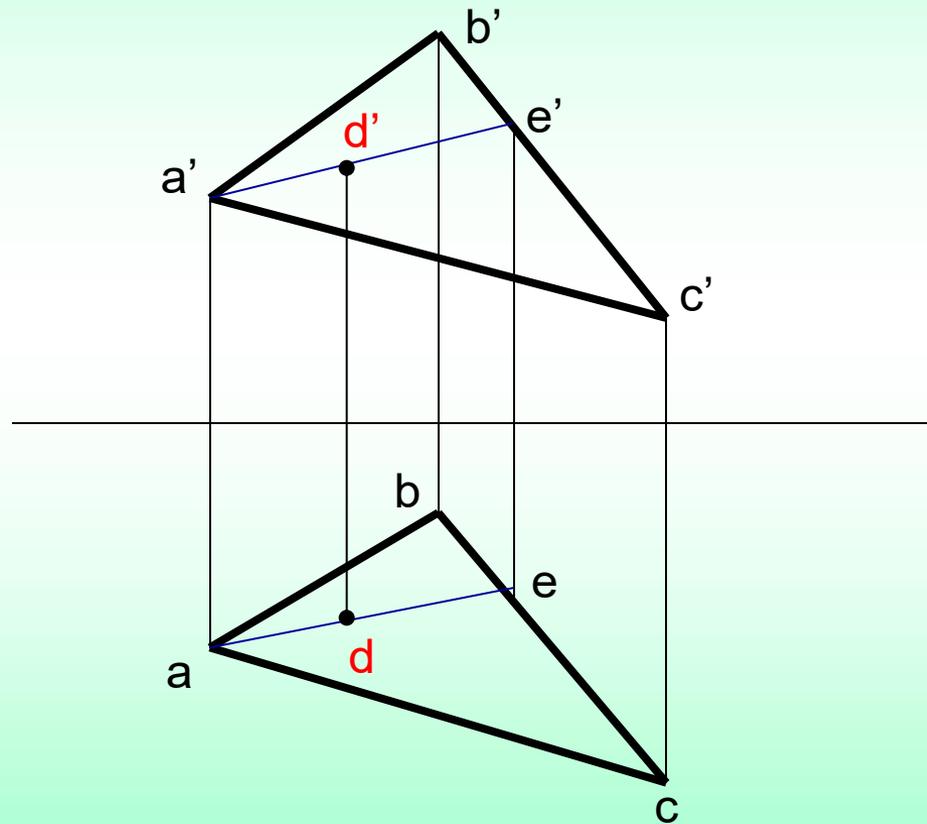
在平面上取点、直线的作图，实质上就是在平面内作辅助线的问题。利用在平面上取点、直线的作图，可以解决三类问题：判别已知点、线是否属于已知平面；完成已知平面上的点和直线的投影；完成多边形的投影。

[例题1](#)    [例题2](#)



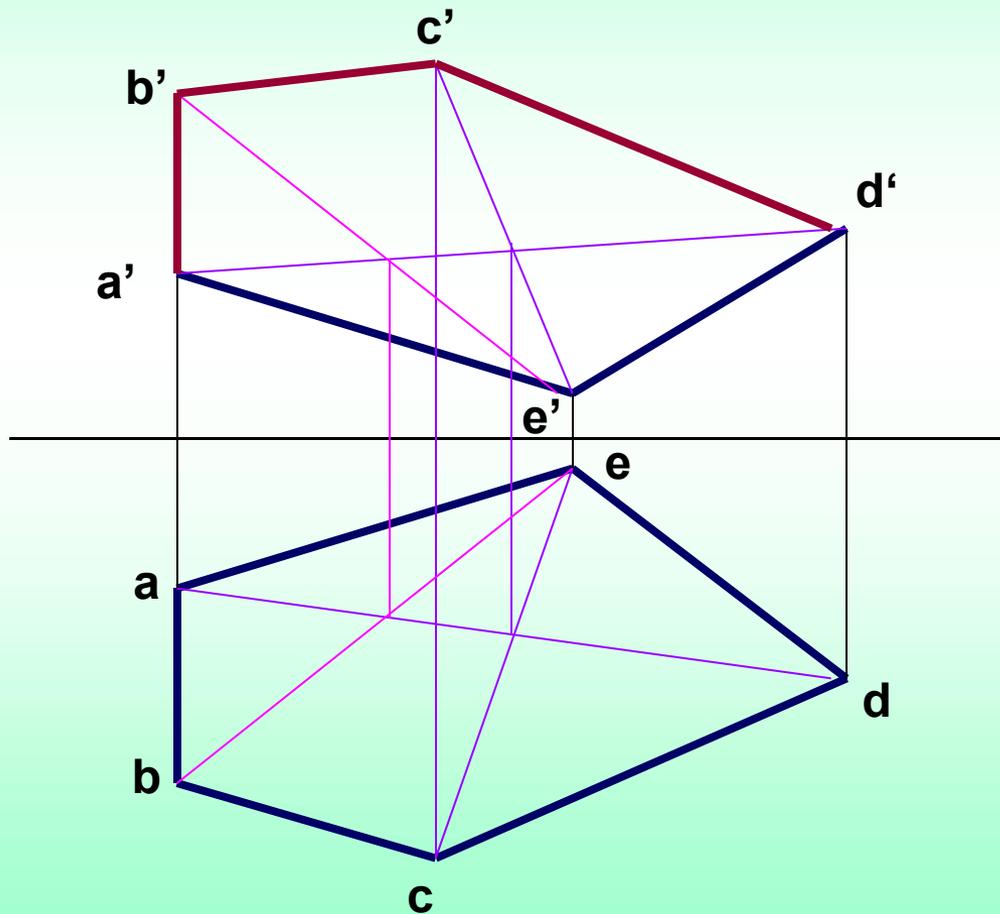


[例题1] 已知 $\triangle ABC$ 给定一平面，试判断点D是否属于该平面。





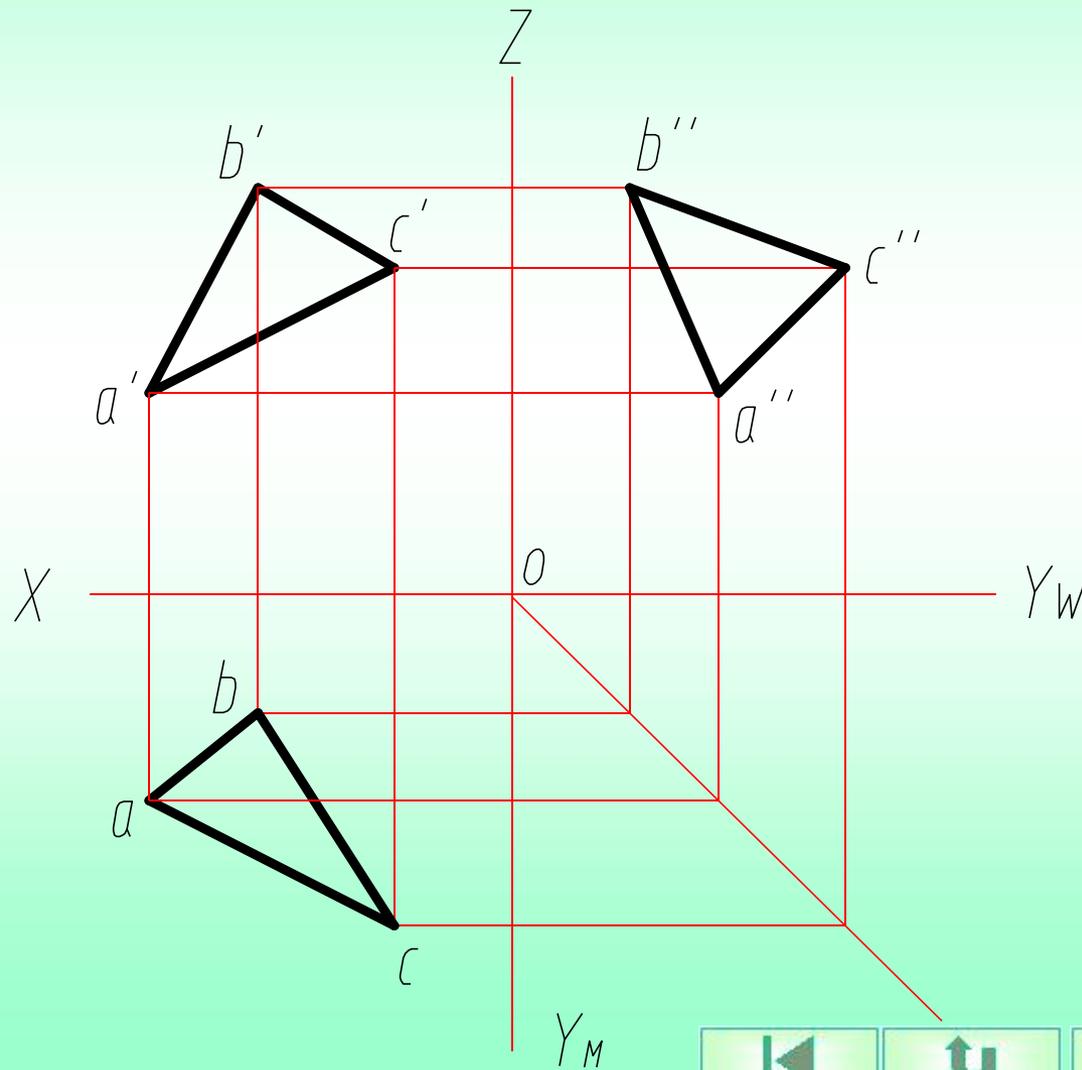
[例题2] 完成五边形的正面投影(AB为侧平线)。





# 五、读平面的投影

读平面投影图的要求是：想象出所示平面的形状和空间位置。





## § 2-6 几何体的投影

几何体分为平面立体和曲面立体两类。表面均为平面的立体，称为平面的立体；表面为曲面或曲面与平面的立体，成为曲面立体。

### 一、平面立体

1. 棱柱
2. 棱锥

### 二、回转体

1. 圆柱
2. 圆锥
3. 圆球
4. 圆环
5. 不完整的回转体

### 三、线框的含义



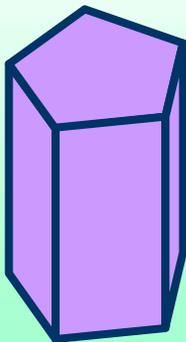


# 一、平面立体

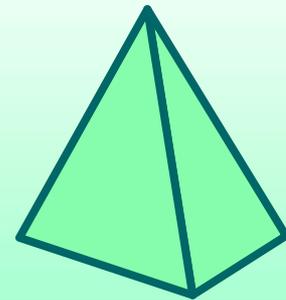
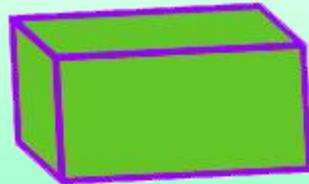
由于平面立体是由平面围成,因此,绘制平面立体的三视图,就可归结为绘制各个表面(棱面)的投影的集合。由于平面图形系由直线段组成,而每条线段都可由其两 endpoints 确定,因此作平面立体的三视图,又归结为其各表面的交线(棱线)及各顶点的投影的集合。

在立体的三视图中,有些表面和表面的交线处于不可见位置,在图中用虚线表示。

1. 棱柱



2. 棱锥





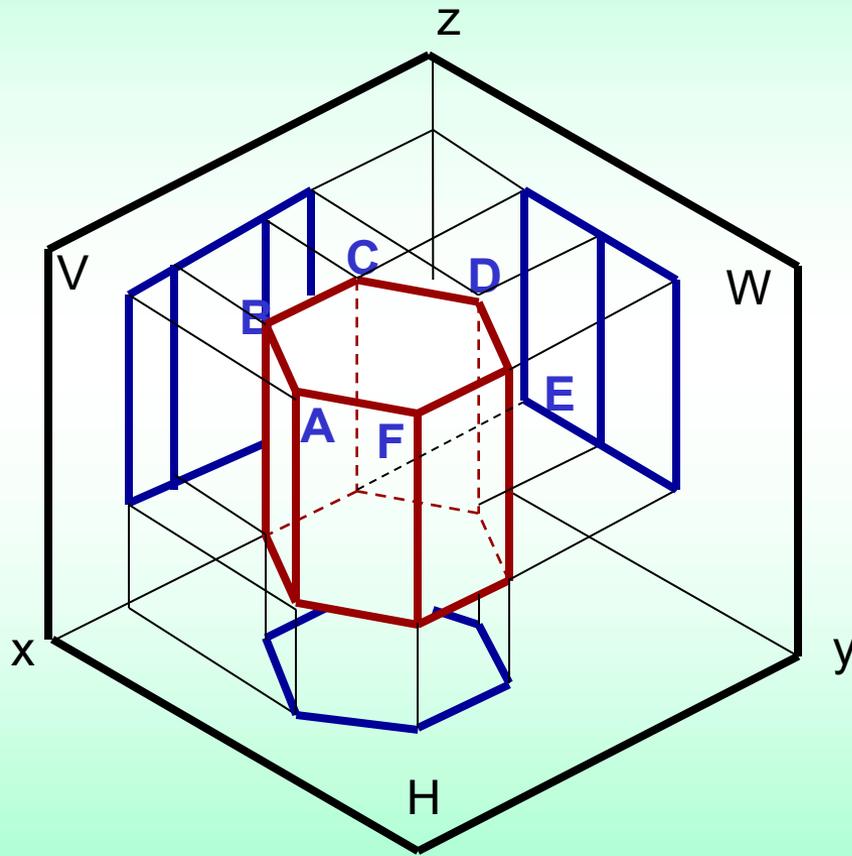
# 1. 棱柱

- (1) 棱柱的三视图
- (2) 属于棱柱表面的点





# (1) 棱柱的三视图



一个投影为多边形，另外两个投影轮廓线为矩形。



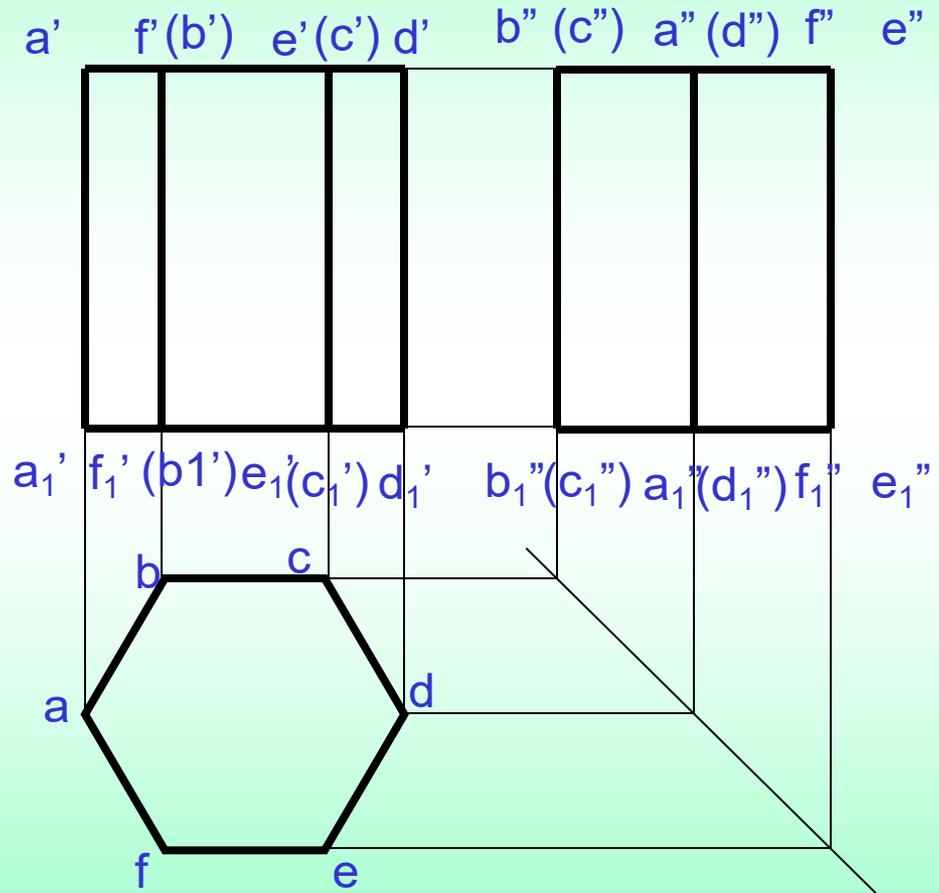
# (1) 棱柱的三视图

以正六棱柱为例，在三投影体系做出正六棱柱三面投影。其画法为：

①画出正六棱柱轴线的正面投影和侧面投影，并画出水平投影的对称中心线。

②画出上、下底面的水平投影（实形）后，再画其余二投影

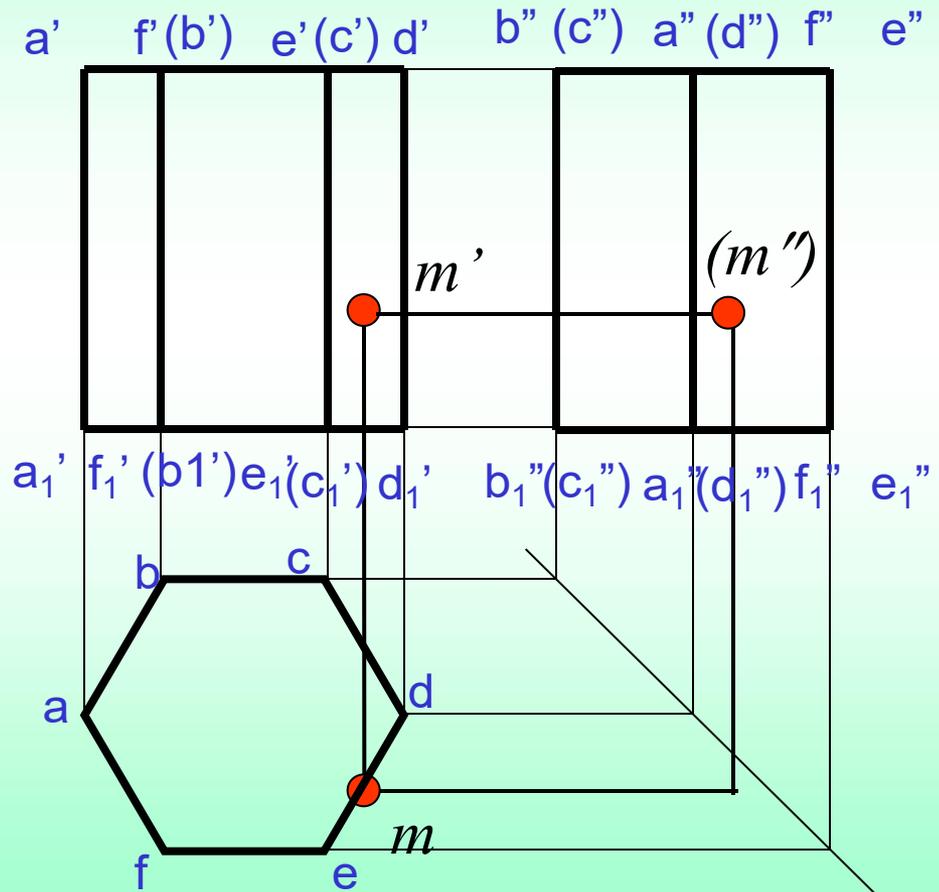
③连接上、下底面对应的顶点，即得三面投影图。





## (2) 属于棱柱表面的点

当点属于几何体的某个表面时，则该点的投影必在它所属的表面的各同面投影范围内。若该表面的投影为可见，则该表面的投影为可见，则该点的同面投影也可见；反之，为不可见。因此，在求体表面上的头影时，应首先分析该点所在平面的投影特性，然后再根据点的投影规律求得。



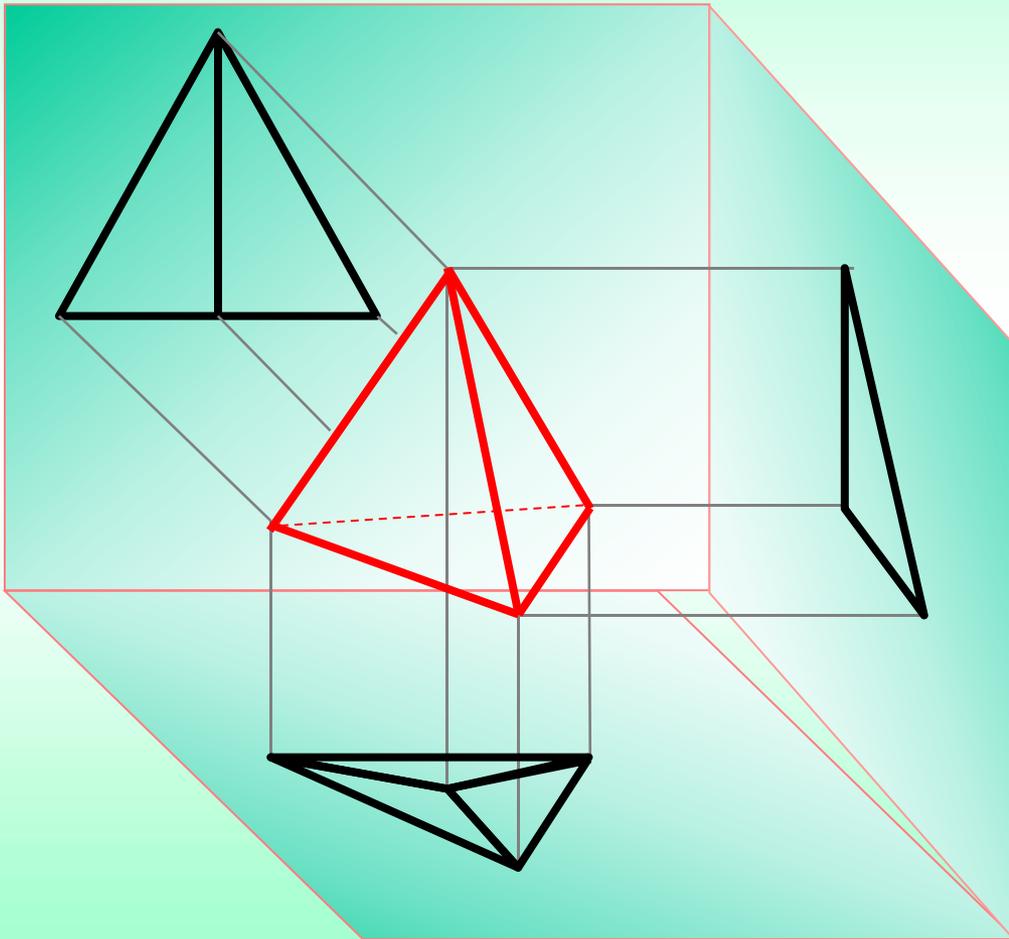
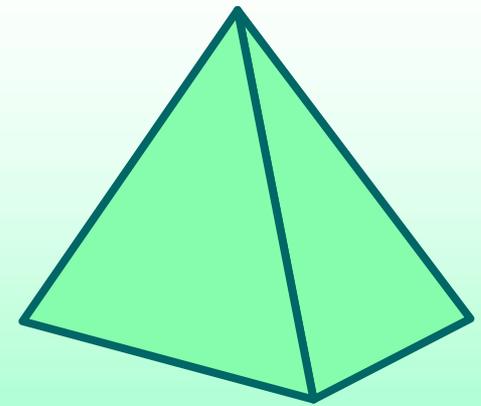


## 2. 棱锥的三视图

- (1) 棱锥的三视图
- (2) 属于棱锥表面的点



一个投影为  
多边形，另外两  
个投影轮廓线为  
三角形。



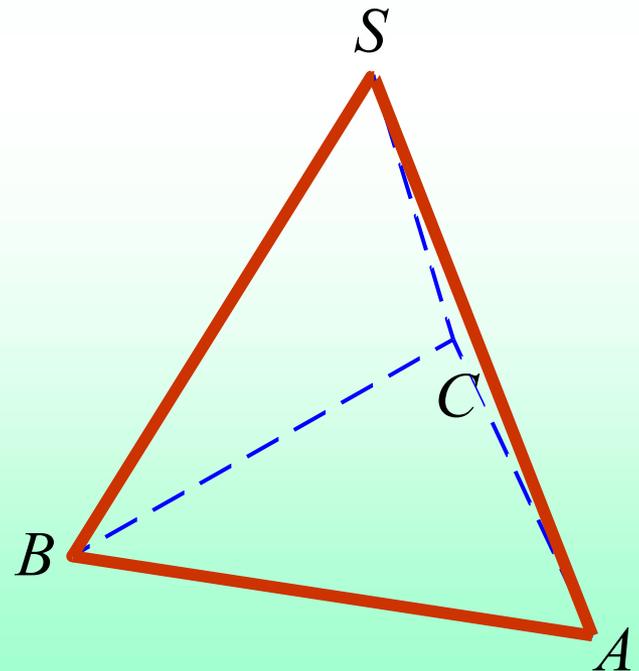
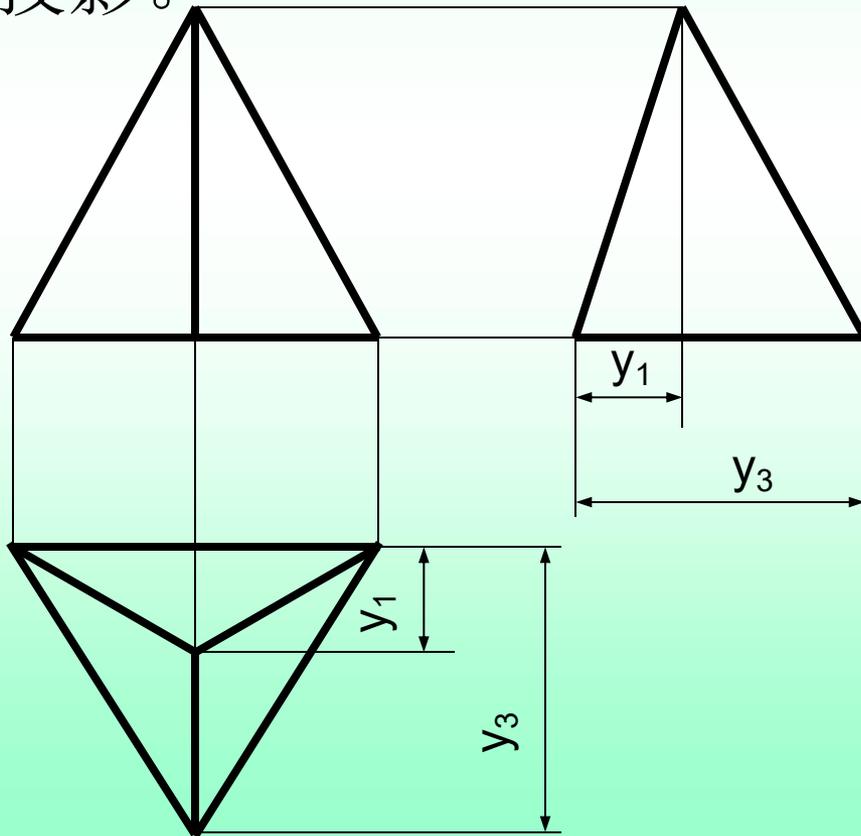


# (1) 棱锥的三视图

以三棱锥为例，其画法如下：

①画出棱锥顶点及底面的三面投影；

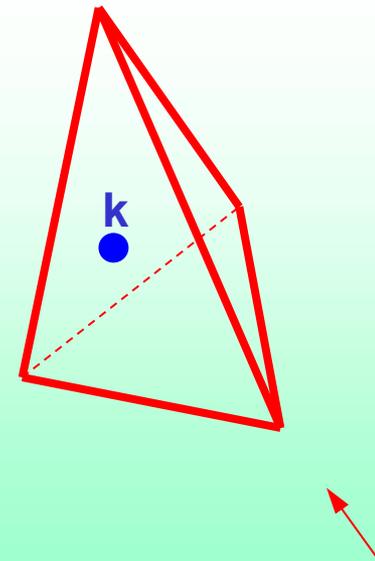
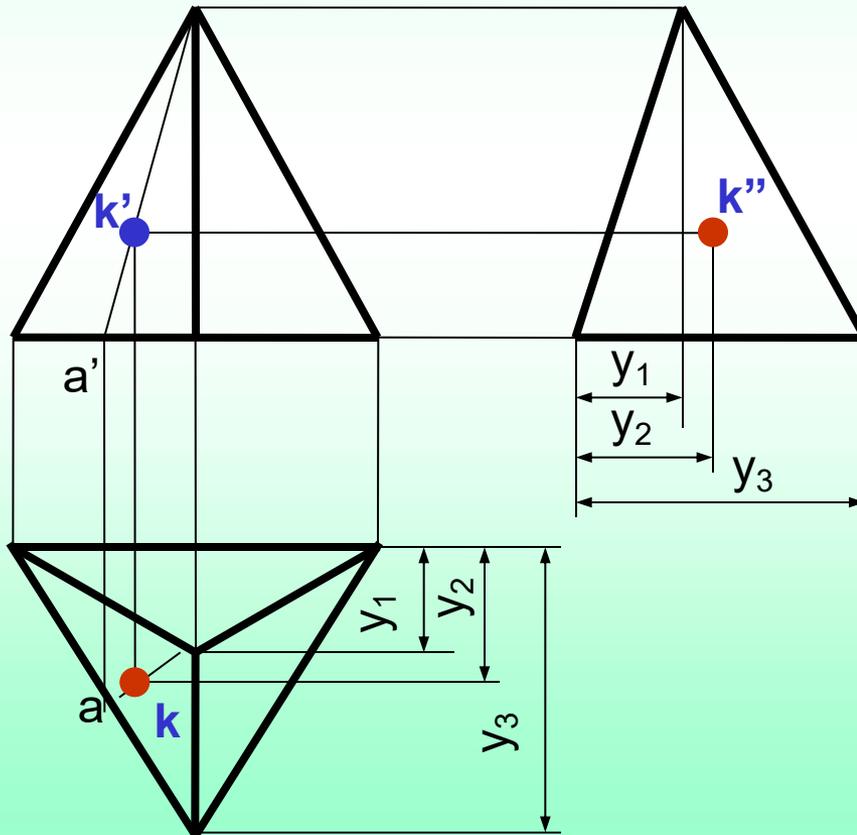
②连接锥顶与底面三角形各顶点的同面投影，得到三面投影。





## (2) 属于棱锥表面的点

正三棱锥的表面有特殊位置平面，也有一般位置平面。属于特殊位置平面的点的投影，可利用该平面投影的积聚性直接作图。属于一般位置平面的点的投影，可通过在平面上作辅助线的方法求得。



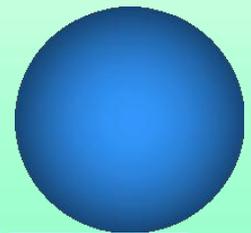
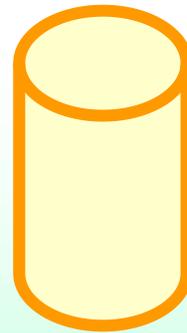


## 二、回转体

由一条母线（直线或曲线）围绕轴线回转而形成的表面，称为回转面；由回转面或回转面与平面所围成的立体，称为回转体。

圆柱、圆锥、圆球、圆环等都是回转体，它们的画法与回转体的形成条件有关。

1. 圆柱
2. 圆锥
3. 圆球
4. 圆环





# 1. 圆 柱

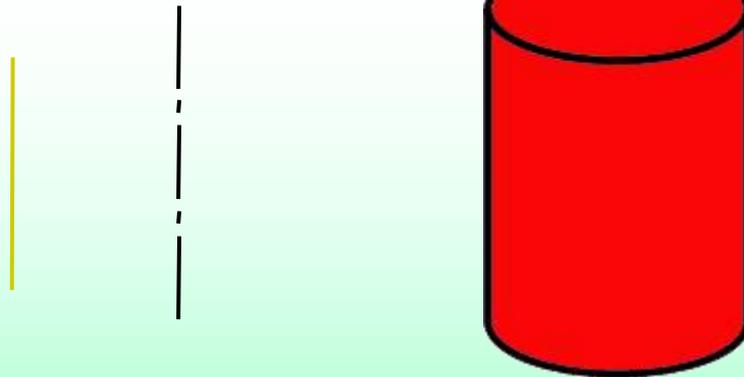
- (1) 圆柱面的形成
- (2) 圆柱的三视图
- (3) 属于圆柱表面上的点





## (1) 圆柱面的形成

圆柱面是由一条直母线AE绕与它平行的轴线旋转形成的，如图所示。圆柱体的表面是由圆柱面和顶面、底面组成。在圆柱面上任意位置的母线称为素线。



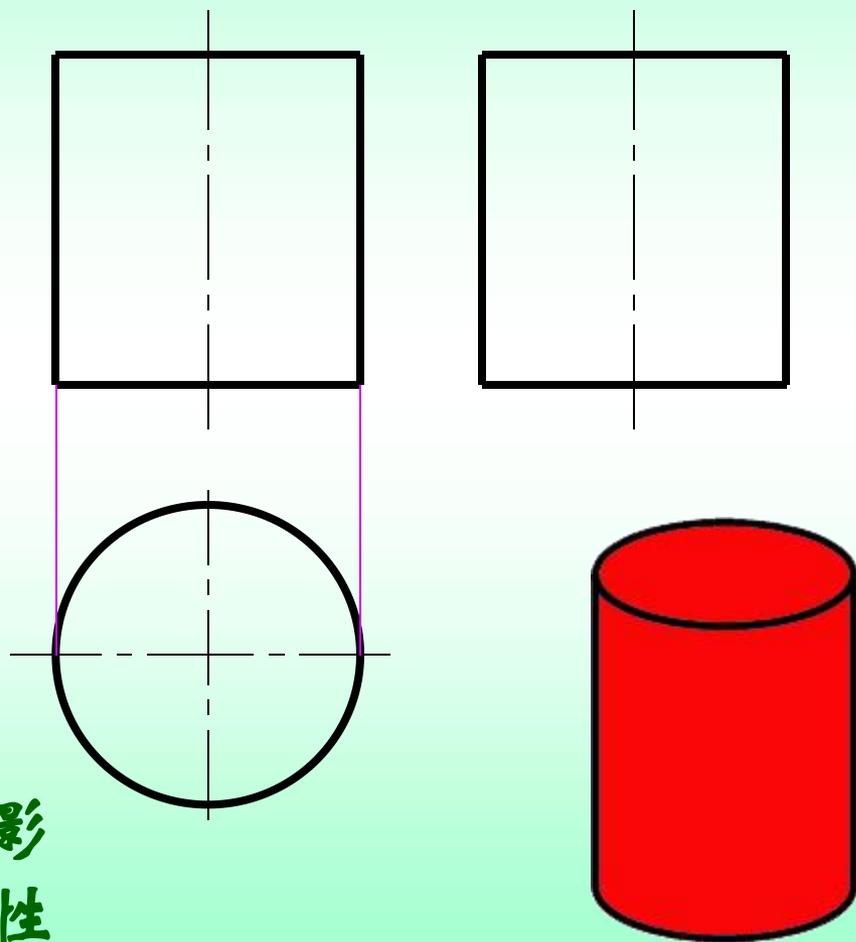


## (2) 圆柱的三视图

作图步骤：

- ① 画轴线。
- ② 画底面和顶面的投影。
- ③ 画轮廓转向线、  
正面转向线、  
侧面转向线。

画图注意先画出各投影的中心线，然后画出有积聚性的投影——圆，最后完成其余投影。



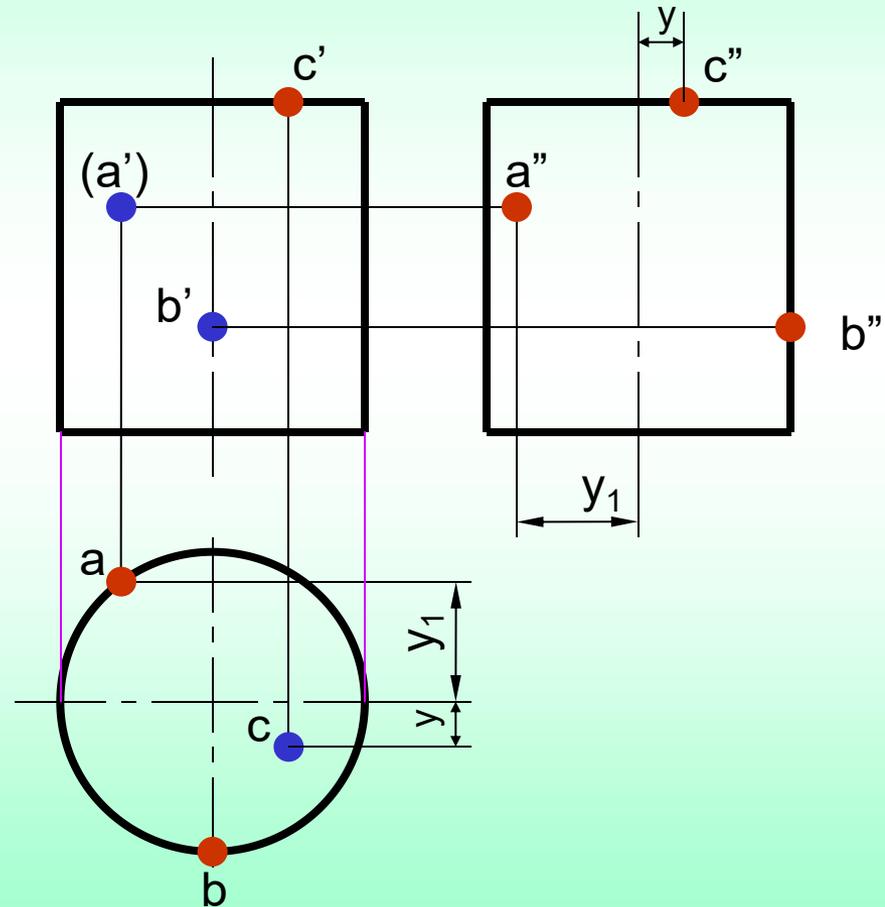
利用投影  
的积聚性





### (3) 属于圆柱表面上的点

已知属于圆柱面上的点A、B、C的一个投影，求另外两面投影。





## 2. 圆 锥

- (1) 圆锥面的形成
- (2) 圆锥的三视图
- (3) 属于圆锥表面的点



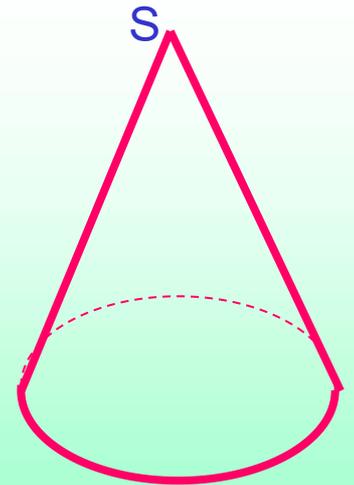
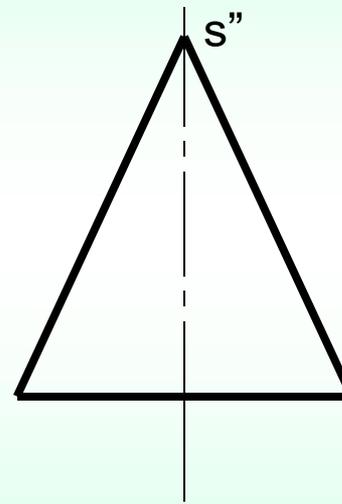
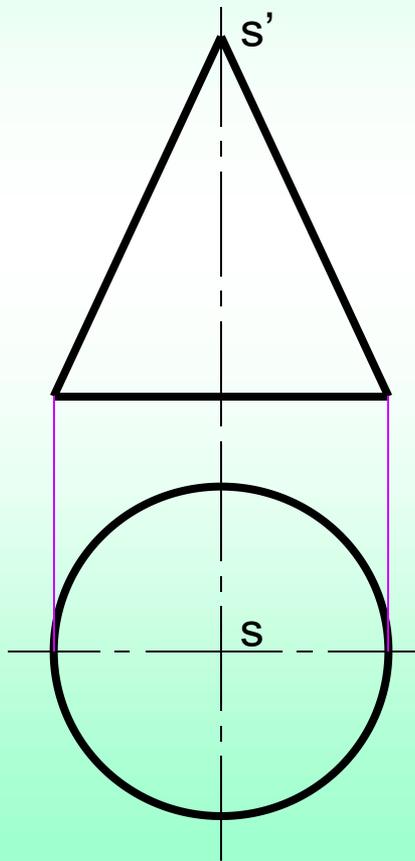
## (1) 圆锥面的形成

圆锥面是由一条直母线SA，绕与它相交的轴线旋转形成的，如图所示。圆锥体表面是由圆锥面和底面组成。在圆锥面上任意位置的素线，均交于锥顶点。



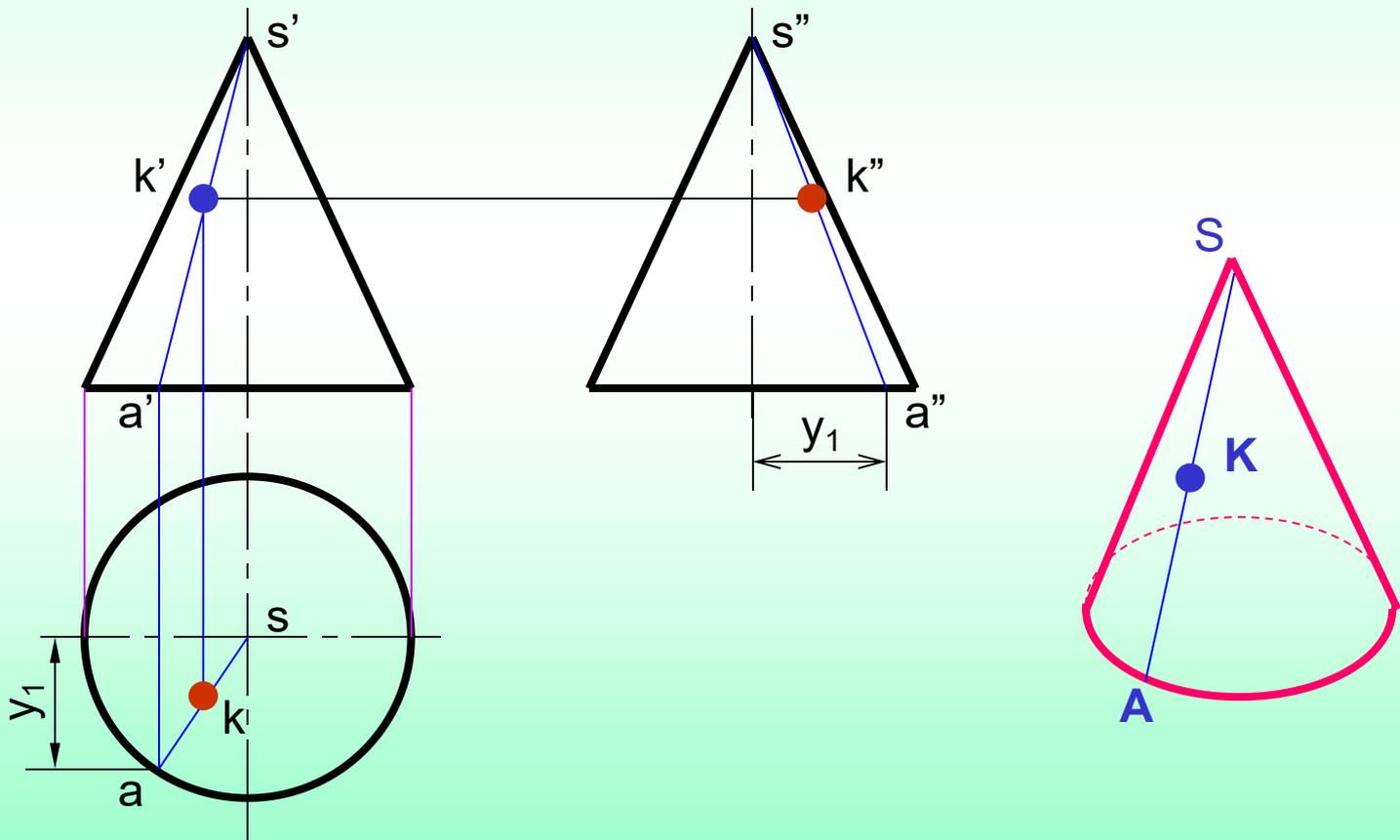


## (2) 圆锥的三视图



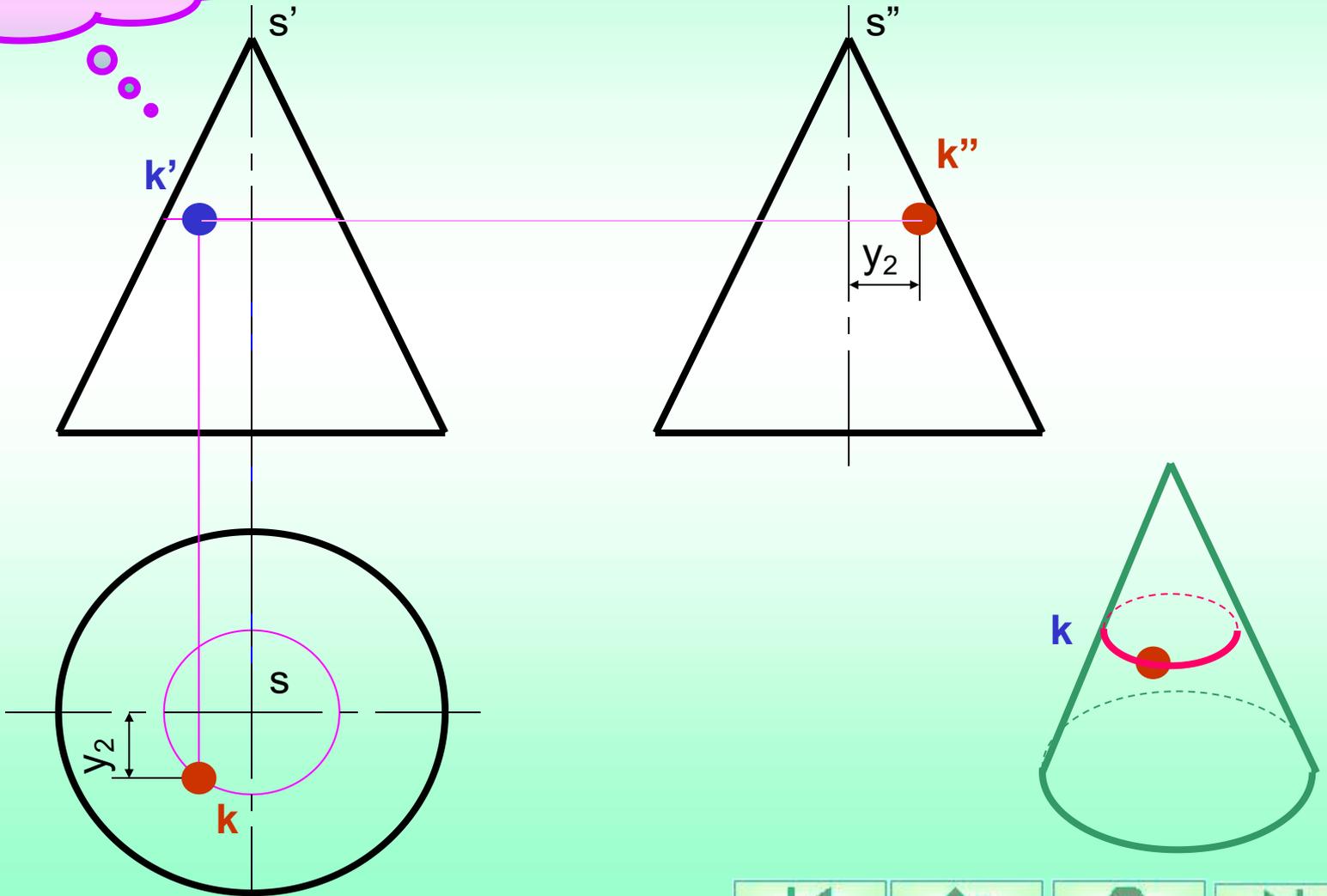


### (3) 属于圆锥表面的点





辅助圆法





## 3. 圆 球

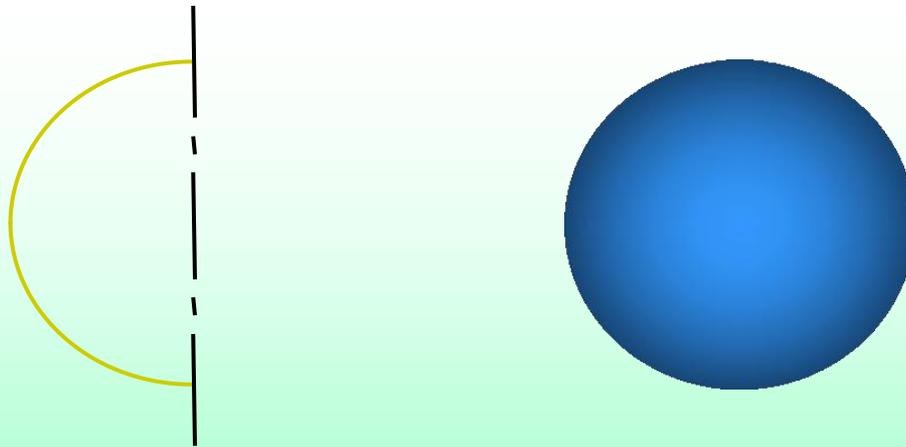
- (1) 圆球面的形成
- (2) 圆球的三视图
- (3) 属于圆球表面的点





## (1) 圆球面的形成

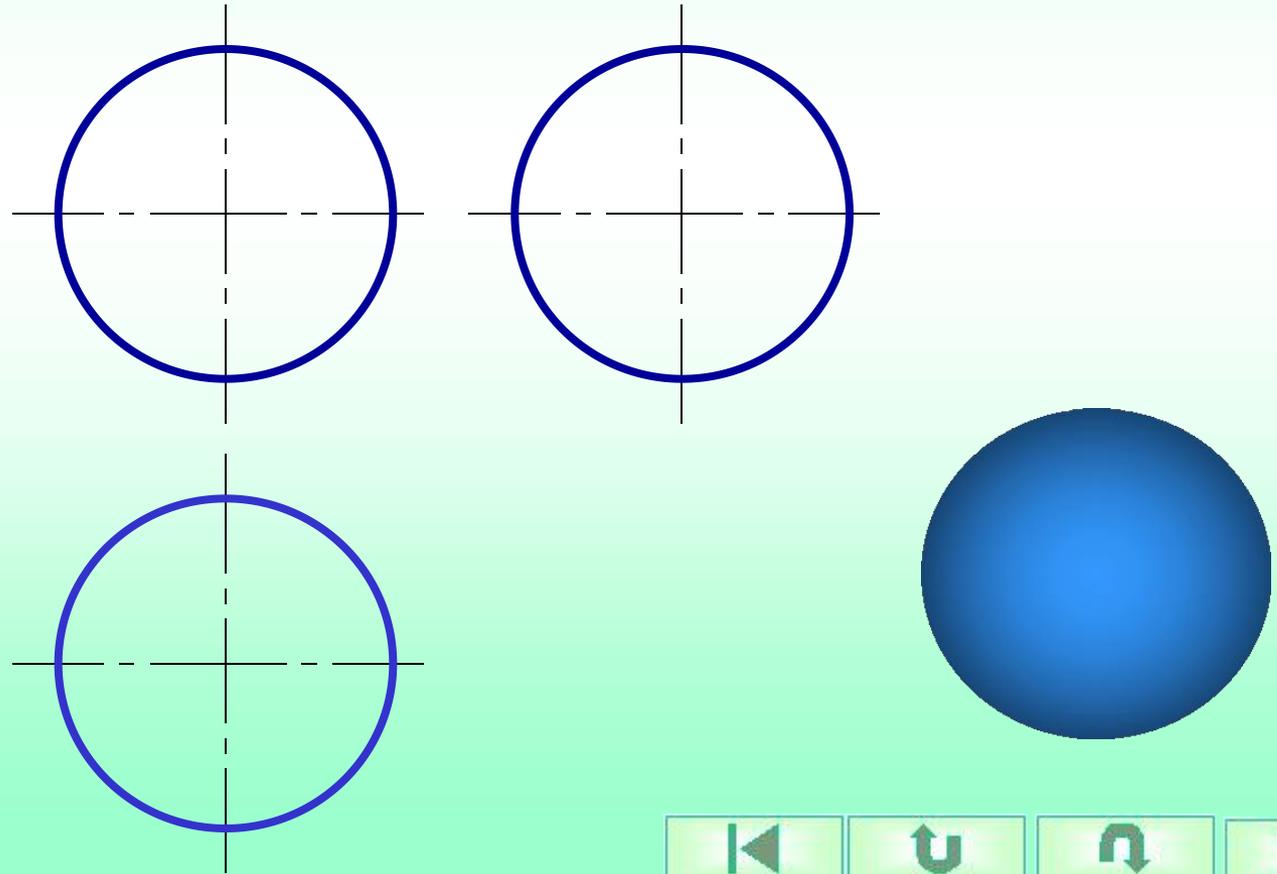
圆球面是由一圆母线，以它的直径为回转轴旋转形成的。





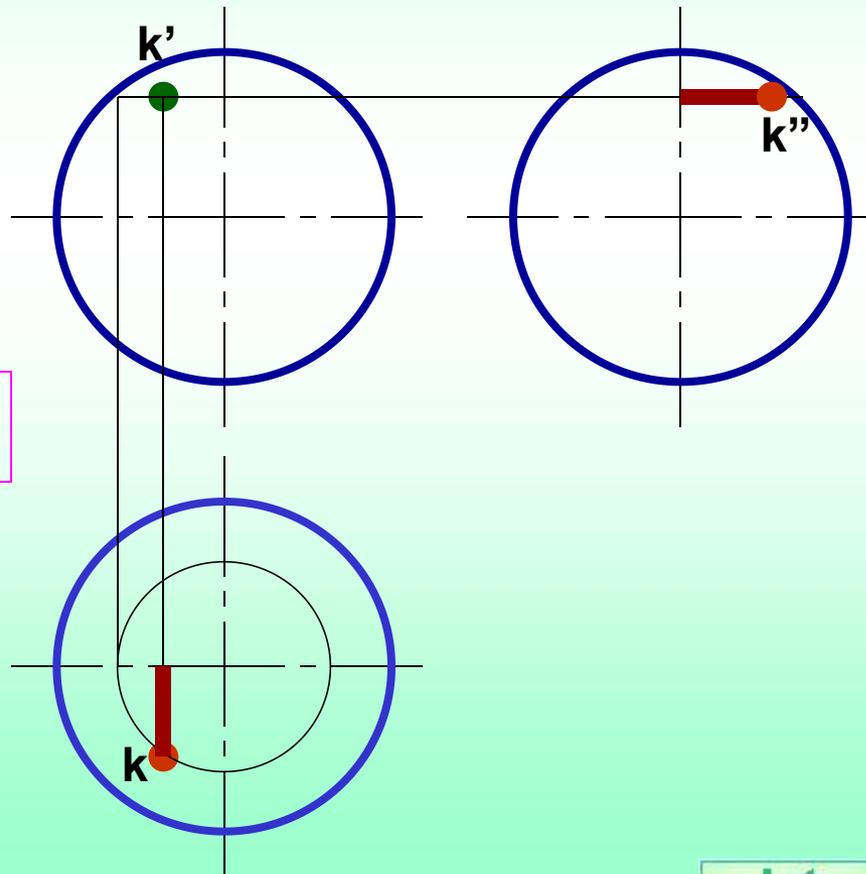
## (2) 圆球的三视图

三个投影分别为三个和圆球的直径相等的圆，它们分别是圆球三个方向转向轮廓线的投影。





### (3) 属于圆球表面的点



辅助圆法





## 4. 圆 环

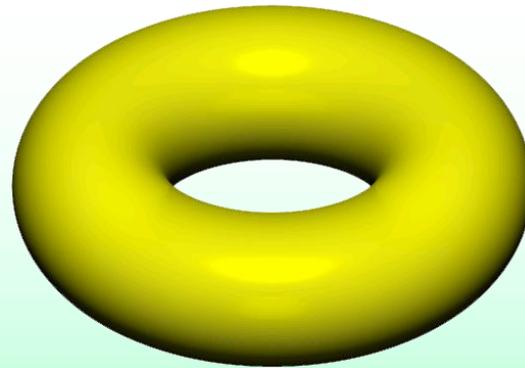
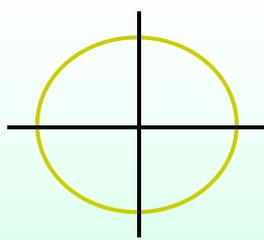
- (1) 圆环面的形成
- (2) 圆环的三视图
- (3) 属于圆环表面的点





## (1) 圆环面的形成

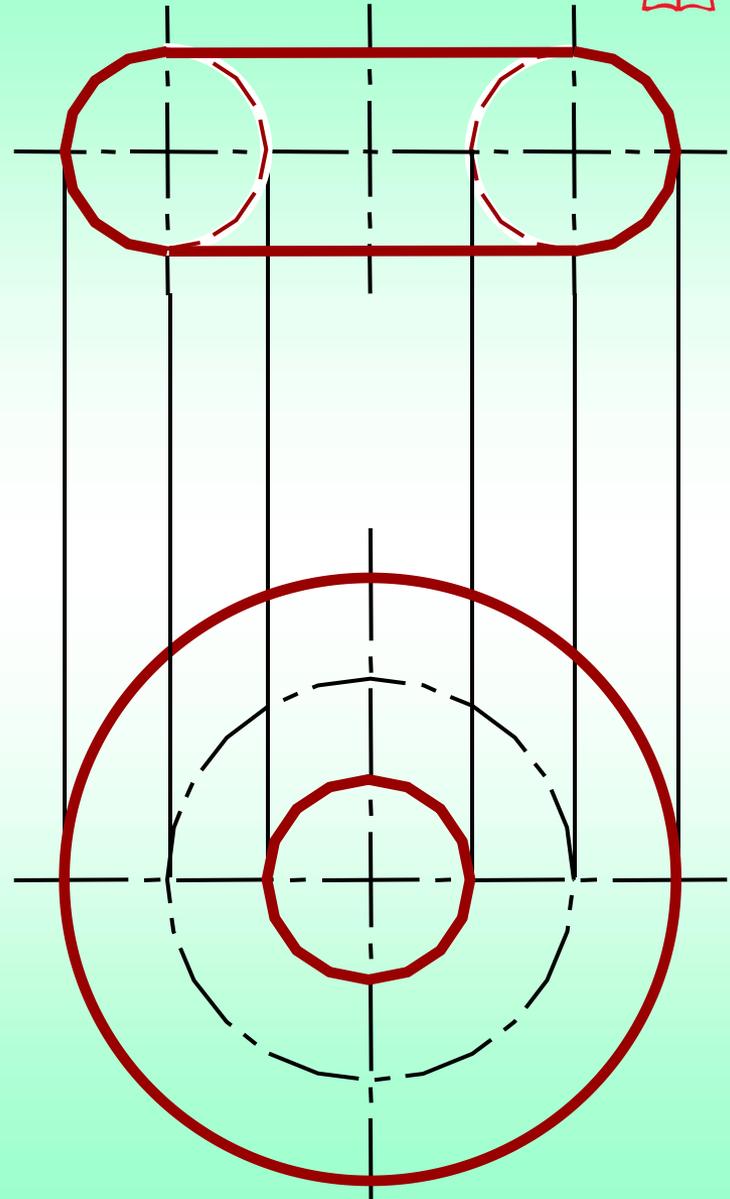
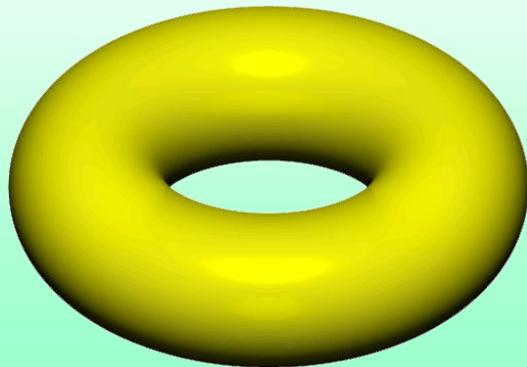
圆环可以看成是以圆为母线，绕与圆在同一平面内，但不通过圆心的轴线旋转而成。





## (2) 圆环的三视图

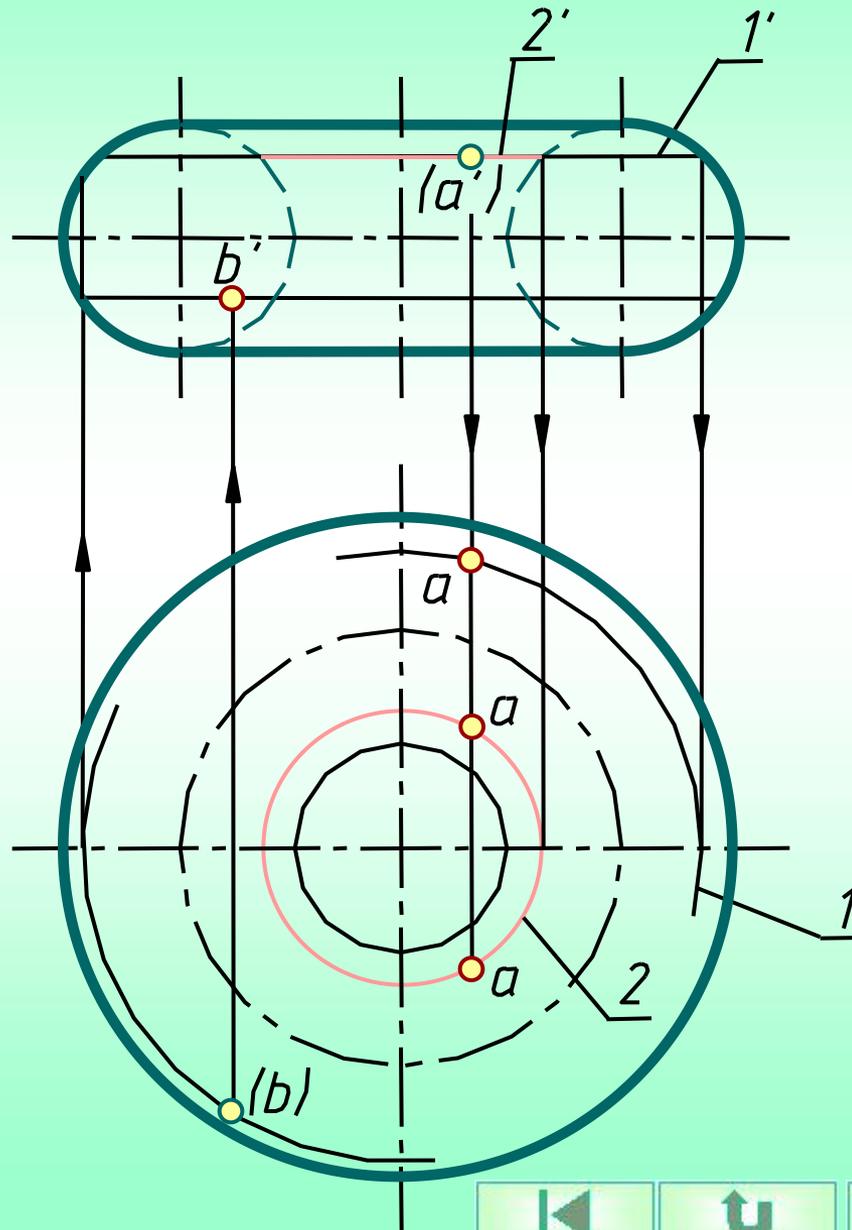
画轴线。  
画母线圆圆心轨迹。  
画母线圆。  
画转向线。  
判别可见性，图线加粗。





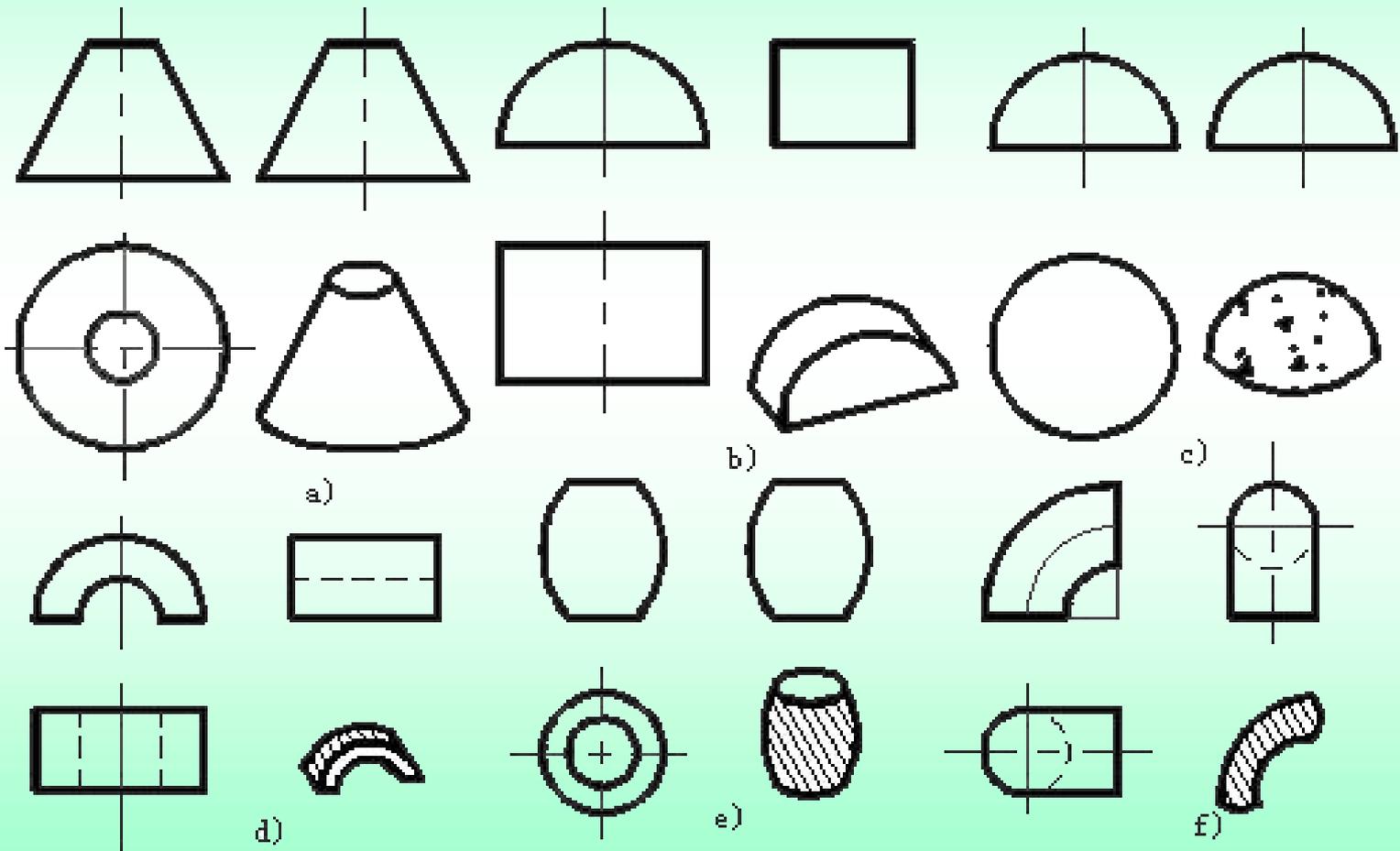
### (3) 属于圆环表面的点

已知圆环面上的点A、B的一个投影，求它们的另一个投影。





# 5. 不完整的回转体





## 三、线框的含义

(1) 一个封闭线框，表示物体的一个表面（平面或曲面）或孔、坑的投影；

(2) 投影图中相邻的两个封闭线框，通常表示物体上位置不同的两个面。

(3) 在一个大的封闭线框内所包含的各个小线框，一般表示是在大的平面体（或曲面体）上凸出或凹下的各个小平面体（或曲面体）。





## § 2-7 几何体的尺寸注法

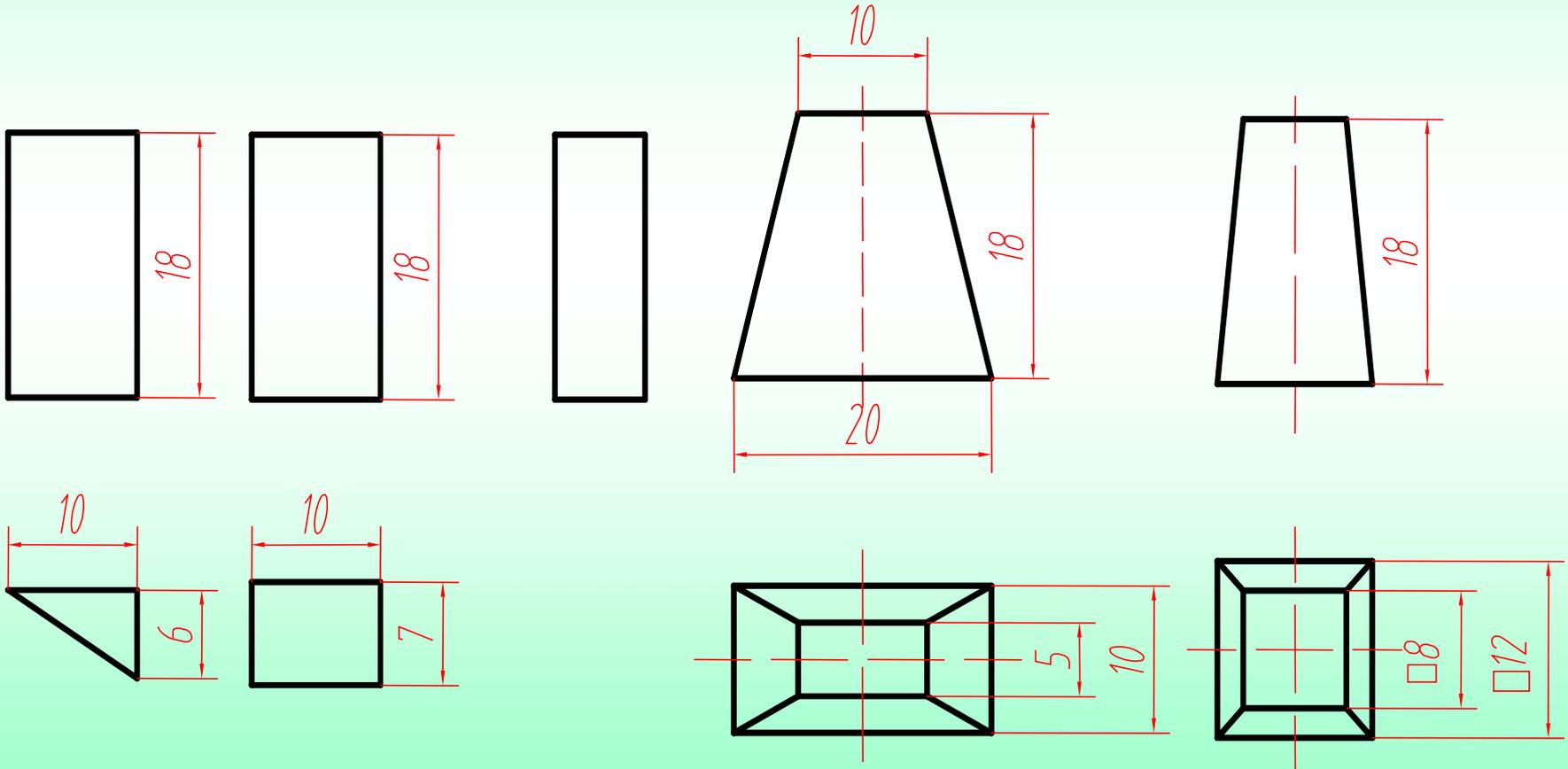
任何机器零件都是依据图样中的尺寸进行加工的。因此，图样中必须正确地注出尺寸。本节所研究的几何体和带切口的几何体的尺寸注法，是图样中标注尺寸的基础，初学者应给予充分重视。





# 几何体的尺寸标注

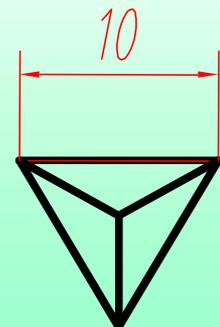
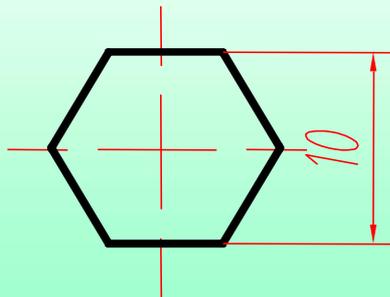
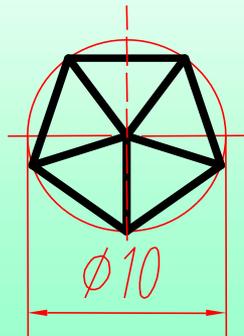
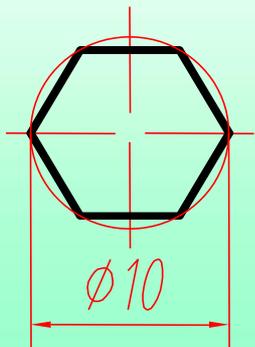
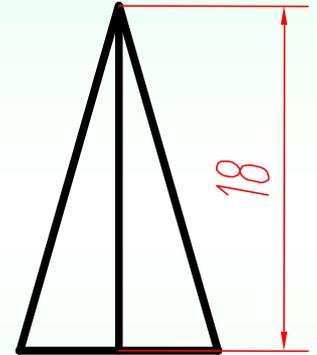
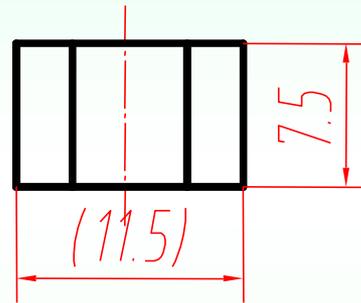
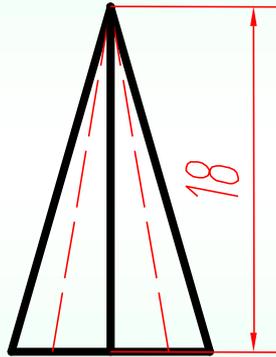
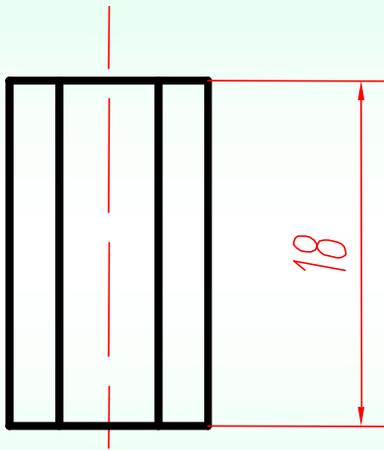
(1) 平面立体一般应标注长、宽、高三个方向的尺寸。





# 几何体的尺寸标注

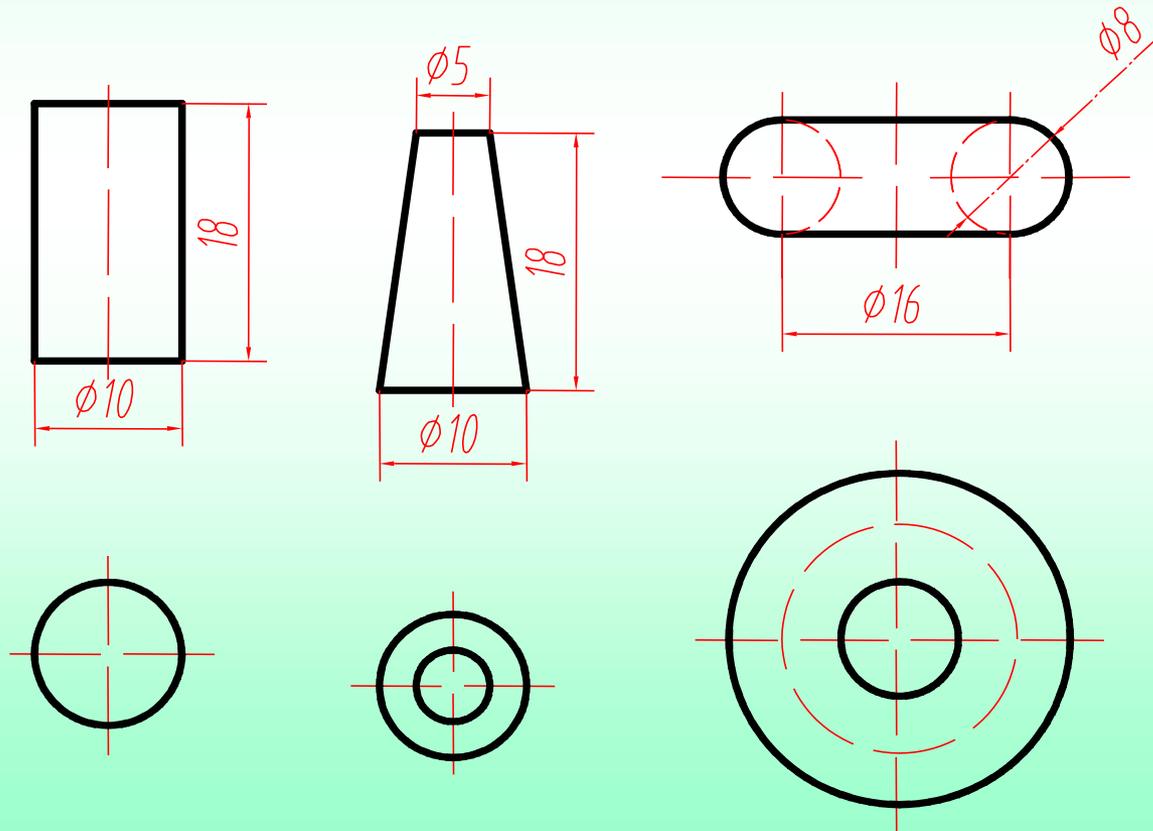
(2) 正棱柱和正棱锥，除标注高度尺寸外，一般应注出其底的外接圆直径。





# 几何体的尺寸标注

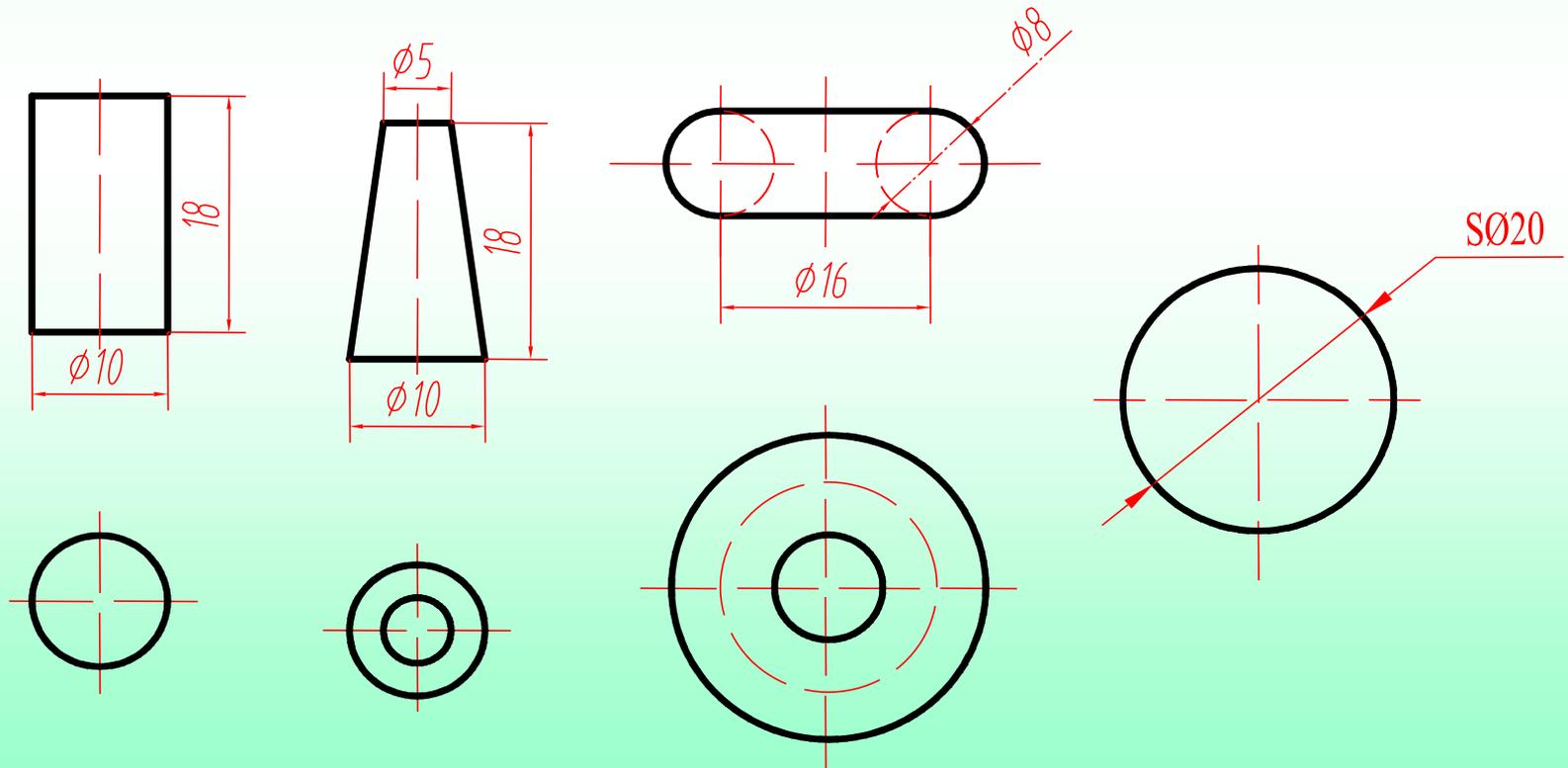
(3) 圆柱和圆台（或圆锥）应注出高和底圆直径；圆环应注出素线圆和中心圆直径。但也可根据需要注成其他形式。





# 几何体的尺寸标注

(4) 圆柱圆锥台（或圆锥）在直径尺寸前加注“ $\phi$ ”，圆球在直径尺寸前加注“ $S\phi$ ”，只用一个视图就可将其形状和大小表示清楚。





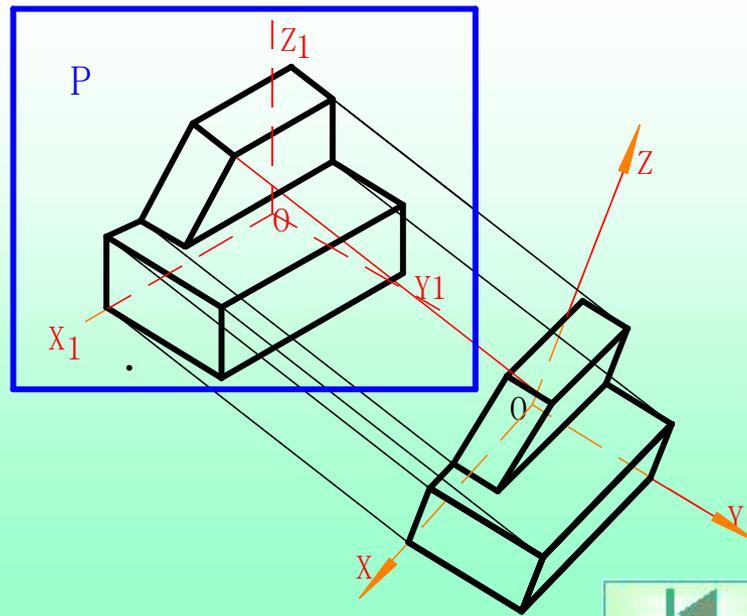
## § 2-8 几何体的轴测图

- 一、轴测图的基本知识
- 二、正等测
- 三、斜二测
- 四、轴测投影图的投影特性





- (1)轴测投影面：形成轴测图的单一投影面P称为轴测投影面。
- (2)轴测轴：坐标轴OX、OY、OZ在轴测投影面上的投影O<sub>1</sub>X<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>Y<sub>1</sub>、O<sub>1</sub>Z<sub>1</sub>称为轴测投影轴：简称轴测轴。
- (3)轴间角：每两根轴测轴之间的夹角 $\angle X_1O_1Y_1$ 、 $\angle X_1O_1Z_1$ 、 $\angle Y_1O_1Z_1$ ，称为轴间角。
- (4)轴向伸缩系数：直角坐标轴上单位长度的轴测投影长度与对应直角坐标轴上单位长度的比值，称为轴向伸缩系数，X、Y、Z方向的轴向伸缩系数分别用p、q、r表示。





# 轴测图的分类

## 1. 按形成方式不同分类：

①正轴测投影图：改变物体相对于投影面的位置，而投影方向仍垂直于投影面，所得轴测图称为正轴测投影图简称正轴测图。

②斜轴测投影图：另一种是改变投影方向使其倾斜于投影面，而不改变物体对投影面的相对位置，所得投影图为斜轴测投影图简称斜轴测图。

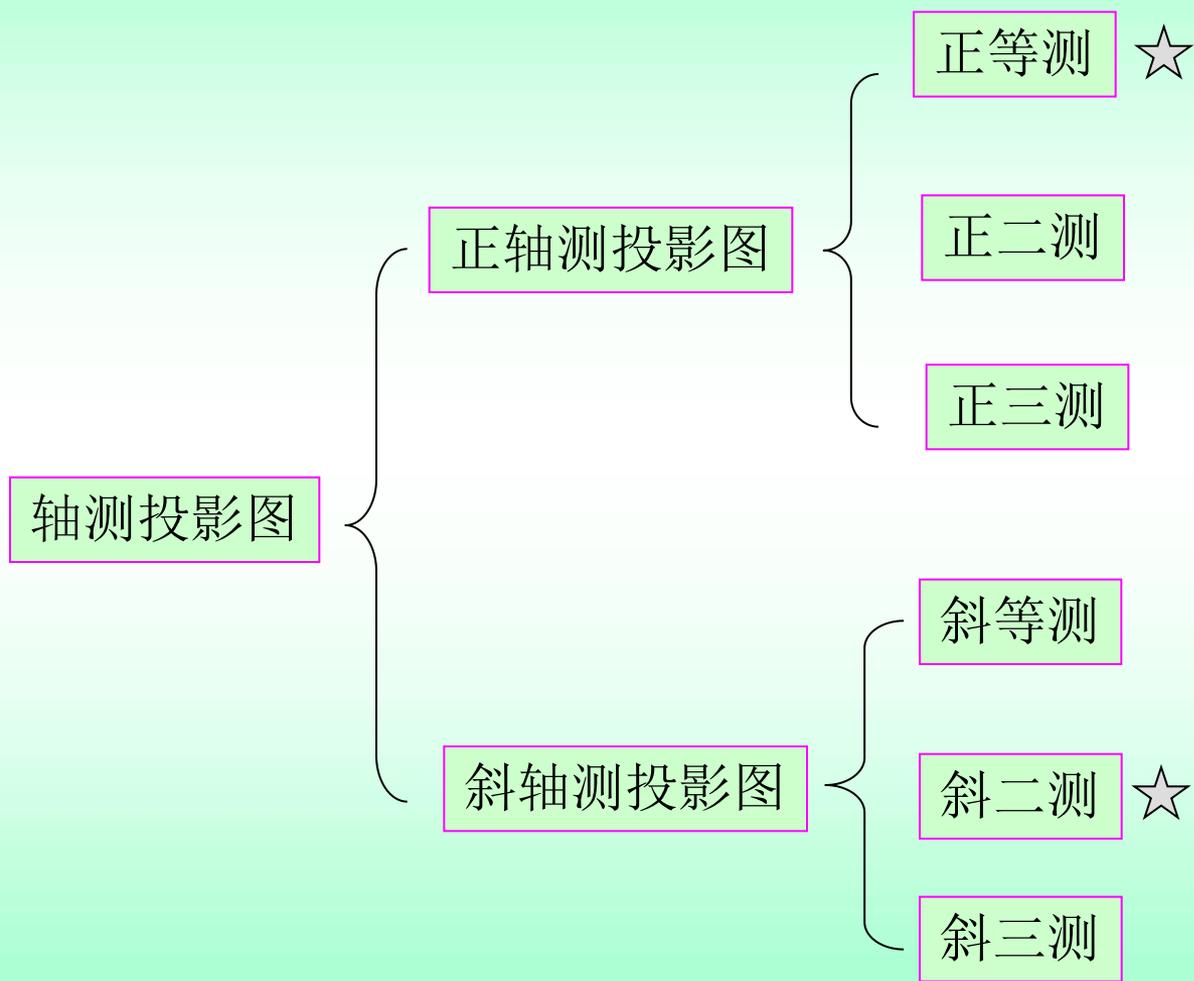
## 2. 根据轴向伸缩系数不同分类：

①等测轴测图：三个轴向伸缩系数均相等。

②二测轴测图：只有两个轴向伸缩系数相等。

③三测轴测图：三个轴向伸缩系数均不相等。



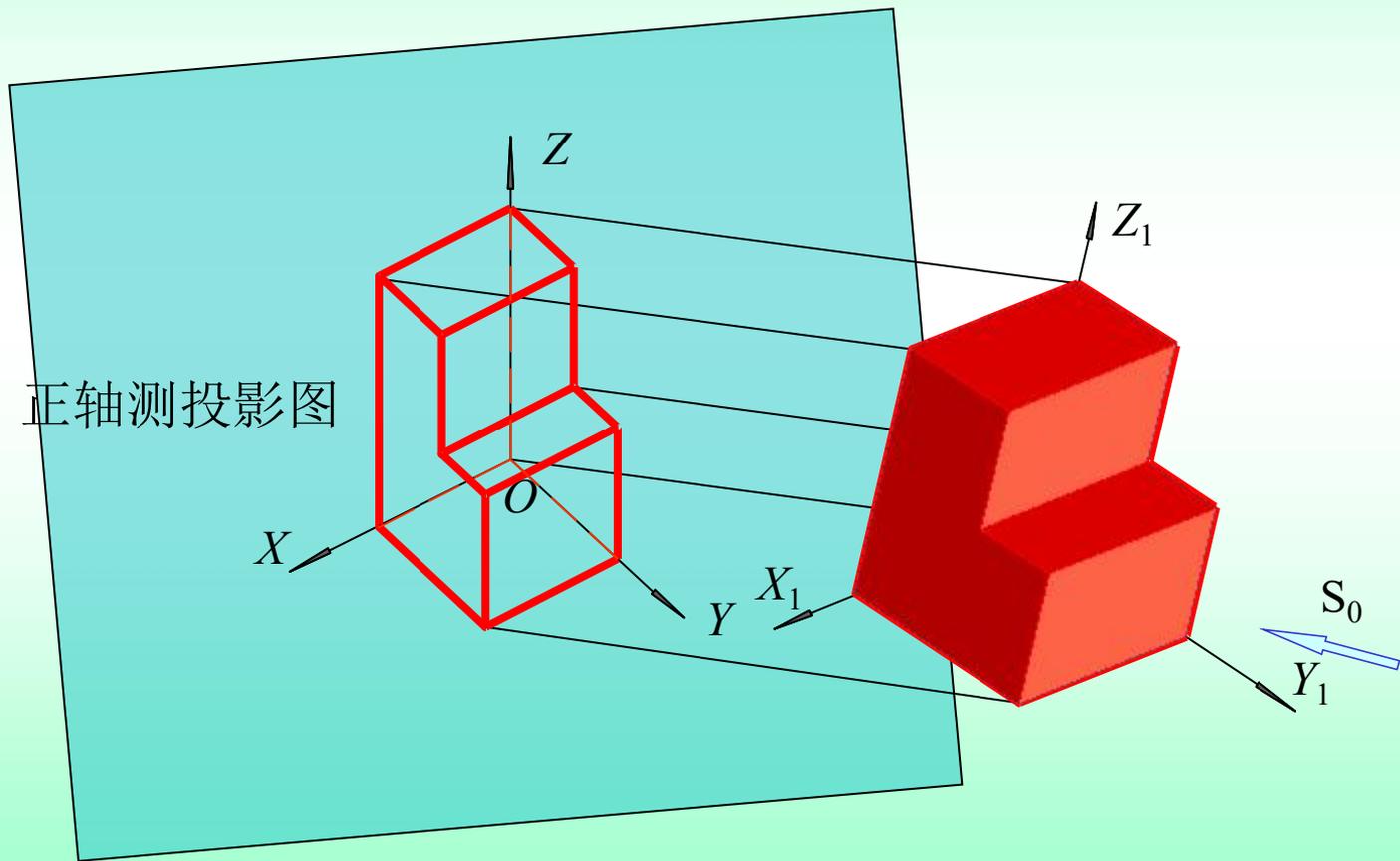


工程上使用较多的是正等测和斜二测，本章只介绍这两种轴测图的画法。



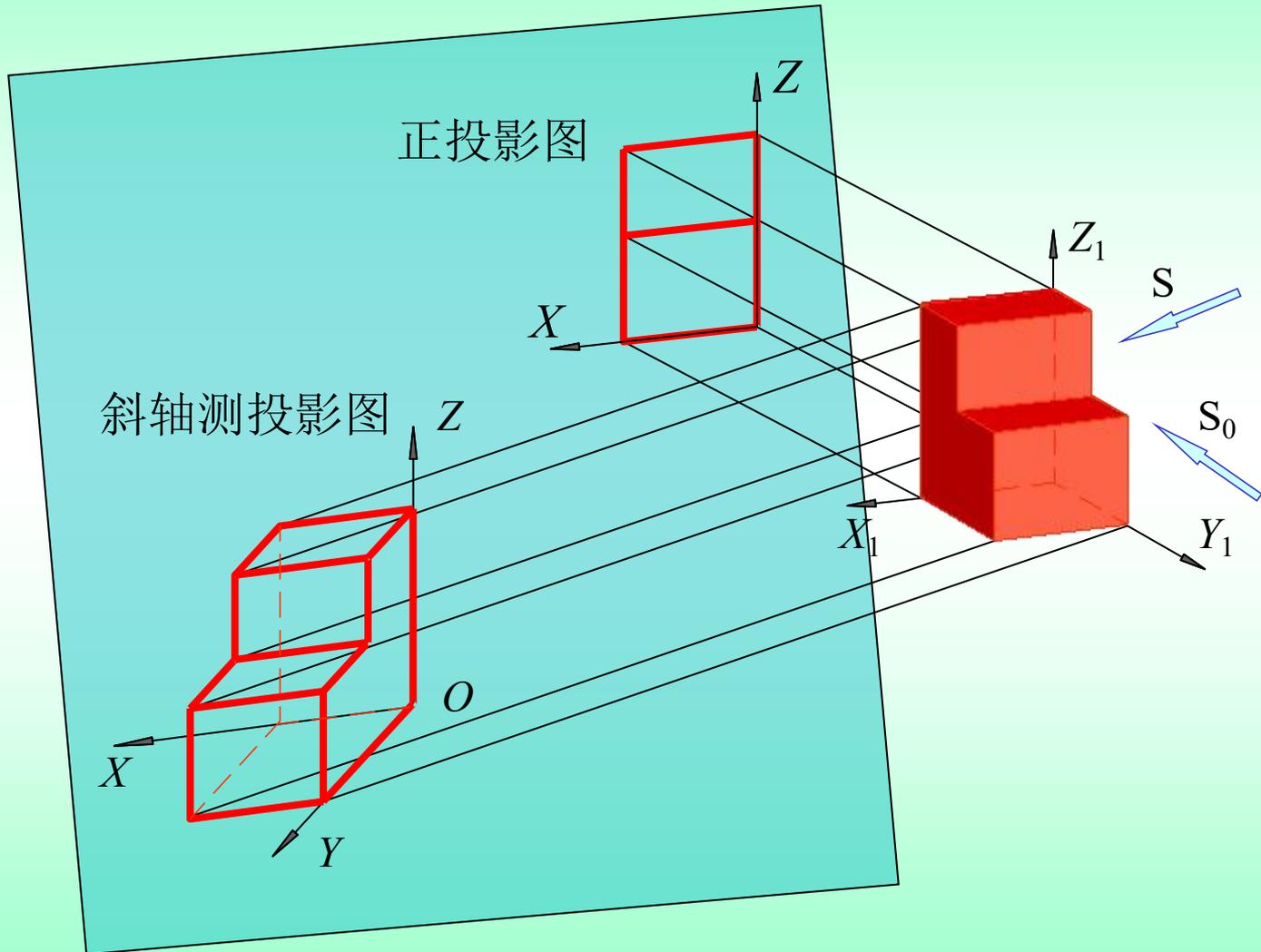


# ① 正轴测图的形成





## ② 斜轴测图的形成

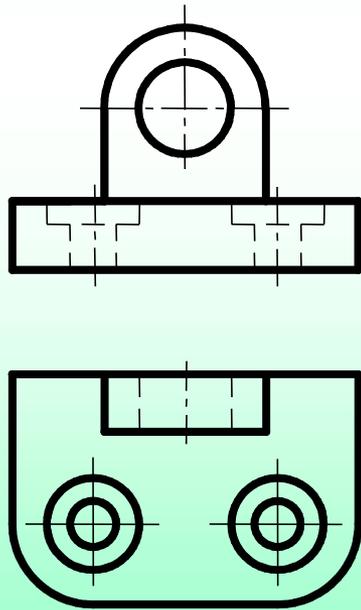




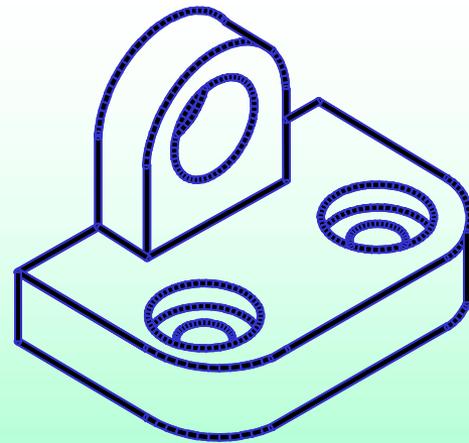
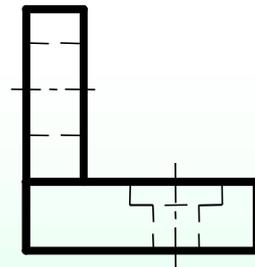
# 视图与轴测图的比较

三视图绘制的图样，它可以较完整地确切地表达出零件各部分的形状，且作图方便，但这种图样直观性差；轴测图能同时反映形体长、宽、高三个方向的形状，具有立体感强，形象直观的优点，但不能确切地表达零件原来的形状与大小，且作图较复杂，因而轴测图在工程上一般仅用作辅助图样。

1. 图形数量不同。
2. 轴的方向和轴间角不同。
3. 图的大小不同。
4. 线段平行关系相同。



(a) 正投影图



(b) 轴测图



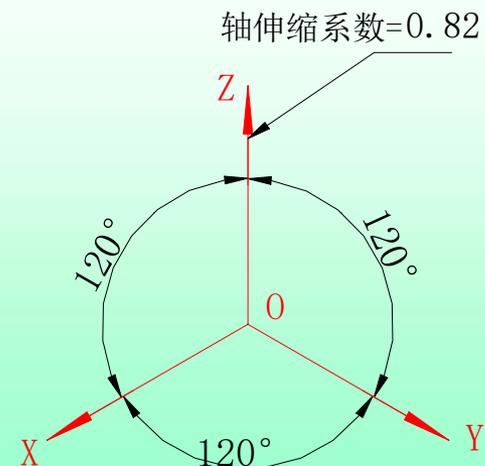


## 二、正等测

在正投影情况下，当 $p=q=r$ 时，三个坐标轴与轴测投影面的倾角都相等，均为 $35^{\circ}16'$ 。由几何关系可以证明，其轴间角均为 $120^{\circ}$ ，三个轴向伸缩系数均为： $p=q=r=\cos 35^{\circ}16' \approx 0.82$ 。

在实际画图时，为了作图方便，一般将 $O_1Z_1$ 轴取为铅垂位置，各轴向伸缩系数采用简化系数 $p=q=r=1$ 。这样，沿各轴向的长度都均被放大 $1/0.82 \approx 1.22$ 倍，轴测图也就比实际物体大，但对形状没有影响。

1. [平面立体的正等测图](#)
2. [曲面立体的正等测图](#)





# 1. 平面立体的正等测图画法

使用坐标法时，先在视图上选定一个合适的直角坐标系 $OXYZ$ 作为度量基准，然后根据物体上每一点的坐标，定出它的轴测投影。最后连线完成，即：先定点，后连线。

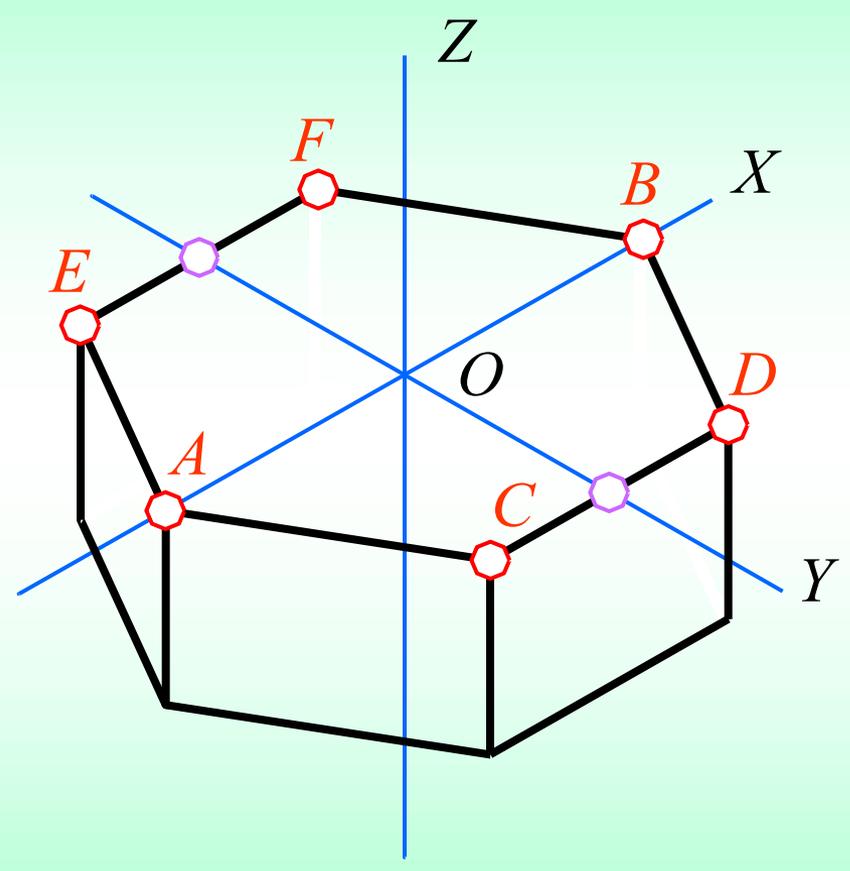
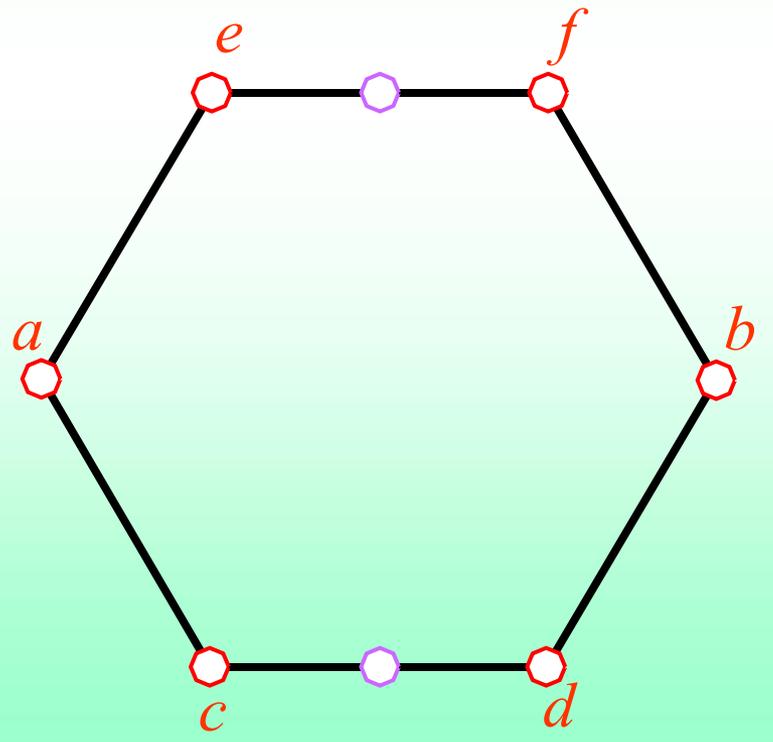
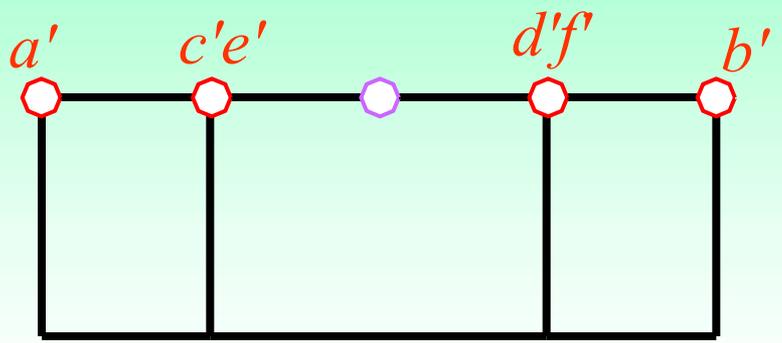




例：画出正六棱柱的正等测图。

在轴测图中，为了使画出的图形明显起见，通常不画出物体的不可见轮廓，上例中坐标系原点放在正六棱柱顶面有利于沿Z轴方向从上向下量取棱柱高度 $h$ ，避免画出多余作图线，使作图简化。







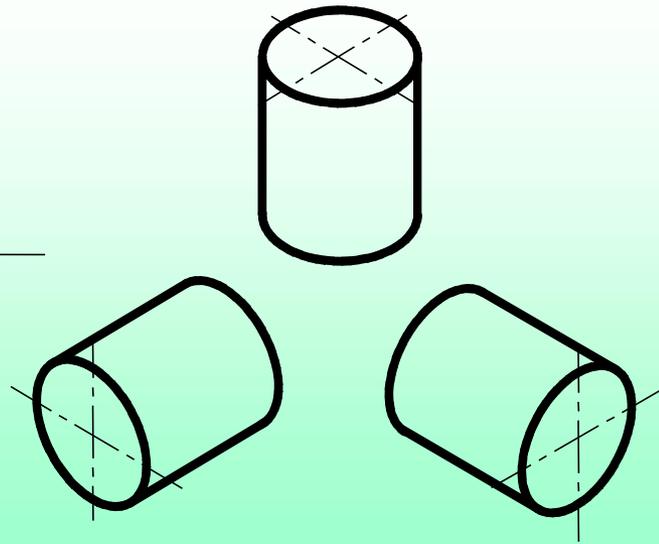
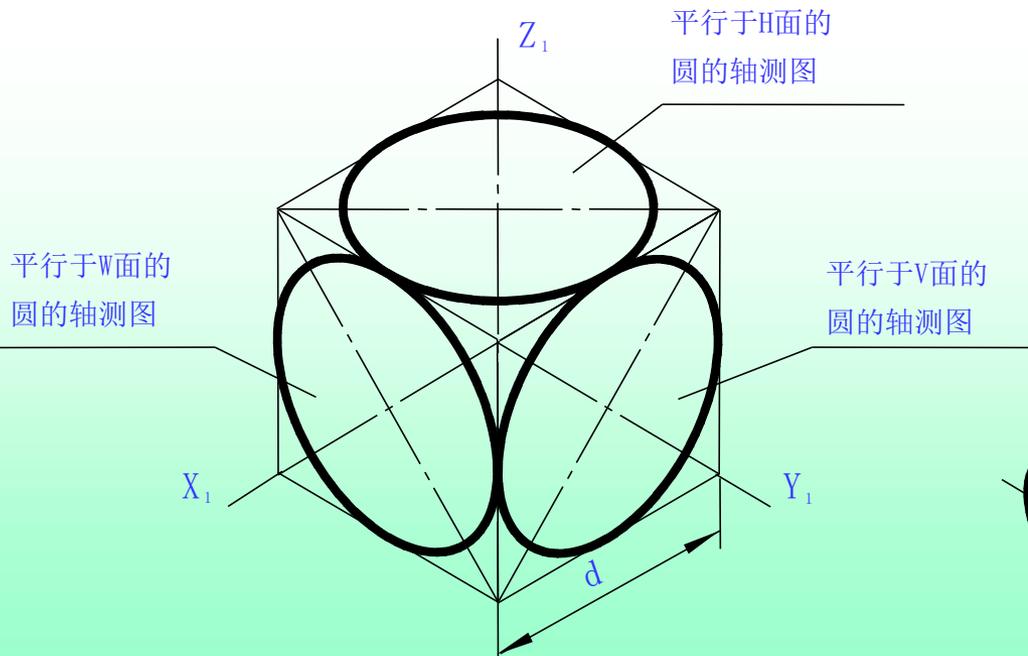
## 2. 曲面立体的正等测图

- ① 平行于坐标面圆的正等测图画法
- ② 圆角的正等测图画法
- ③ 圆柱的正等测图



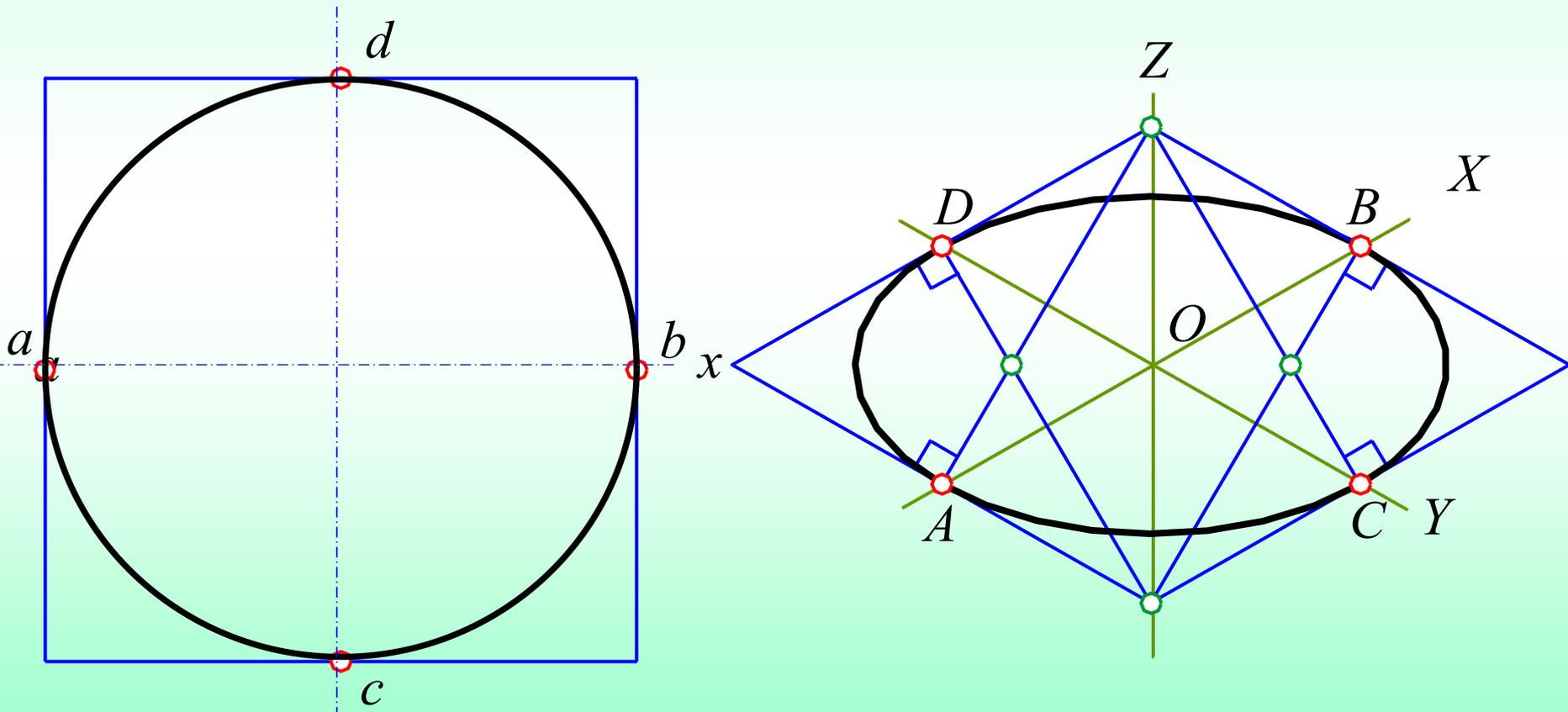
# ① 平行于坐标面圆的正等测图画法

常见的回转体有圆柱、圆锥、圆球、圆台等。在作回转体的轴测图时，首先要解决圆的轴测图画法问题。圆的正等测图是椭圆，三个坐标面或其平行面上的圆的正等测图是大小相等、形状相同的椭圆，只是长短轴方向不同，如图所示，其长轴的方向与和该坐标面垂直的轴测轴垂直，短轴方向与和该坐标面垂直的轴测轴平行。





在实际作图中，一般不要求准确地画出椭圆曲线，经常采用“菱形法”进行近似作图，将椭圆用四段圆弧连接而成。下面以水平面上圆的正等测图为例，说明“菱形法”近似作椭圆的方法。

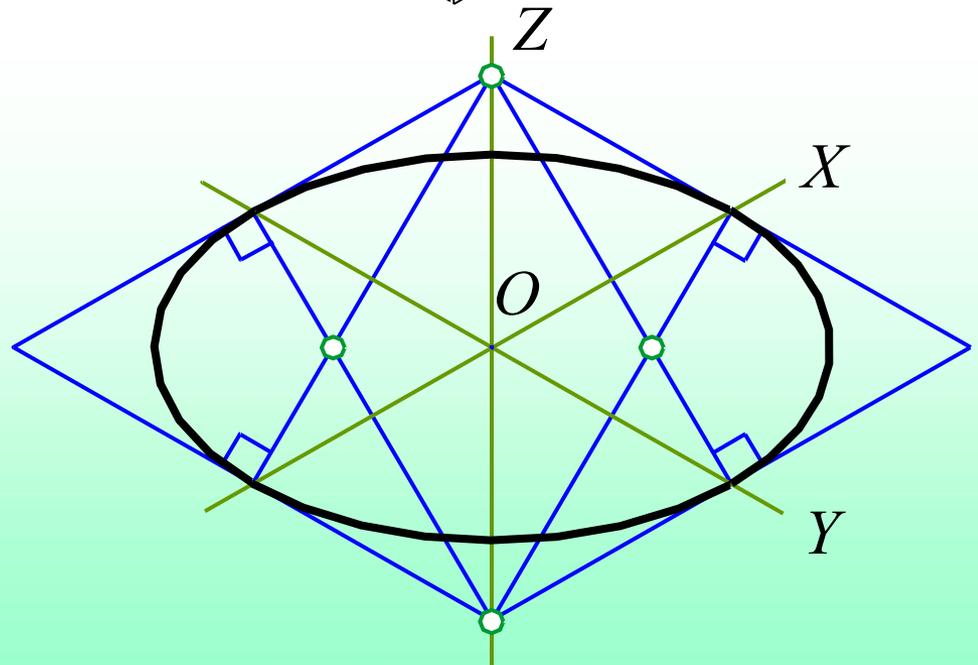
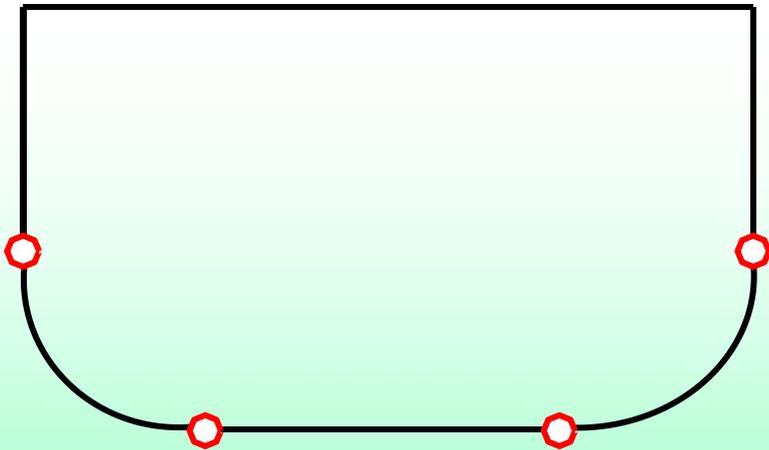
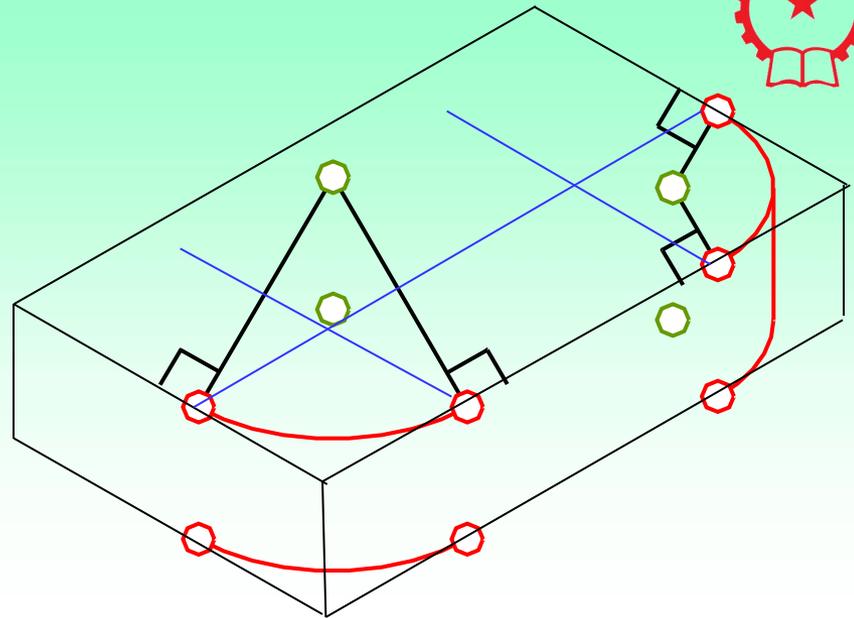




## ② 圆角的正等测图画法

在产品设计上，经常会遇到由四分之一圆柱面形成的圆角轮廓，画图时就需画出由四分之一圆周组成的圆弧，这些圆弧在轴测图上正好近似椭圆的四段圆弧中的一段。因此，这些圆角的画法可由菱形法画椭圆演变而来。如图所示，根据已知圆角半径 $R$ ，找出切点，过切点作切线的垂线，两垂线的交点即为圆心。以此圆心到切点的距离为半径画圆弧，即得圆角的正等轴测图。顶面画好后，采用移心法，即得下底面两圆弧的圆心。画弧后描深即完成全图。



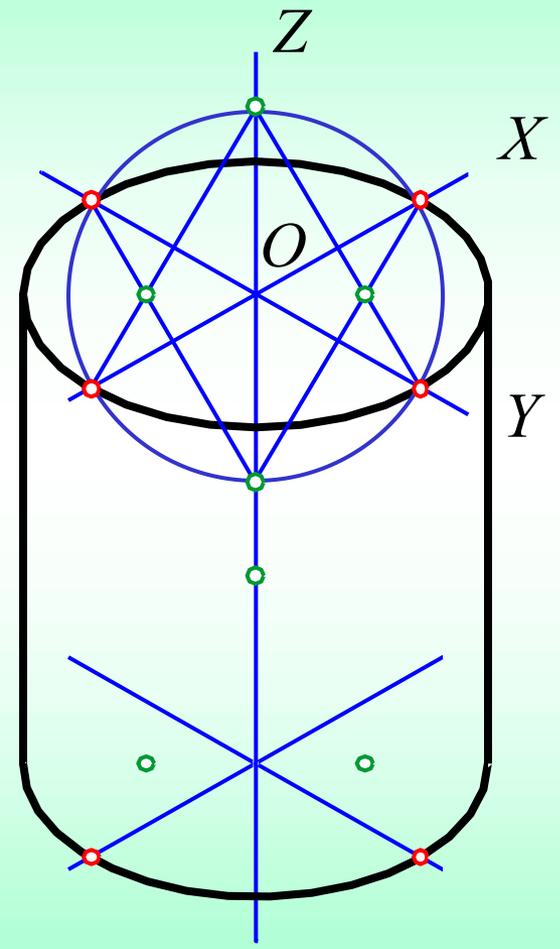
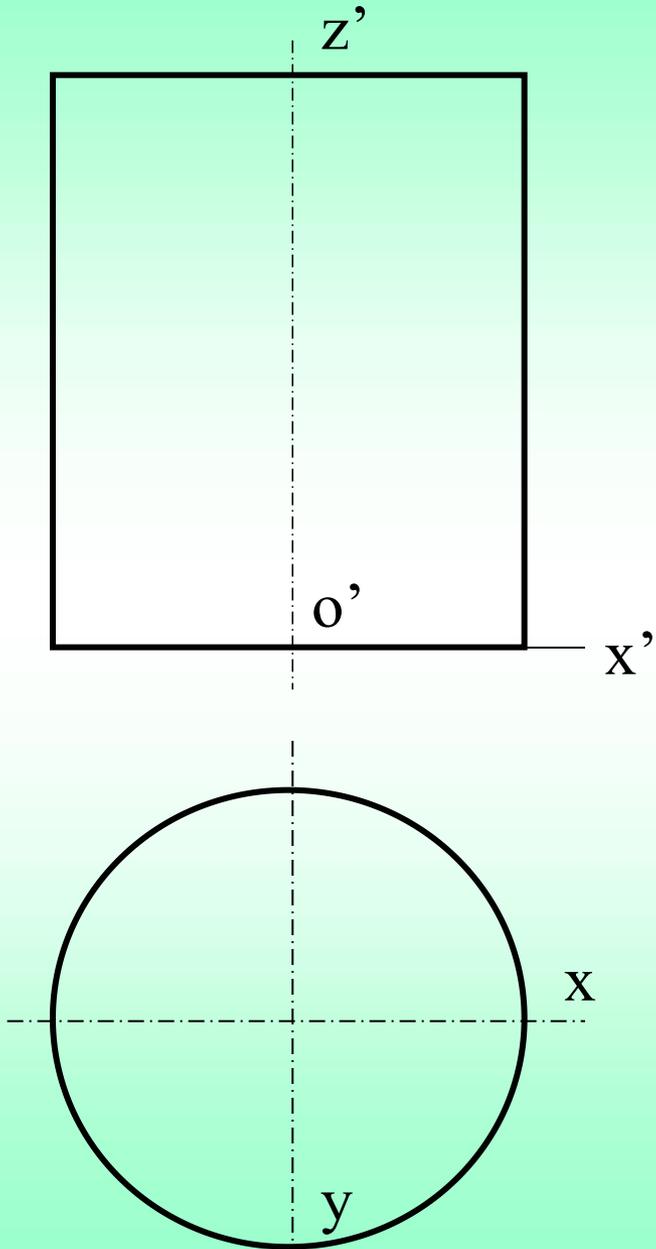




### ③ 圆柱的正等测图

先在给出的视图上定出坐标轴、原点的位置，并作圆的外切正方形；再画轴测轴及圆外切正方形的正等测图的菱形，用菱形法画顶面和底面上椭圆；然后作两椭圆的公切线；最后擦去多余作图线，描深后即完成全图。



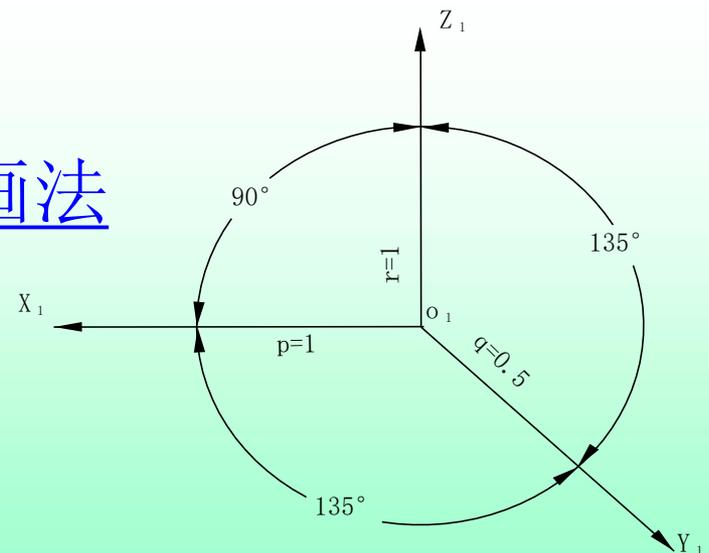




## 五、斜二测

在斜二测图中，轴测轴 $X_1$ 和 $Z_1$ 仍为水平方向和铅垂方向，即轴间角 $\angle X_1O_1Z_1=90^\circ$ ，物体上平行于坐标 $XOZ$ 的平面图形都能反映实形，轴向伸缩系数 $p=r=2q=1$ 。为了作图简便，并使斜二测图的立体感强，通常取轴间角 $\angle X_1O_1Y_1=\angle Y_1O_1Z_1=135^\circ$ 。这样使得轴测投影面平行的平面其轴测投影反映实形，因而它适合表达某一方向的复杂形状或只有一个方向有圆的物体。

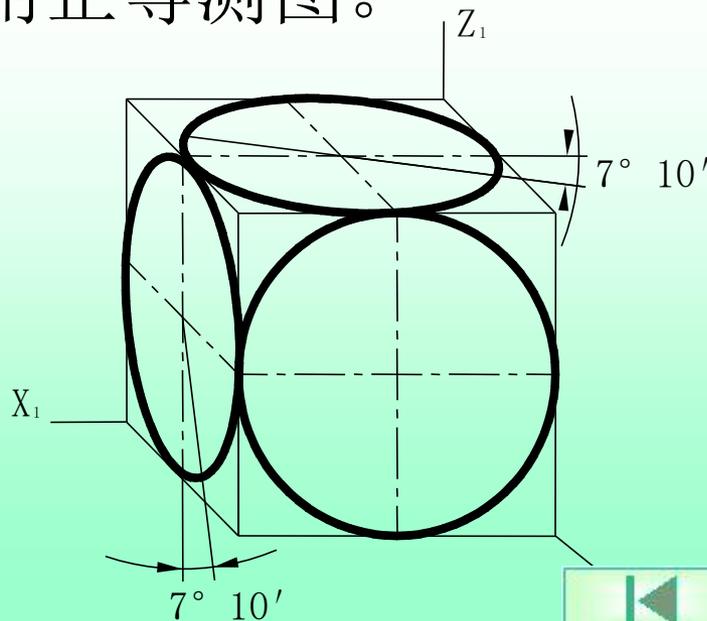
### 平行于坐标面圆的斜二测图画法



# 平行于坐标面圆的斜二测图画法



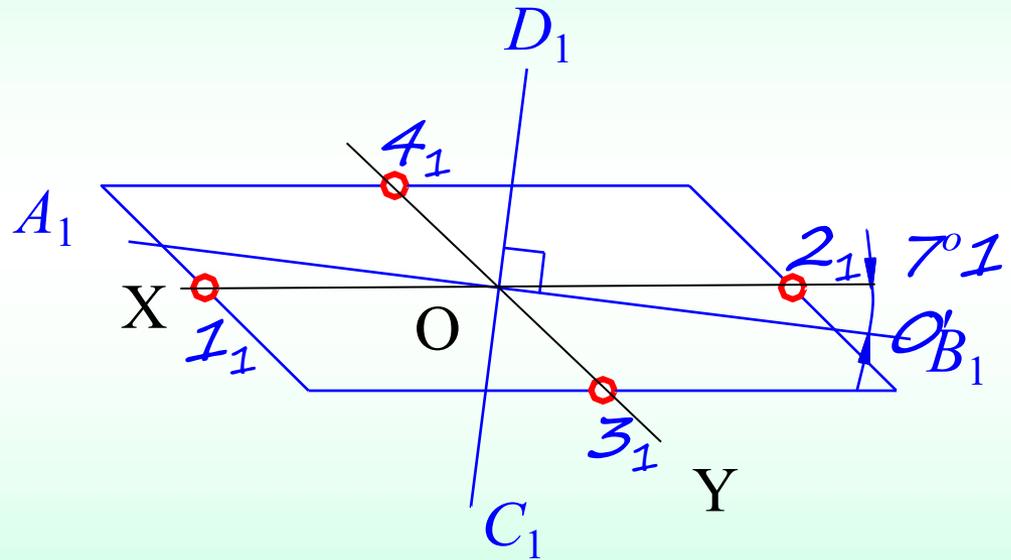
平行于 $X_1O_1Z_1$ 面上的圆的斜二测投影还是圆，大小不变。平行于 $X_1O_1Y_1$ 和 $Z_1O_1Y_1$ 面上的圆的斜二测投影都是椭圆，且形状相同，它们的长轴与圆所在坐标面上的一根轴测轴成 $7^\circ 9' 20''$ (可近似为 $7^\circ$ )的夹角。根据理论计算，椭圆长轴长度为 $1.06d$ ，短轴长度为 $0.33d$ 。所以当物体的某两个方向有圆时，一般不用斜二测图，而采用正等测图。





## 例：平行于 $XOY$ 平面的圆的斜二测近似画法

以圆心 $O$ 为坐标原点。  
作轴测轴 $OX$ 、 $OY$ 以及四边平行于坐标轴的圆的外切正方形的斜二测，四边的中点为 $1_1$ 、 $2_1$ 、 $3_1$ 、 $4_1$ 。  
再作 $A_1B_1$ 与 $OX$ 轴成 $7^\circ 10'$ ，即为长轴方向；作 $C_1D_1 \perp A_1B_1$ ，即为短轴方向。









## 四、轴测投影图的投影特性

1. 物体上互相平行的线在轴测图中也互相平行。
2. 与坐标轴平行的线段，其轴测图中投影必定与相应的轴测轴平行。并且同一轴向的轴向线，其伸缩系数是相等的。