



# 第9讲 光学系统的放大率



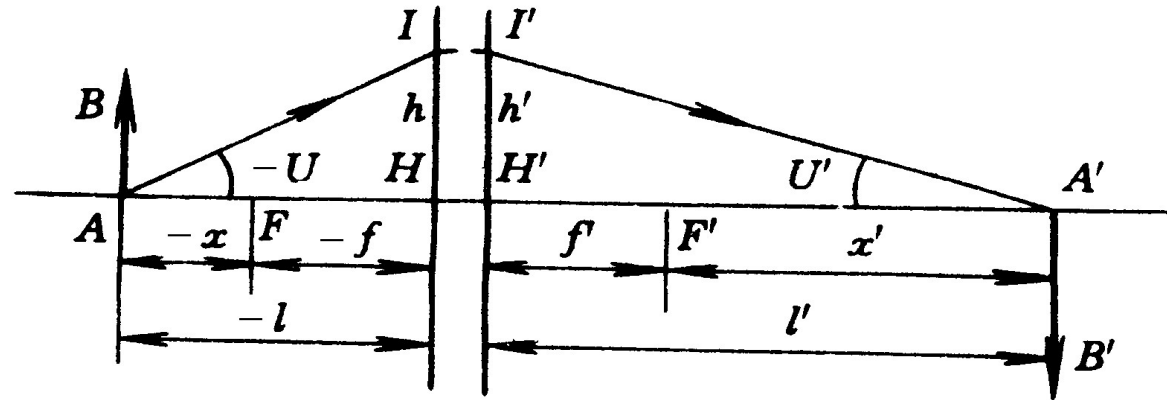
## 一. 垂轴放大率

垂轴放大率代表共轭面像高和物高之比

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{\text{像高}}{\text{物高}}$$

$$\beta = -\frac{fl'}{f'l}$$

$$\beta = \frac{y'}{y} = -\frac{f}{x} = -\frac{x'}{f'}$$





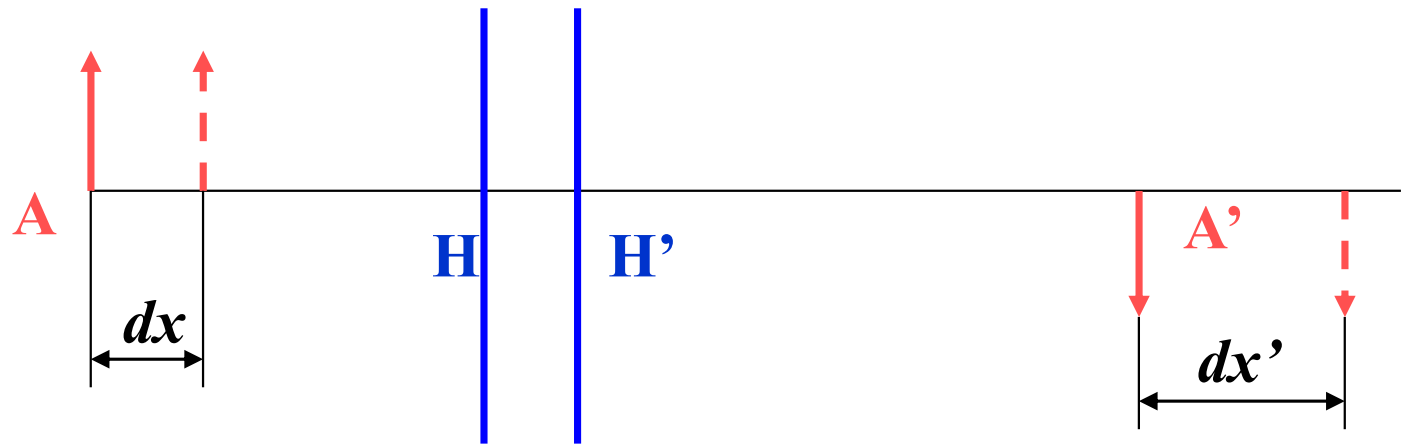
- ◆ 垂轴放大率与物距和像距有关，当物像共轭面确定，垂轴放大率就确定了。
- ◆ 若 $\beta > 0$ ， $y'$ 与 $y$ 同号，成正像  
 $l'$ 与 $l$ 同号，物像虚实相反  
若 $\beta < 0$ ， $y'$ 与 $y$ 反号，成倒像  
 $l'$ 与 $l$ 反号，物像虚实相同
- ◆  $|\beta| > 1$ ， $|y'| > |y|$ ，成放大的像  
 $|\beta| < 1$ ， $|y'| < |y|$ ，成缩小的像



## 二． 轴向放大率

当物平面沿着光轴移动微小的距离 $dx$ 时，像平面相应地移动距离 $dx'$ ，比例  $\frac{dx'}{dx}$  称为光学系统的轴向放大率，用  $\alpha$  表示。

$$\alpha = \frac{dx'}{dx}$$



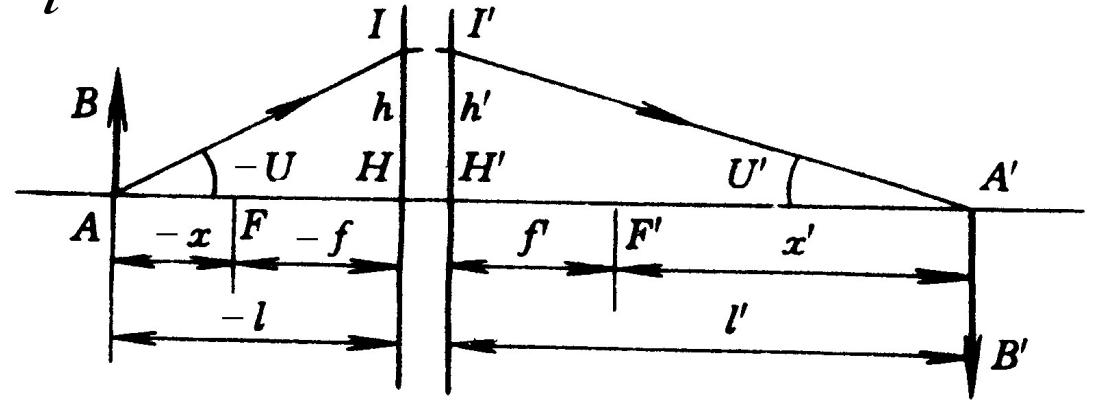


## (1) 高斯公式

根据公式  $\frac{f'}{l'} + \frac{f}{l} = 1$

$$-\frac{f'}{l'^2} dl' - \frac{f}{l^2} dl = 0$$

$$\alpha = \frac{dx'}{dx} = \frac{dl'}{dl} = -\frac{fl'^2}{f'l^2}$$





## (2) 牛顿公式

根据公式  $xx' = ff'$

$$xdx' + x'dx = 0$$

$$\alpha = \frac{dx'}{dx} = -\frac{x'}{x}$$



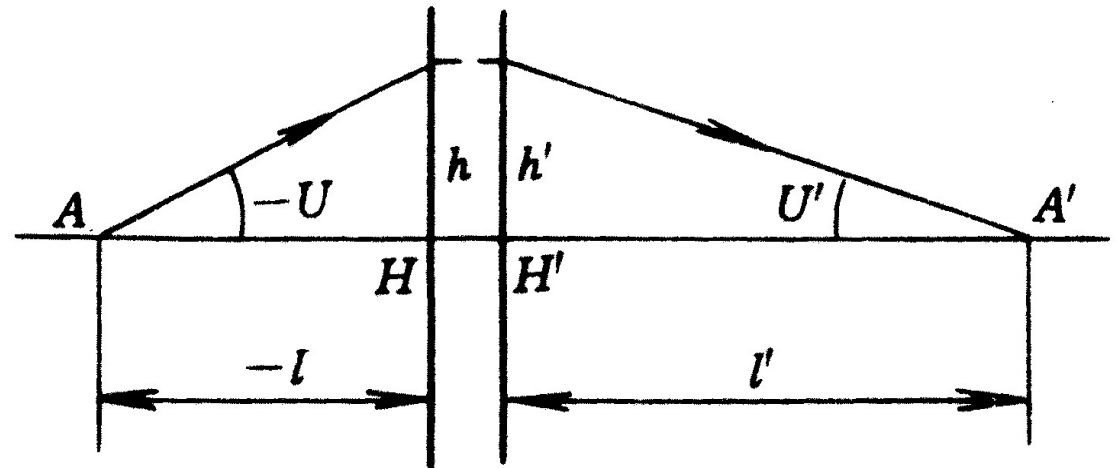
### 三 角放大率

角放大率是共轭面上的轴上点A发出的光线通过光学系统后，与光轴的夹角 $U'$ 的正切和对应的入射光线与光轴所成的夹角 $U$ 的正切之比

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg} U'}{\operatorname{tg} U}$$

对近轴光线来说， $U$ 和 $U'$ 趋近于零，角放大率公式

$$\gamma = \frac{u'}{u}$$



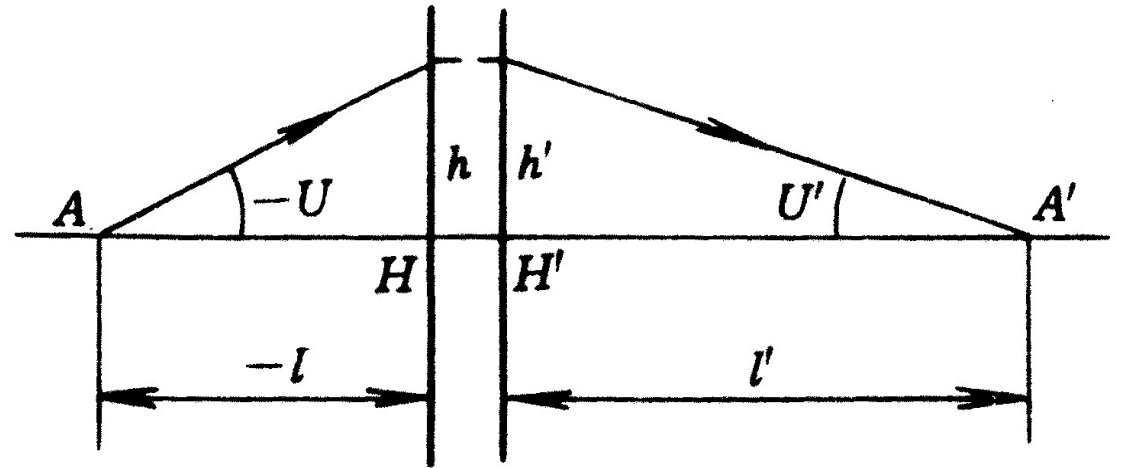


## (1) 高斯公式

$$\operatorname{tg} U = \frac{h}{l} \quad \operatorname{tg} U' = \frac{h'}{l'}$$

代入角放大率定义式，得

$$\gamma = \frac{\operatorname{tg} U'}{\operatorname{tg} U} = \frac{l}{l'}$$



角放大率只和  $l$ 、 $l'$  有关。因此，其大小仅取决于共轭面的位置，而与光线的会聚角无关，所以它与近轴光线的角放大率相同。





## (2) 牛顿公式

因为

$$\beta = -\frac{fl'}{f'l} = -\frac{f}{f'} \frac{1}{\gamma}$$

由此得到

$$\gamma = -\frac{f}{f'} \frac{1}{\beta}$$

进而有

$$\gamma = \frac{x}{f'} = \frac{f}{x'}$$



#### 四. 三种放大率的关系

由于  $\alpha = -\frac{fl'^2}{f'l^2}$  ,  $\gamma = \frac{l}{l'}$

所以  $\alpha = -\frac{f}{f'} \cdot \frac{1}{\gamma^2}$

同时  $\beta = -\frac{fl'}{f'l} = -\frac{f}{f'} \frac{1}{\gamma}$

比较, 得  $\alpha = \frac{\beta}{\gamma}$

$$\beta = \alpha \cdot \gamma$$