



# 第7讲 空间物体成像的清晰程度 ——景深

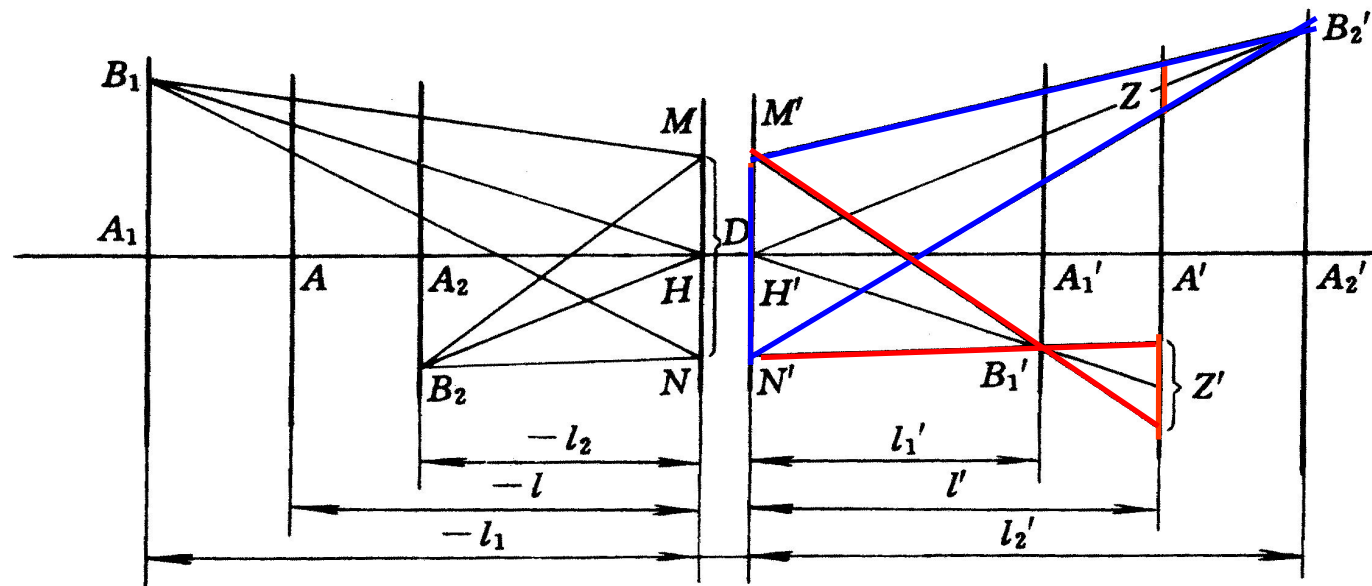








## 二、公式推导



$$\frac{Z'}{D} = \frac{l' - l_1'}{l_1'}$$

$$\frac{Z'}{D} = \frac{l_2' - l'}{l_2'}$$



$$\frac{Z'}{D} = \frac{l' - l_1'}{l_1'} \longrightarrow l_1$$

由  $\frac{1}{l'} - \frac{1}{l} = \frac{1}{f'}$        $\frac{1}{l_1'} - \frac{1}{l_1} = \frac{1}{f'}$

两式相减并通分，得  $\frac{l_1' - l'}{l_1' l'} = \left( \frac{1}{l} - \frac{1}{l_1} \right)$

或者  $l' - l_1' = \left( \frac{1}{l} - \frac{1}{l_1} \right) l_1' l'$

代入  $\frac{Z'}{D}$  的表达式，得

$$\frac{Z'}{D} = \left( \frac{1}{l_1} - \frac{1}{l} \right) l'$$



$$\frac{Z'}{D} = \left(\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l}\right)l'$$

由上式求解  $\frac{1}{l_1}$ ，并将  $\frac{1}{l'}$  用  $\frac{1}{l} + \frac{1}{f'}$  代替得  $\frac{1}{l_1} = \frac{1}{l} + \frac{Z'}{D} \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{f'}\right)$  ——远景平面

同理， $\frac{1}{l_2} = \frac{1}{l} - \frac{Z'}{D} \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{f'}\right)$  ——近景平面

两式相减， $\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l_2} = \frac{2Z'}{D} \left(\frac{1}{l} + \frac{1}{f'}\right)$  ——景深



### 三、性质

$$\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l_2} = \frac{2Z'}{D} \left( \frac{1}{l} + \frac{1}{f'} \right)$$

- 1、容许的光斑直径越大，景深越大；
- 2、照相物镜的相对孔径与焦距和景深的关系：

$$\frac{1}{l_1} - \frac{1}{l_2} \approx \frac{2Z'}{D} \frac{1}{f'} = \frac{2Z'}{\left( \frac{D}{f'} \right) f'^2}$$

景深与相对孔径成反比。





1:2.8



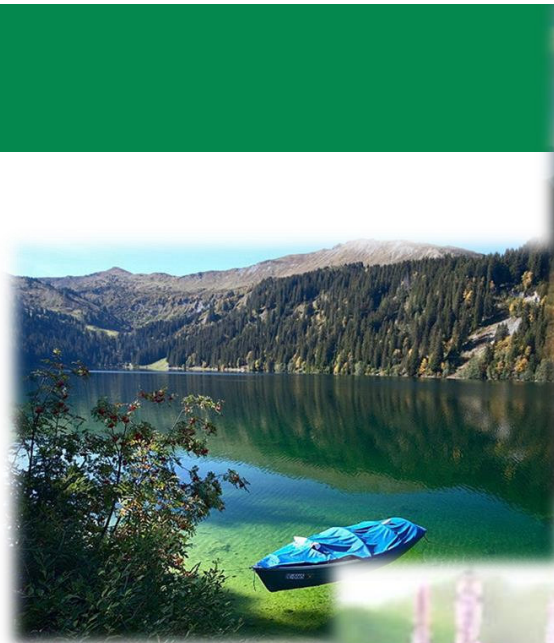
1:8



1:16

不同相对孔径的效果

**大景深：**如需要拍远景，应选择：  
短焦距  
小相对孔径  
对准距离远



**小景深：**如需要拍特写，应选择：  
长焦距  
大相对孔径  
对准距离近





**应用：**若要求最远的清晰范围直到无限远，确定基准物平面、近景平面位置和总成像深度

将  $l_1 = -\infty$  代入  $\frac{1}{l_1} = \frac{1}{l} + \frac{Z'}{D}(\frac{1}{l} + \frac{1}{f'})$ , 用  $l_\infty$  表示  $l$ , 得

$$\frac{1}{l_\infty} = -\frac{Z'}{Df'} \frac{1}{1 + \frac{Z'}{D}}$$

最近的清晰物平面位置用  $l_{2\infty}$  表示，即  $l_2 = l_{2\infty}$

代入  $\frac{1}{l_2} = \frac{1}{l} - \frac{Z'}{D}(\frac{1}{l} + \frac{1}{f'})$ , 得

$$\frac{1}{l_{2\infty}} = -\frac{2Z'}{Df'} \frac{1}{1 + \frac{Z'}{D}} = \frac{2}{l_\infty}$$

由无限远到  $l_{2\infty}$  即为总的成像深度。