

第四节

光学系统的光阑

一、光阑的分类

1. 孔径光阑 (有效光阑):

限制轴上物点成像光束立体角的光阑决定光轴上点发出的平面光束的孔径角。

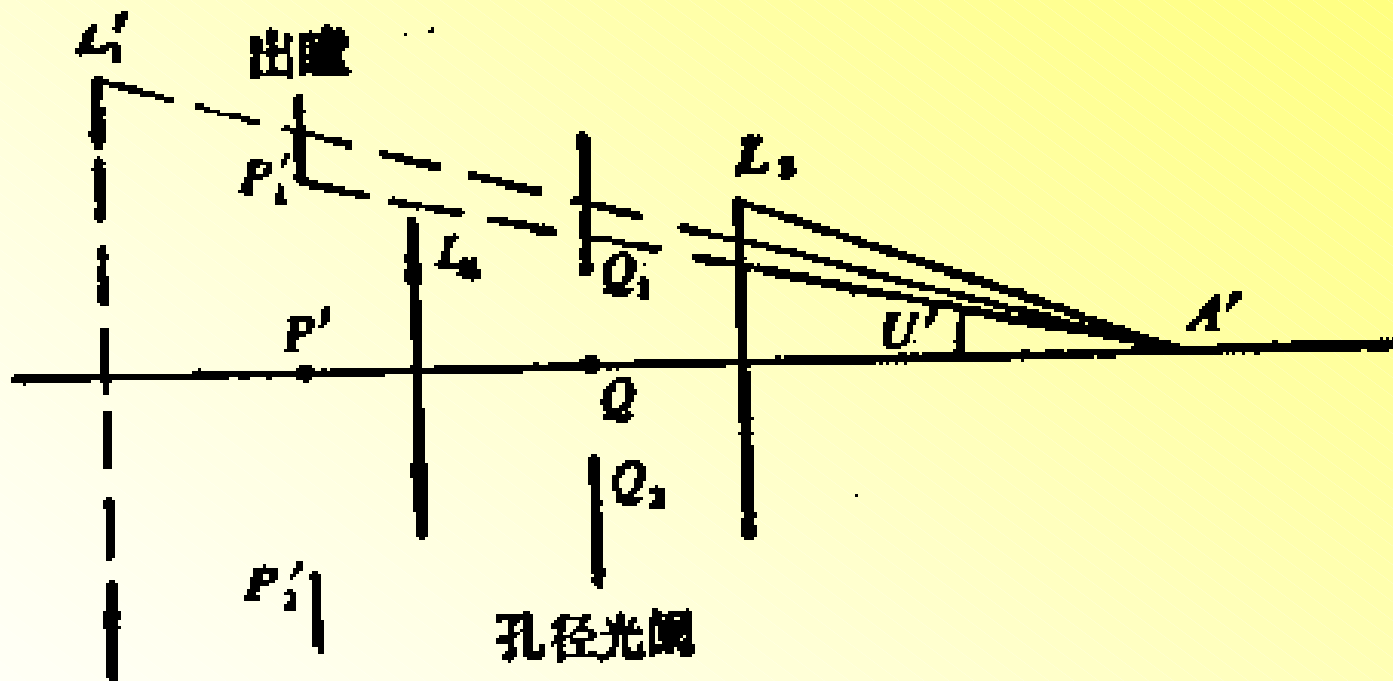
2. 视场光阑:

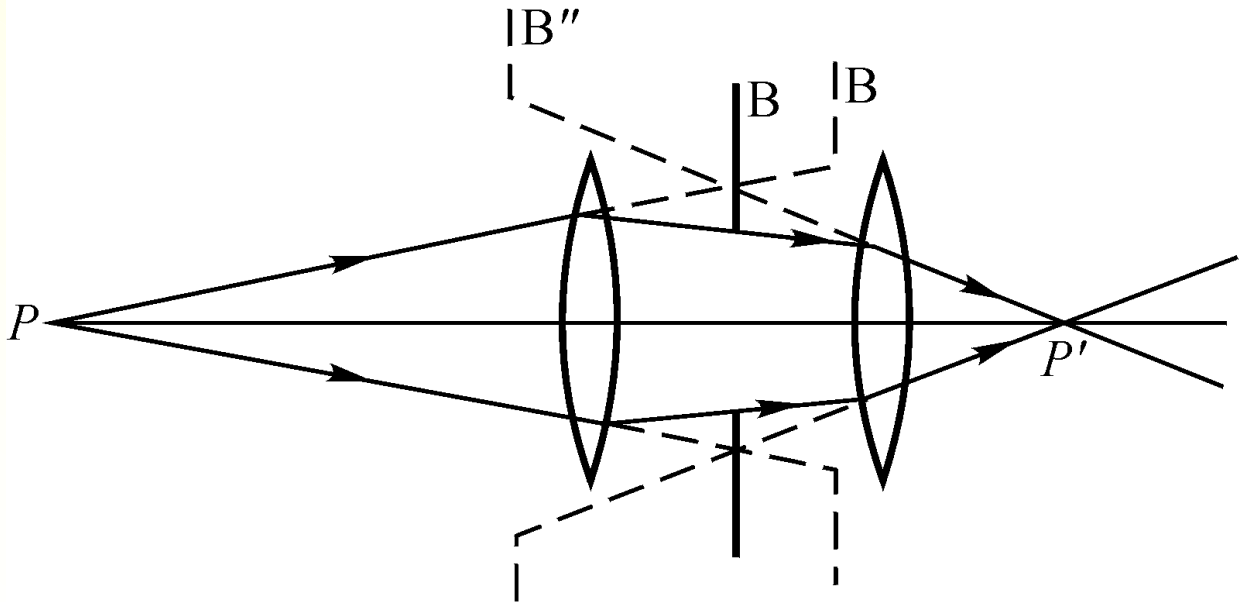
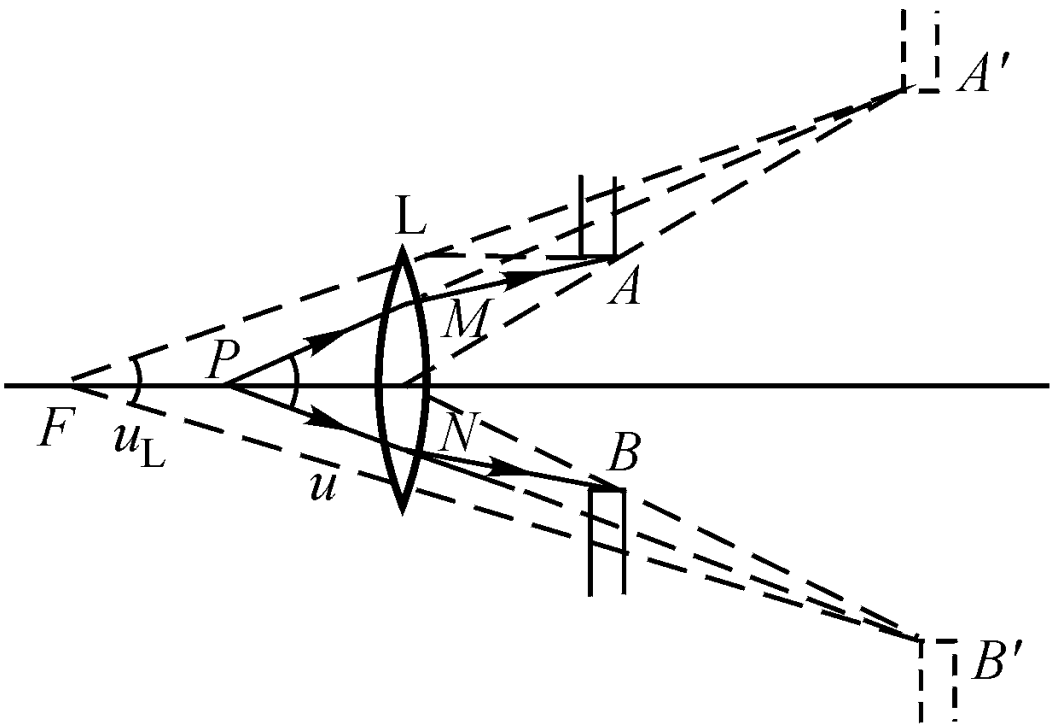
安置在物平面或象平面上限制成像范围的光阑。

3. 消杂光光阑:

拦截部分杂光的光阑

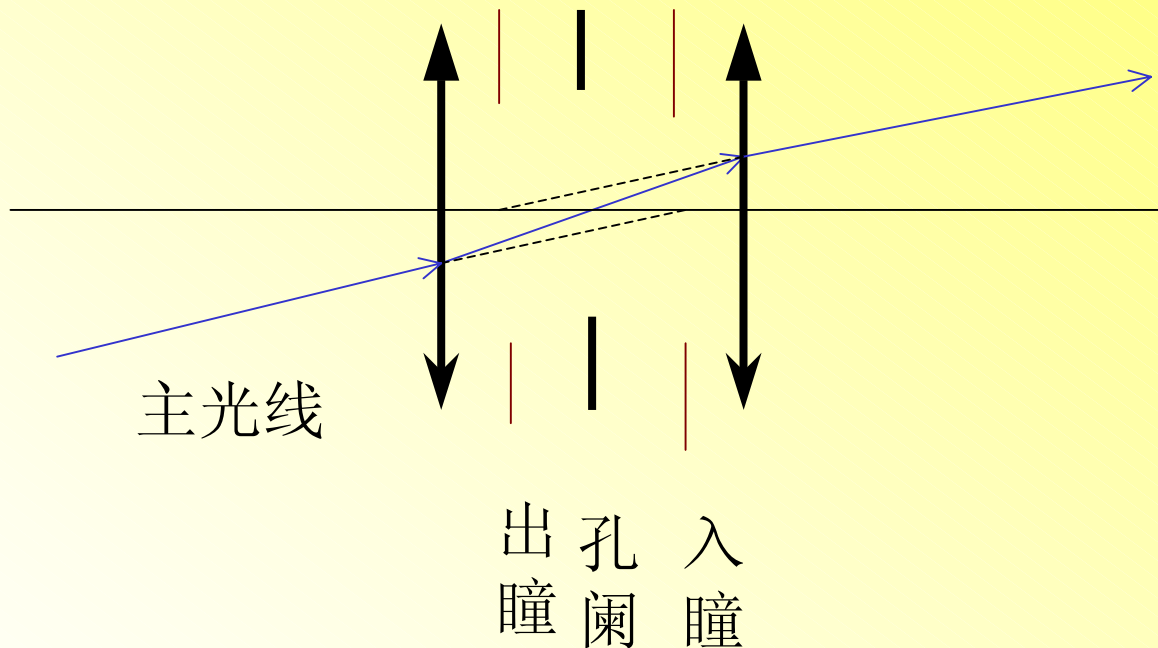
使所有光学零件的通光孔通过后面的光学零件成像到象空间去，则对象面中心张角最小的像是**出射光瞳**。





2. 孔光阑及入瞳，出瞳关系，主光线

通过入瞳中心的光线称为主光线，对理想光学系统主线必通过孔阑和出瞳中心。



相对孔径=入瞳直径 D /整个系统焦距 f'

结构对称光阑的对称式系统，其入瞳和出瞳与光学系统的物方主面和象方主面相重合。

光学系统的孔径光阑只是对一定位置的物体而言的，如果物体的位置发生变化，原来限制光束的孔阑就会失去限制光束的作用。

三、视场光阑、入射窗、出射窗

1. 定义：

把孔阑以外的所有光孔，通过其前面的光学零件成像，则对入瞳中心张角最小像为**入窗**。把孔阑以外的所有光孔，通过其后面的光学零件成像，则对出瞳中心张角最小像为**出窗**。

入窗限制物空间的成像范围。

出窗限制物像方视场。

视场光阑是对一定位置的孔阑而言的，当孔阑位置改变时，原来的视场光阑可能被另外的光孔代替。

2. 线视场、视场角、视场可以用长度来量度，称为线视场

物方线视场为物高的两倍 $2y$

象方线视场为象高的两倍 $2y'$

其关系为 $y' = \beta y$

在物空间：入窗边缘对入瞳中心所张的角称物方视场角。

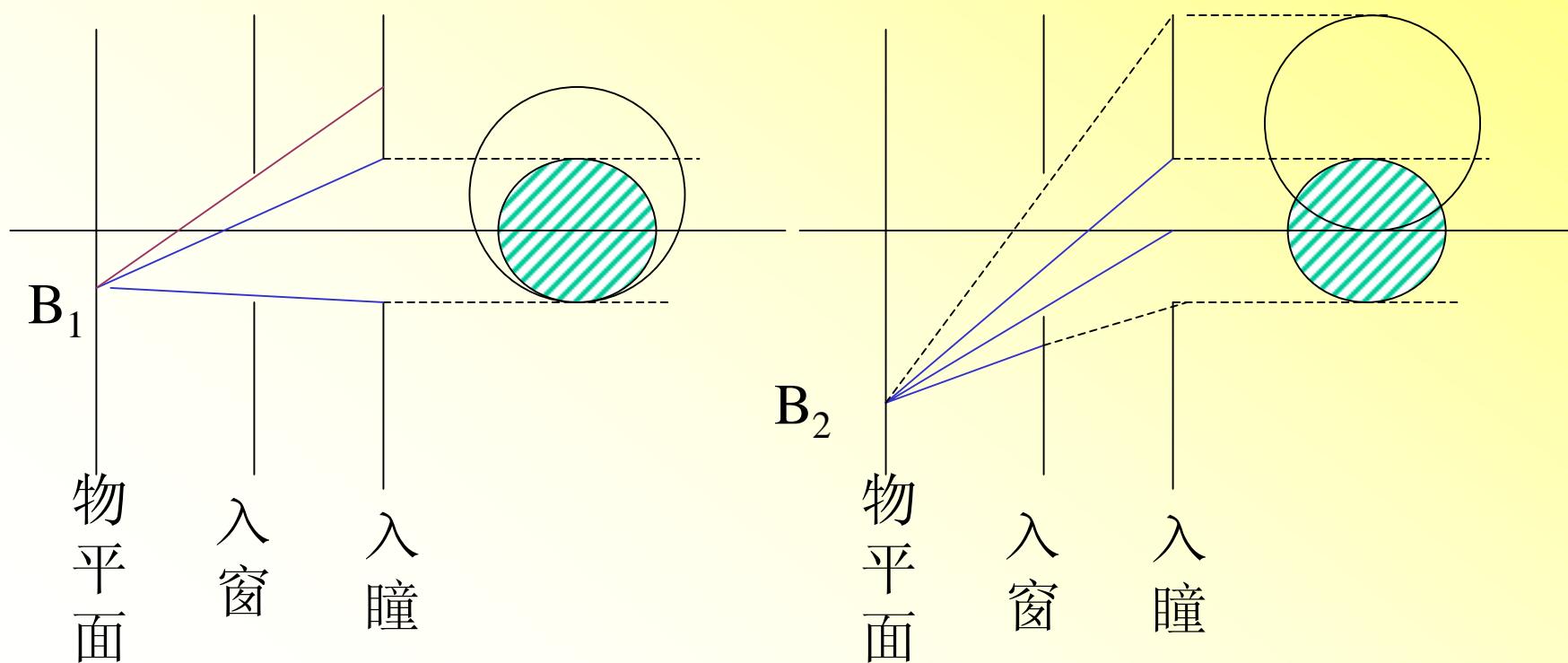
在象空间：出窗边缘对出瞳中心所张的角称象方视场角

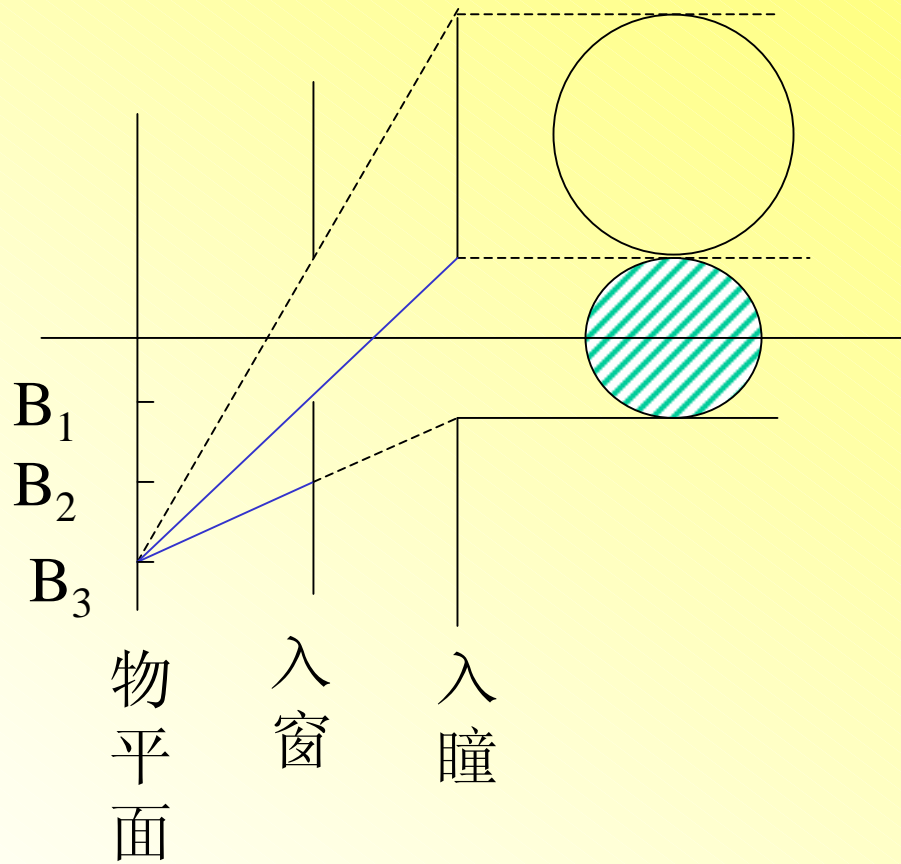
3. 轴外点发出光束的渐量

轴外点光束部分被系统地拦掉的现象称为轴外点渐晕
轴外物点离光轴越远，渐晕越大。

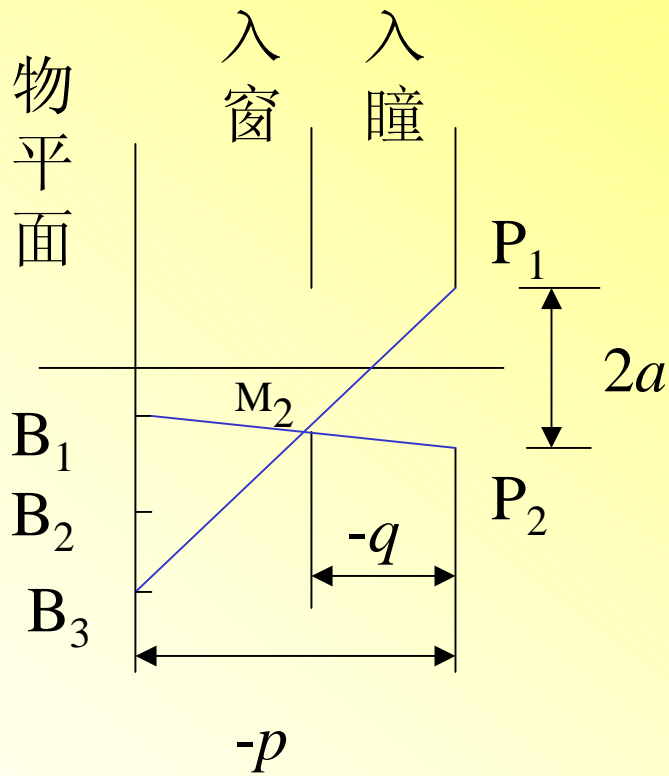
入窗在物空间加对轴外光束起拦截作用，产生渐晕。

出窗在象空间加对轴外光束起拦截作用，产生渐晕。





4. 消除渐晕条件 (B_1B_3 范围为渐晕区)



$$B_1B_3M_2 \sim \Delta P_1M_2P_2$$

$$\frac{B_1B_3}{P_1P_2} = \frac{-p - (-q)}{-q}$$

$$= \frac{q - p}{q}$$

$$\therefore B_1B_3 = 2a \frac{q - p}{q}$$

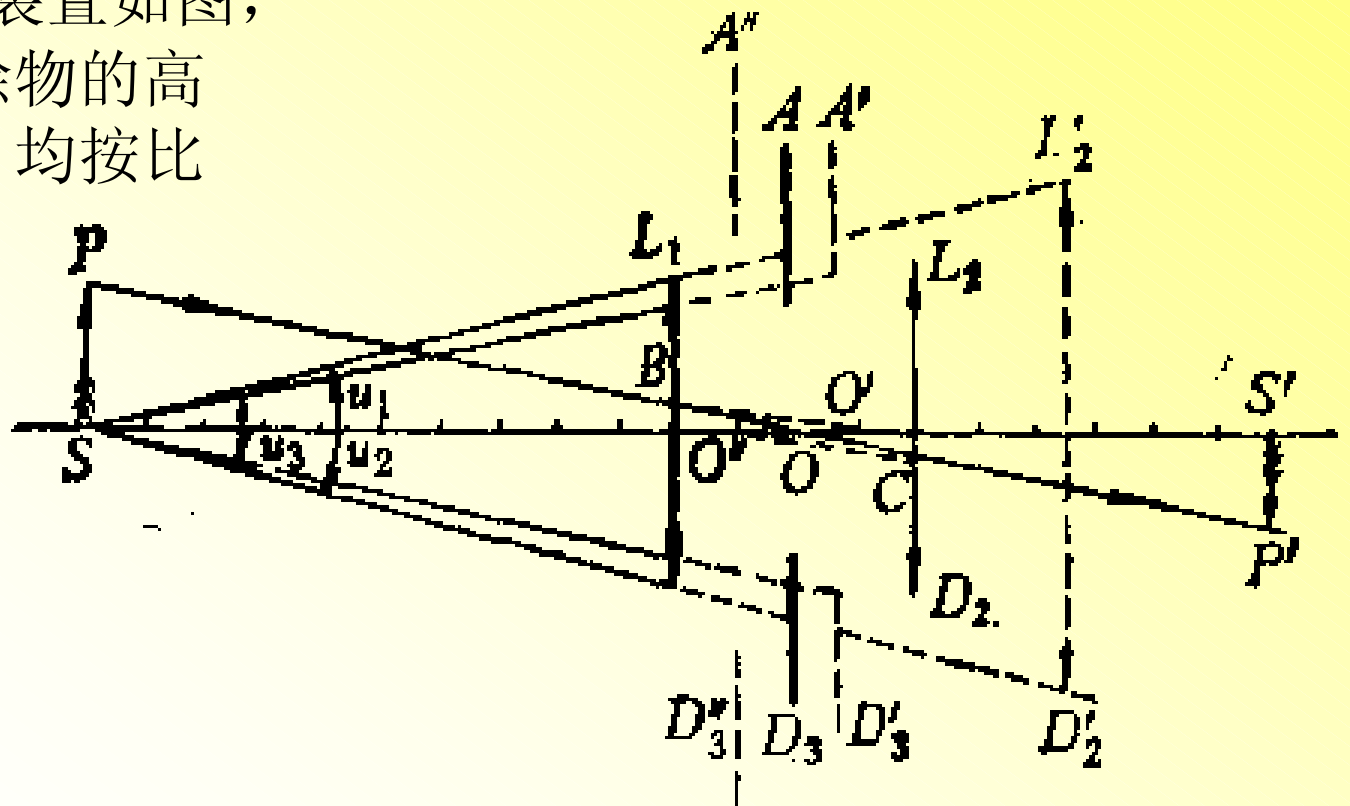
B_1B_3 为渐晕区

令 $B_1B_3=0$ 则 $p = q$

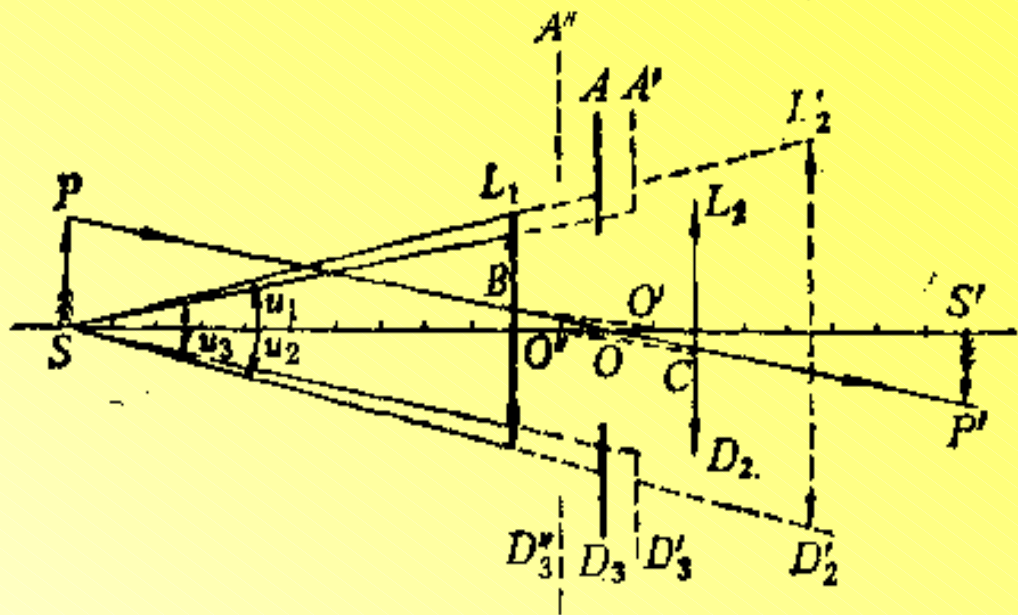
即：入射窗和物平面重合，出射窗和象平面重合，就不存渐晕现象

例：两个相距4厘米。孔径均为5厘米的薄透镜，它们的象方焦距分别为10厘米和6厘米。在两透镜中间位置安放一直径为4厘米的园孔光阑，且与它们共轴。若将一高为4毫米的实物正立在第一个焦距为10厘米的透镜前方10厘米处的轴上，试求(1)入射光瞳、孔阑、出射光瞳的位置和大小；(2)象的位置和大小，并绘出自物顶端发出的主光线的路径。

解 根据题意装置如图，图中各量，除物的高度被夸大外，均按比例绘出。



已知：透镜 L_1 的 $f_1' = 10$ 厘米，直径 $D_1 = 5$ 厘米，透镜 L_2 的 $f_2' = 6$ 厘米，直径 $D_2 = 5$ 厘米：圆孔A的 $D_3 = 5$ 厘米， L_1 、 L_2 与圆孔A相距均为2厘米



(1)为确定对轴上物点 S 的孔阑，首先应将系统中所有的孔都转换到系统的物方空间去。 L_1 的孔径本来就属于系统的物方空间，不必再变换。

以A为 L_1 的实物且对它成象，已知 $s = -2$ ： $f' = 10$ ，根据成象公式解得：

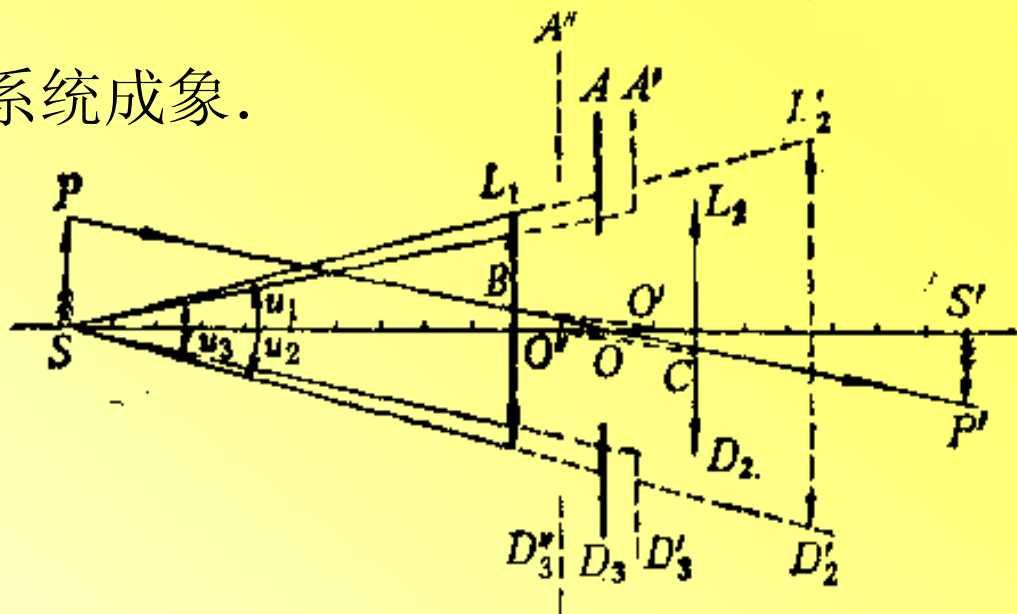
$$s' = -2.5 \text{ 厘米} \quad \beta = \frac{s'}{s} = 1.25$$

象 A' 位于 L_1 右方2.5厘米处，其直径 $D_3' = \beta D_3 = 5$ 厘米

为求出射光瞳，需对后光学系统成像。

A: 已知 $s = -2$: $f' = 6$,
根据成像公式解得:

$$s' = -3 \text{ 厘米} \quad \beta = \frac{s'}{s} = 1.5$$



所以，出射光瞳A'在A的左方1厘米处，其孔径为

$$D_3' = \beta D_3 = 6 \text{ 厘米}$$

(2)再求物SP经L₁、A、L₂后成象的位置。由于光阑A对象的位置、大小和形状没有影响，所以这里只有两次成像。

经L₁成像 已知 $s = -10$: $f' = 10$, 根据成像公式解得:

$$s' = \infty$$

经 L_2 成像 $s = \infty$ $f' = 6$ 厘米

解得 $s' = 6$ 厘米

即象位于 L_2 右方6厘米处. $\beta = -\frac{6}{10}$

最后的象是一个倒立、缩小的实象。象高： $h' = \beta h = -2.4$ 毫米

3. 画出自P点发出的主光线的路径

