第15讲　理想光学系统中的光路计算公式

问题：多个已知基点的系统相组合，如何找出组合系统的主点和焦点位置？

前面我们已经讨论过实际球面系统的主平面和焦点位置问题，当时采用光路计算的方法，描两条平行光轴入射的光线，最终找出焦点位置和焦距；

现在讨论理想光学系统的主点和焦点计算问题，可以用类似的办法，描一条理想的光路，找组合系统的焦点和主点。同样的方法也可以找理想系统中任意物点的像点。

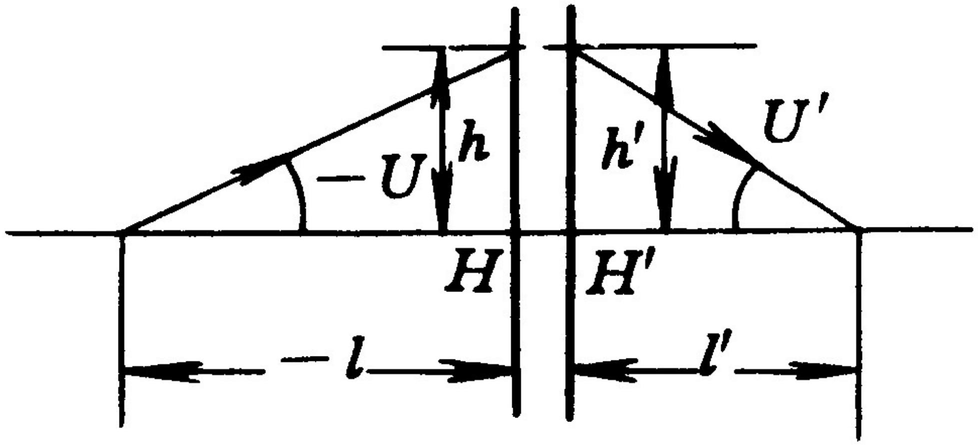
一、单个理想光学系统的光路计算公式

a. 确定表示光线的坐标

光线位置用*h, tgU, tgU'*表示。

h：光线和主平面的交点到光轴的距离。

U,U'：符号同前。



b. 画图并按符号规则标注图形

c. 推导公式

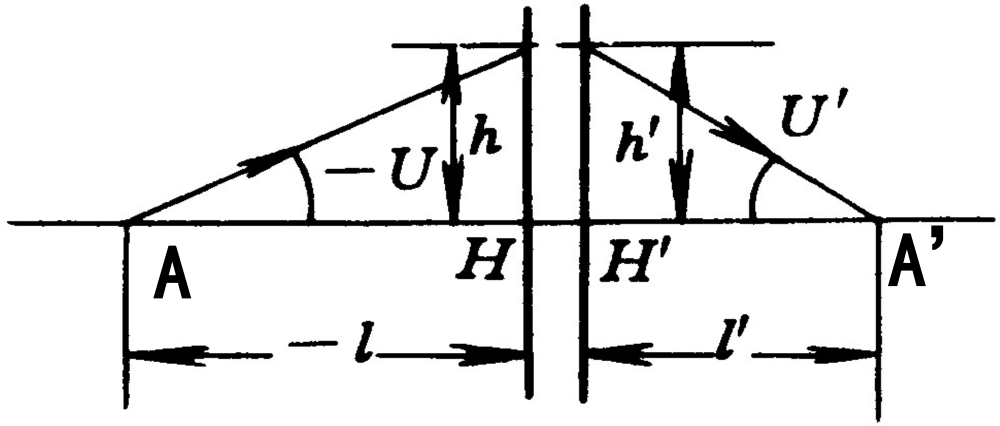
已知：h, U, f, f'
求：U'

A, A’ 是一对共轭点

满足高斯公式 $$\frac{f'}{l'}+\frac{f}{l}=1$$

两边同时乘以h,

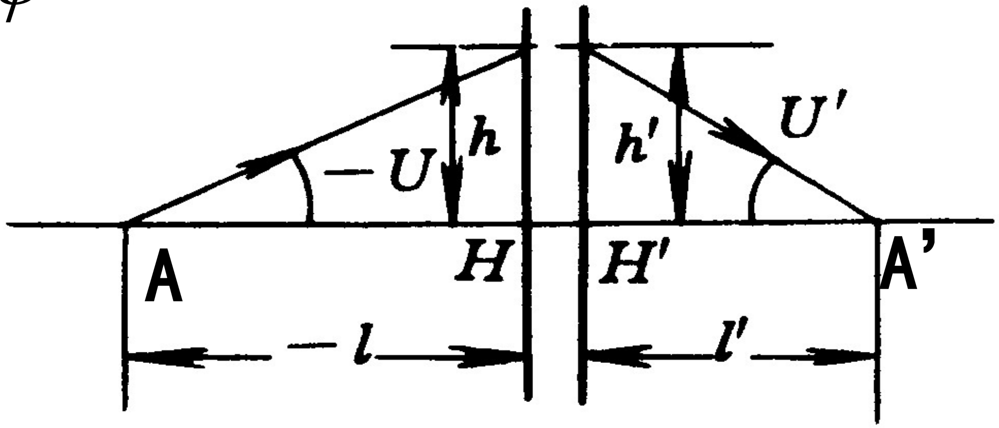
$$\frac{hf'}{l'}+\frac{hf}{l}=h$$



$$\frac{hf'}{l'}+\frac{hf}{l}=h$$

同时有 $tgU=\frac{h}{l}$ $tgU'=\frac{h}{l'}$ $f=-\frac{n}{n'}f'$ $\varphi=\frac{1}{f'}$

可得 $n'tgU'-ntgU=n'h\varphi$



当n’=n=1时，有

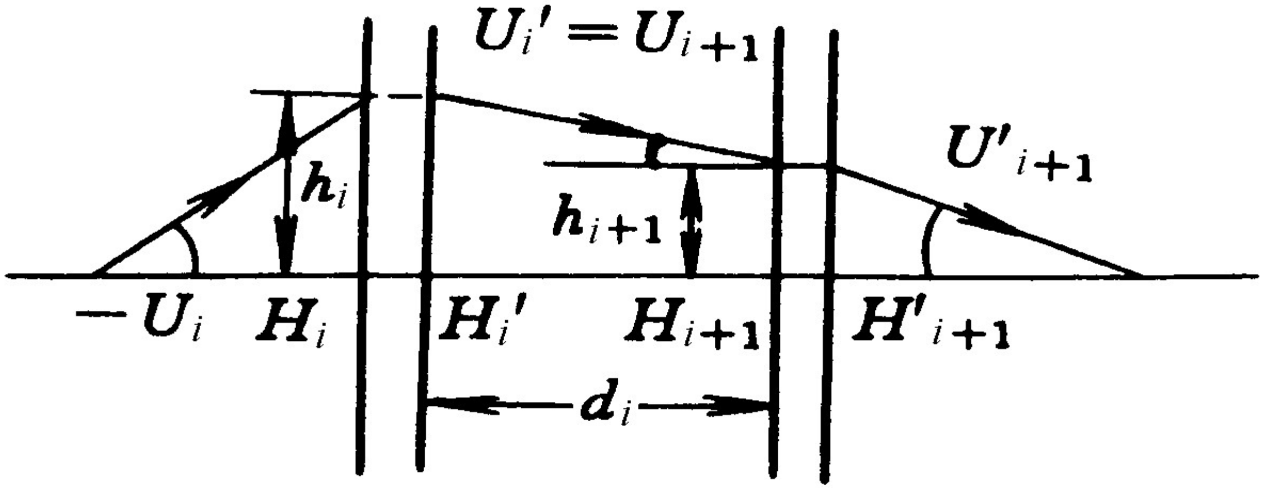
$$tgU'-tgU=h\varphi$$

二、多个理想光学系统的光路计算公式

过渡公式

$$U_i' = U_{i+1}$$

$$h_{i+1} = h_i - d_i tg U_i'$$



理想光学系统光路计算公式

$$n'tgU' - ntgU = n'h\varphi$$

$$U_{i+1} = U_i'$$

$$h_{i+1} = h_i - d_i tgU_i'$$

对于近轴光线有

$$n'u' - nu = n'h\varphi$$

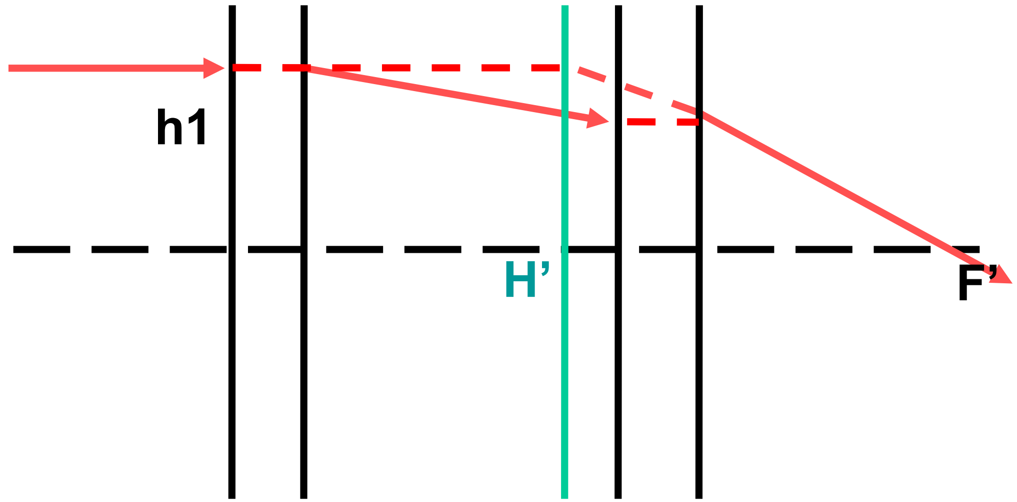
$$u_{i+1} = u_i'$$

$$h_{i+1} = h_i - d_i tgu_i'$$

三、理想光学系统光路计算公式应用

1. 求组合系统的主平面，焦点位置

对于焦点和焦距，计算一条平行于光轴的光线，即$U_1=0$，h_1，再利用



$$n'tgU'-ntgU = n'h\varphi$$

$$U_i' = U_{i+1}$$

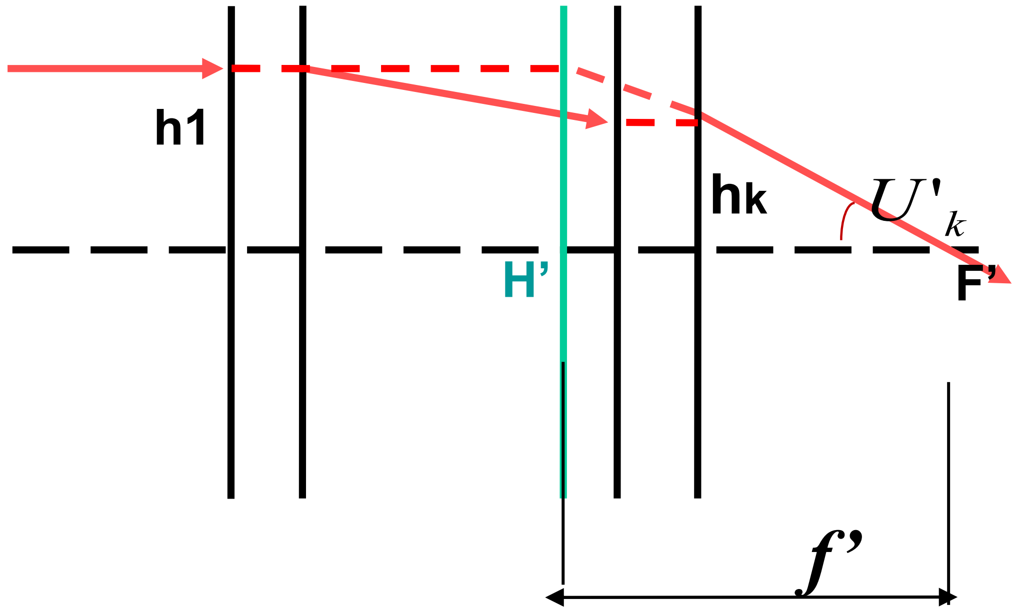
$$h_{i+1} = h_i - d_i tgU_i'$$

焦点位置：

$$l'_F = \frac{h_k}{tgU'_k}$$

焦距：

$$f' = \frac{h_1}{tgU'_k}$$



2. 求像平面的位置和放大率

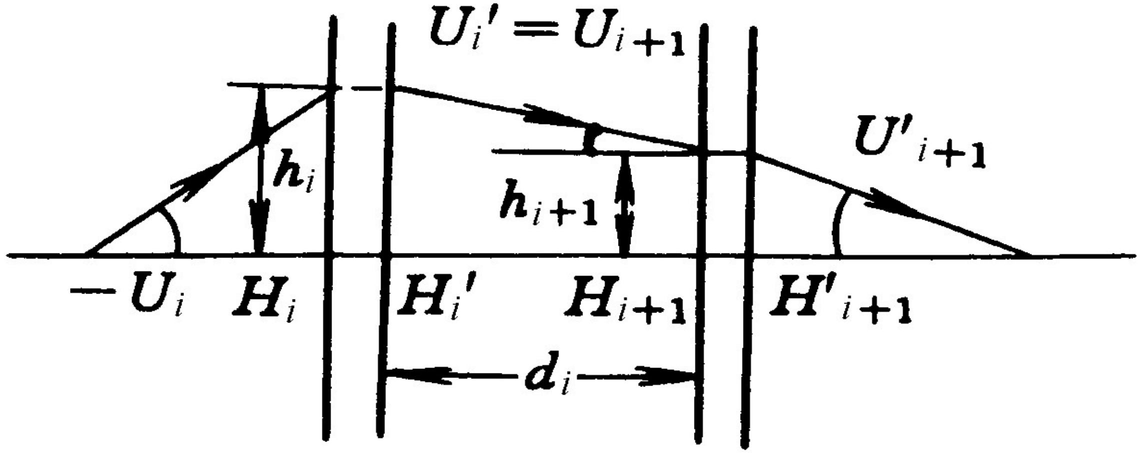
已知：*l1, y1*

求：像面位置，放大率

如果给定h1，则tgU1就一定；给定U1，则h1就确定了。h1, tgU1即入射光线座标。

$$l_k' = \frac{h_k}{tgU_k'}$$

$$\beta = \frac{1}{\gamma} = \frac{tgu_1}{tgu_k'}$$



3. 计算光学零件的通光口径

在计算光学系统中各个零件的口径大小时，经常要用到理想光路计算公式，用光路计算的方法，找出各零件上光线的投射高，从而确定口径。

例：一照明聚光灯使用直径为200mm的一个聚光镜，焦距为f′=400mm，要求照明距离5m远的一个3m直径的圆，问灯泡应安置在什么位置?

解：由 $n'tgU'-ntgU=n'h\varphi$

$$tg(-u')=\frac{(1500-100)}{5000}=\frac{7}{25}$$

$$h=100,\varphi=\frac{1}{400},$$

$$\therefore tgu=-\frac{53}{100}$$

$$l=-\frac{100}{tg(-u)}=-188.68$$