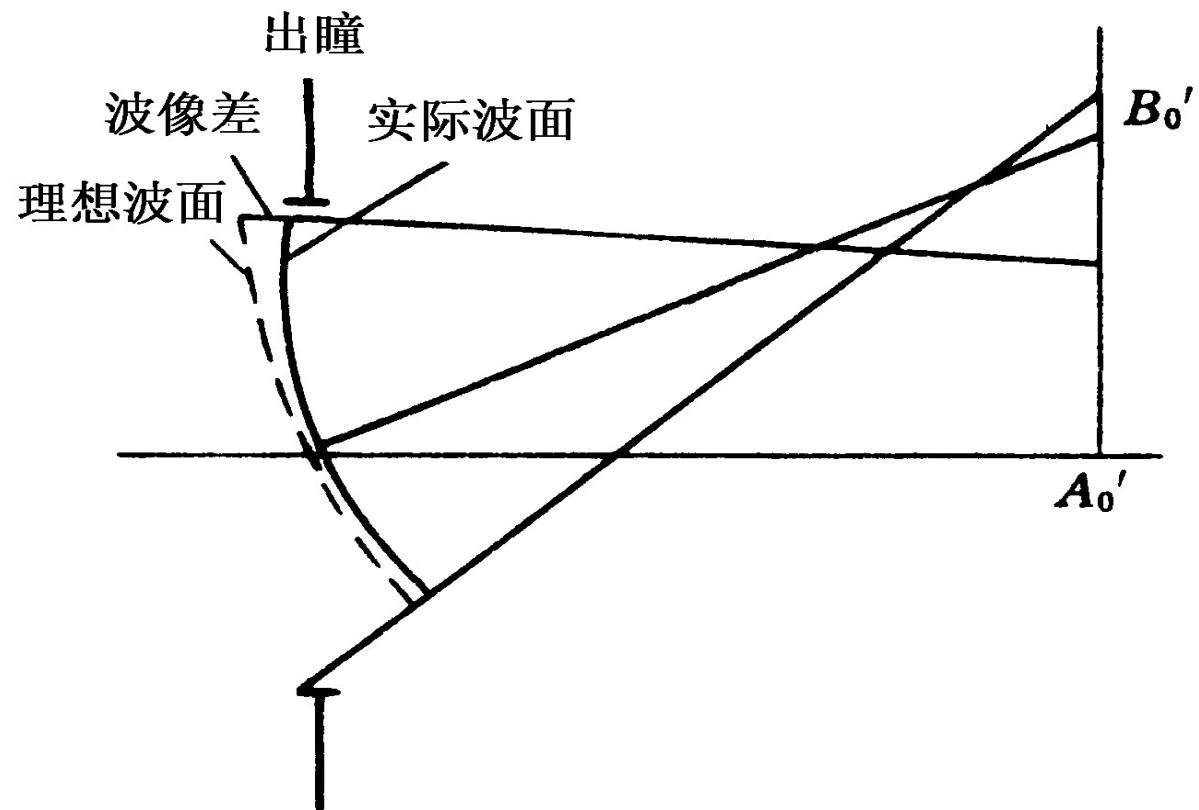


§ 6 用波像差评价光学系统的成像质量

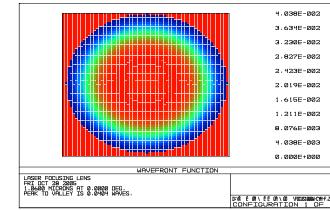
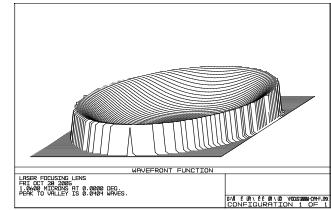
理想成像：球面波

波像差

实际波面和理想波面之间的光程差。



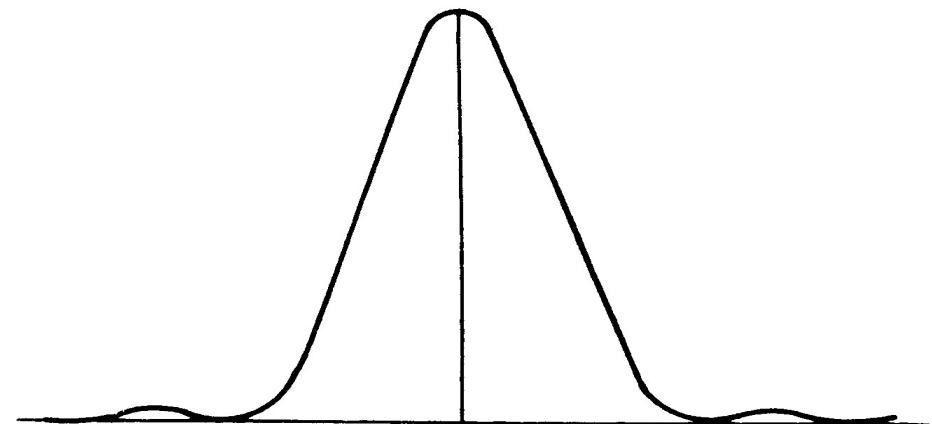
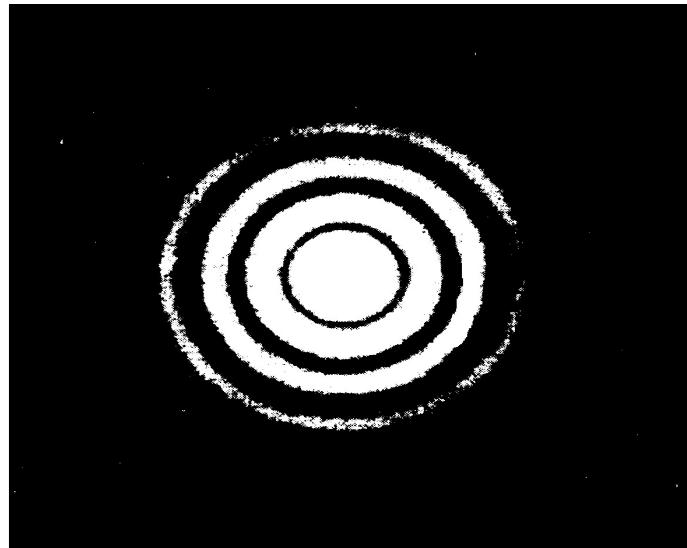
用波像差评价光学系统的成像质量



§ 7 理想光学系统的分辨率

理想光学系统的分辨率：完全没有像差，成像符合理想的光学系统所能分辨的最小间隔。

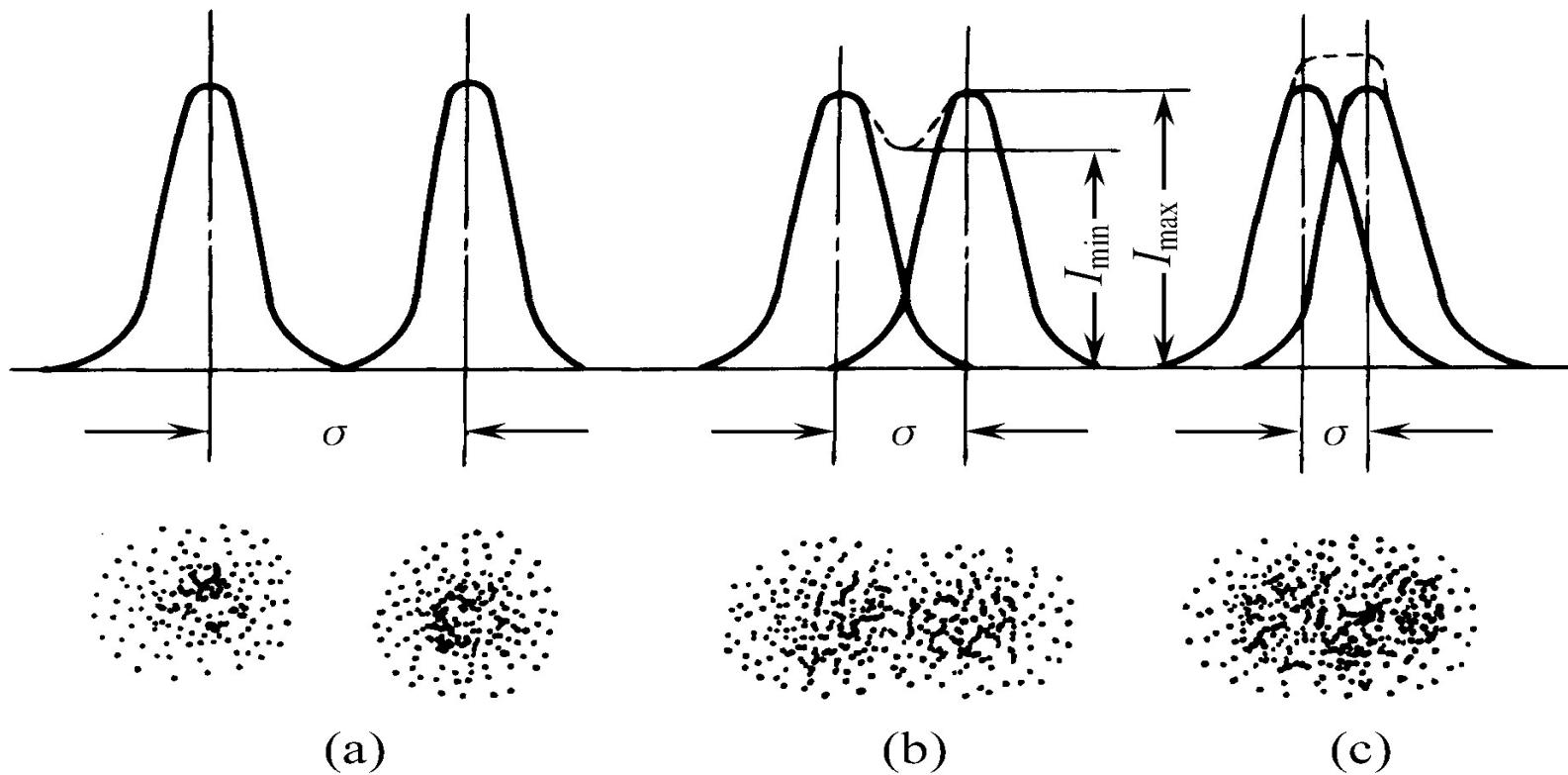
通常把衍射光斑中央亮斑作为物点通过理想光学系统的衍射像。



中央亮斑直径

$$2R = \frac{1.22\lambda}{n' \sin U'_{\max}}$$

由于衍射像有一定大小，如果两个像点之间距离太短，就无法分辨出是两个像点，我们把两个衍射像点之间所能分辨的最小间隔称为理想光学系统的衍射分辨率。

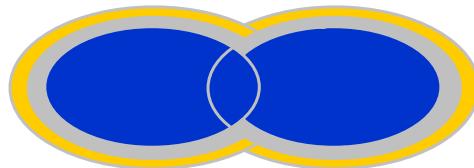
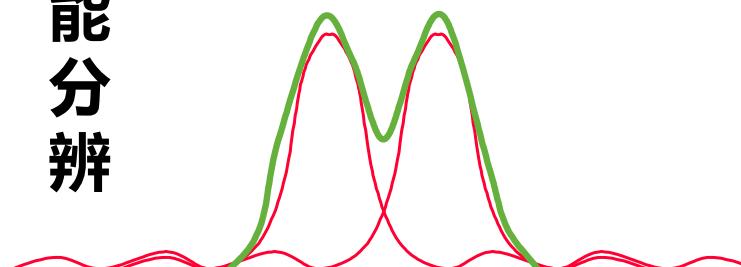


瑞利判据：当一个点光源的衍射图样的中央最亮处刚好与另一个点光源的衍射图样的第一级暗纹相重合时，这两个点光源恰好能被分辨。

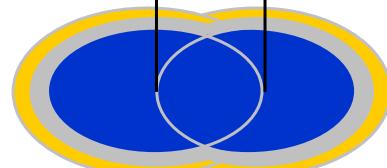
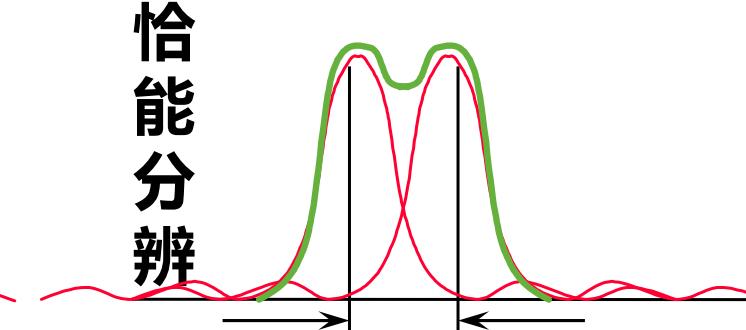
$$R = \frac{0.61\lambda}{n' \sin U'_{\max}}$$



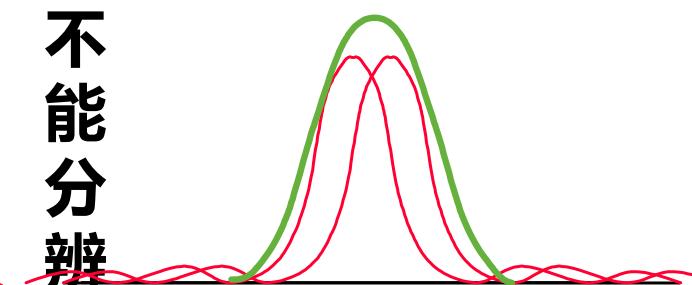
能分辨



恰能分辨



不能分辨



§8 各类光学系统分辨率的表示方法

1. 望远镜分辨率：用能分辨开的两物点对物镜张角 α 表示。

由理想像高公式， $y' = f t g \alpha$

$$y' = R$$

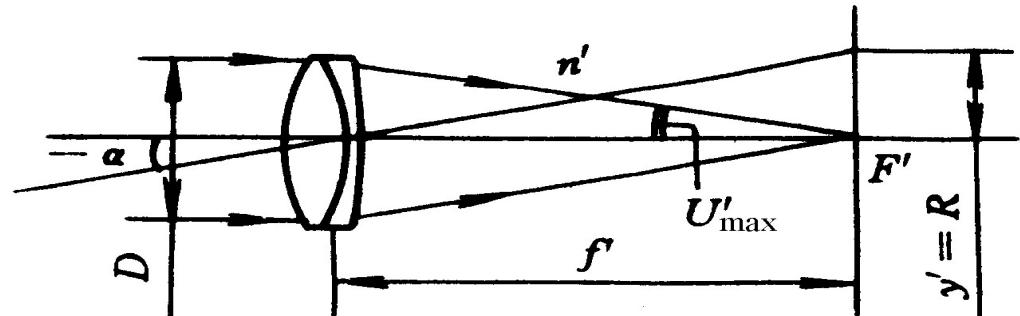
$$\therefore \alpha = \frac{0.61\lambda}{n' \sin U'_{\max} f}$$

若 $f = -f'$, $n' = 1$, 同时 $\sin U'_{\max} \approx \frac{D}{2f'}$

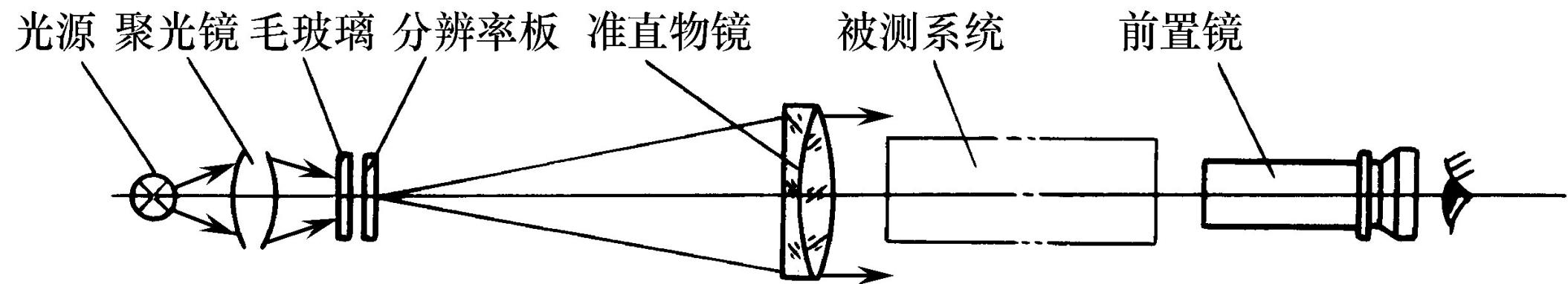
则有

$$\alpha = \frac{1.22\lambda}{D}$$

$$\text{若取 } \lambda = 555\text{nm}, \alpha = \frac{1.22 \times 0.000555}{D} \times 206000'' = \frac{140''}{D}$$



望远镜分辨率测量



2. 照相系统分辨率

用像平面上每毫米能分辨开的线对数N表示。

照相物镜可以近似认为对无限远物体成像, $\sin U'_{\max} \approx \frac{D}{2f'}$

$$\text{代入 } R = \frac{0.61\lambda}{n' \sin U'_{\max}}$$

$$\text{则有 } R = \frac{1.22\lambda f'}{n' D}$$

若 $n' = 1$, 并设 $F = \frac{f'}{D}$, F 为光圈数,

则有 $R = 1.22\lambda F$

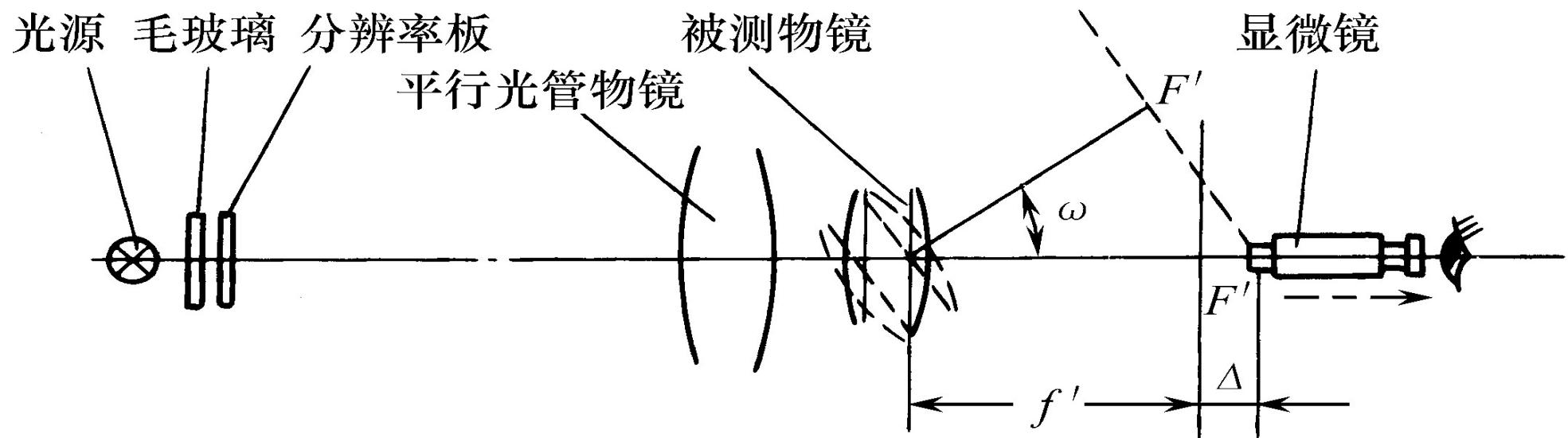
线对数为R的倒数, $N = \frac{1}{1.22\lambda F}$

取 $\lambda = 555\text{nm}$,

$$N = \frac{1500}{F} (\text{lp/mm})$$



照相系统分辨率测量



3. 显微镜分辨率

用物平面上刚能分辨开的两个物体间的最短距离 σ 表示。

理想分辨率公式是显微镜物镜像平面上刚被分开的两个像点之间的最短距离，
根据理想成像物像空间不变式

$$\beta = \frac{y'}{y} = \frac{R}{\sigma} = \frac{nu}{n'u'}$$

代入 $R = \frac{0.61\lambda}{n'\sin U'_{\max}}$, 并用 U' 代替 $\sin U'$

$$\text{则有 } \sigma = \frac{0.61\lambda}{nu} = \frac{0.61\lambda}{NA}$$

$NA = nu$, 数值孔径。

