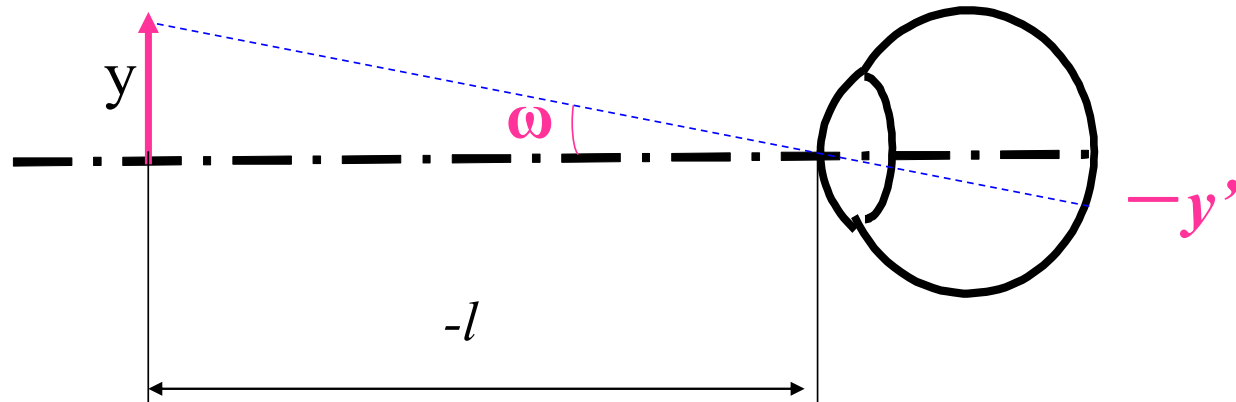




## 第4讲 放大镜和显微镜的工作原理

## 一、影响人眼观察视角的因素



物体对人眼张角

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{y}{-l} \approx \omega$$

要求最小视角

$$\omega = \frac{y_{\min}}{-l} \geq 0.0003 \operatorname{rad}(60'')$$



要求最小视角

$$\omega = \frac{y_{\min}}{-l} \geq 0.0003 \text{ rad} (60'')$$

提高视角的途径：

~~提高y?~~

~~减小物距L?~~

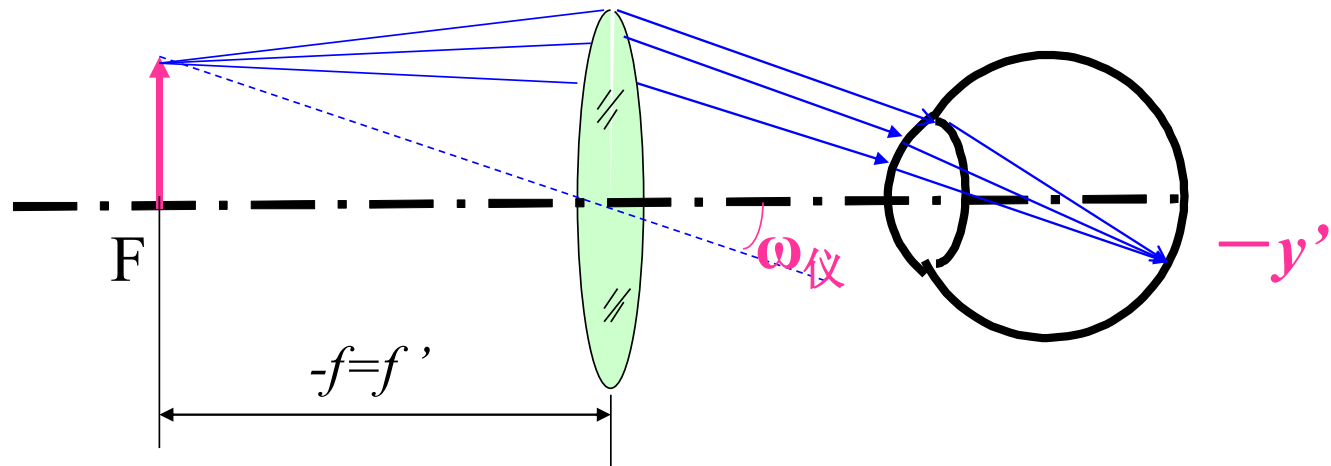
## 放大镜

对近距离/小物体进行放大，供人眼观察的光学仪器

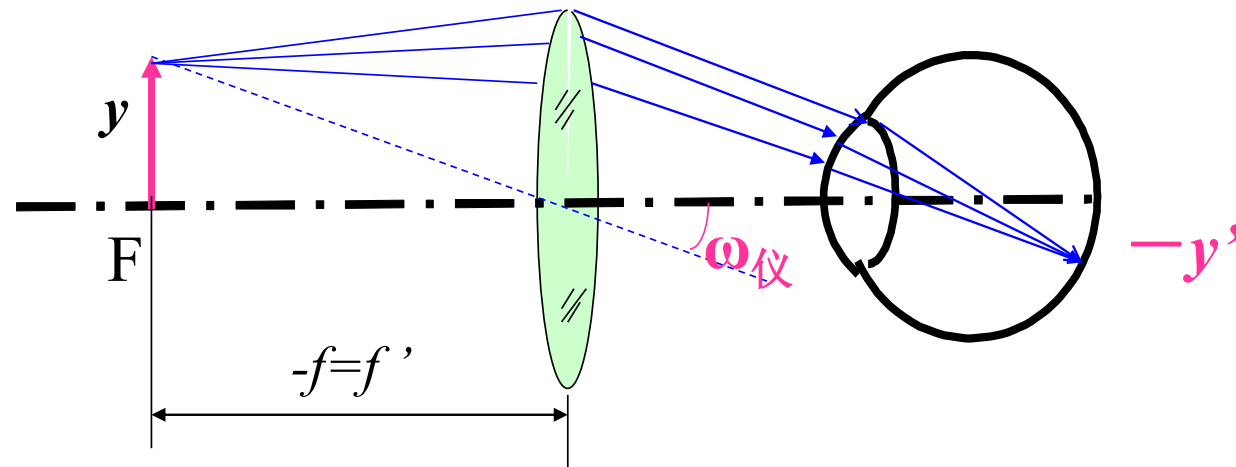


## 二、 放大镜的构成与工作原理

### ◆ 成像在无穷远



## ◆ 增大视角?



$$\operatorname{tg} \omega_{\text{仪}} = \frac{y}{f'}, \quad \operatorname{tg} \omega_{\text{眼}} = \frac{y}{-l} = \frac{y}{250}$$

$$\Gamma = \frac{\operatorname{tg} \omega_{\text{仪}}}{\operatorname{tg} \omega_{\text{眼}}} = \frac{250}{f'}$$



放大镜的视放大率

$$\Gamma = \frac{250}{f'}$$

如果要  $\Gamma > 1$ ，则要求透镜焦距  $f' < 250$

要提高放大镜的视放大率，必须减小透镜的焦距，但对于一个简单的单正透镜，其焦距不可能很小。



例:  $\Gamma = 15^\circ$

则焦距  $f' = \frac{250}{15} = 16.6$

焦距公式  $\frac{1}{f'} = (n - 1) \left( \frac{1}{r_1} - \frac{1}{r_2} \right)$

假设透镜为双凸对称,  $r_1 = -r_2$ , 取  $n = 1.5$

可得  $r_1 = -r_2 = 17\text{mm}$

如果第二面做成平面,  $r_2 = \infty$ , 则  $r_1 = 8.5\text{mm}$

半径如此之小, 不好加工, 口径也小。



### 三、 显微镜的构成与工作原理

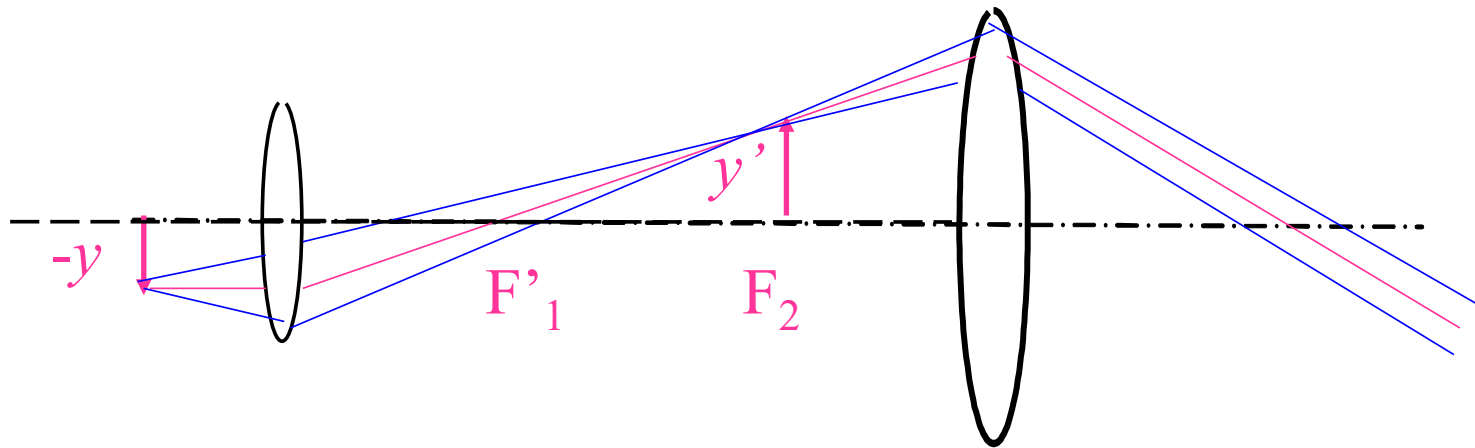
放大镜的视角  $\text{tg} \omega_{\text{仪}} = \frac{y}{f'}$

提高放大镜的视放大率的途径：

~~减小焦距~~  
增大物高

增大放大镜物方焦平面上的物高

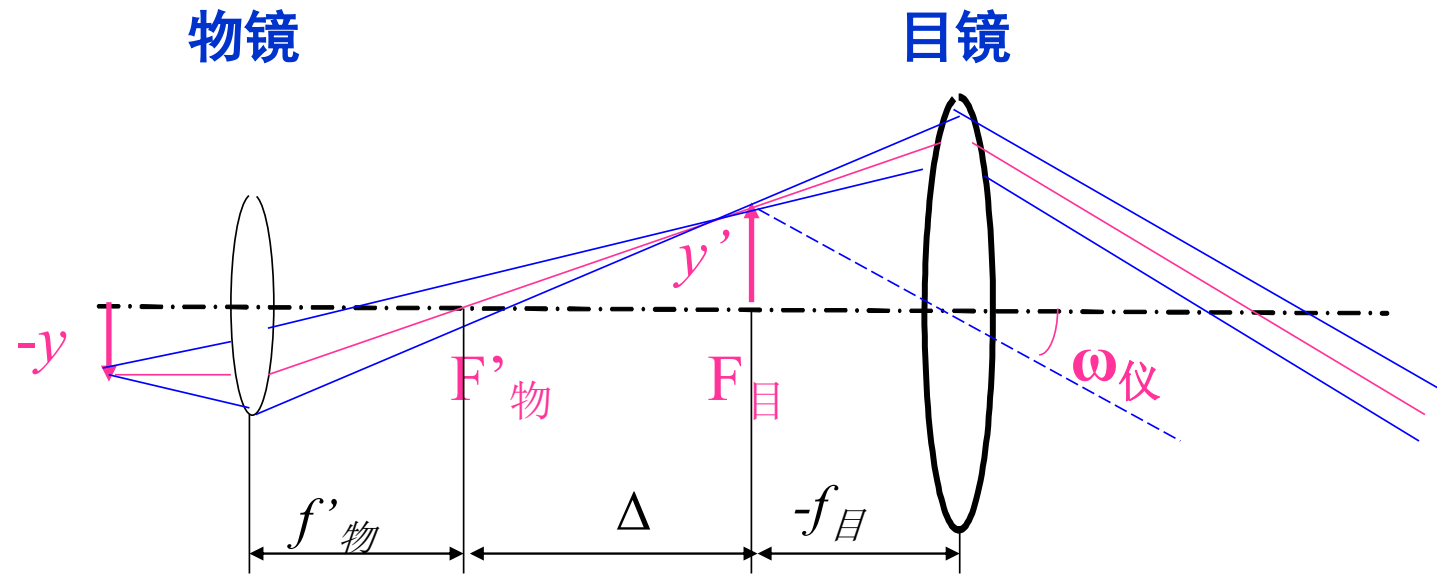




- 首先采用一组透镜将物体放大成像；
- 再通过放大镜放大供人眼观察。

放大镜的“物”高增加了，人眼看到的是二次放大的像。

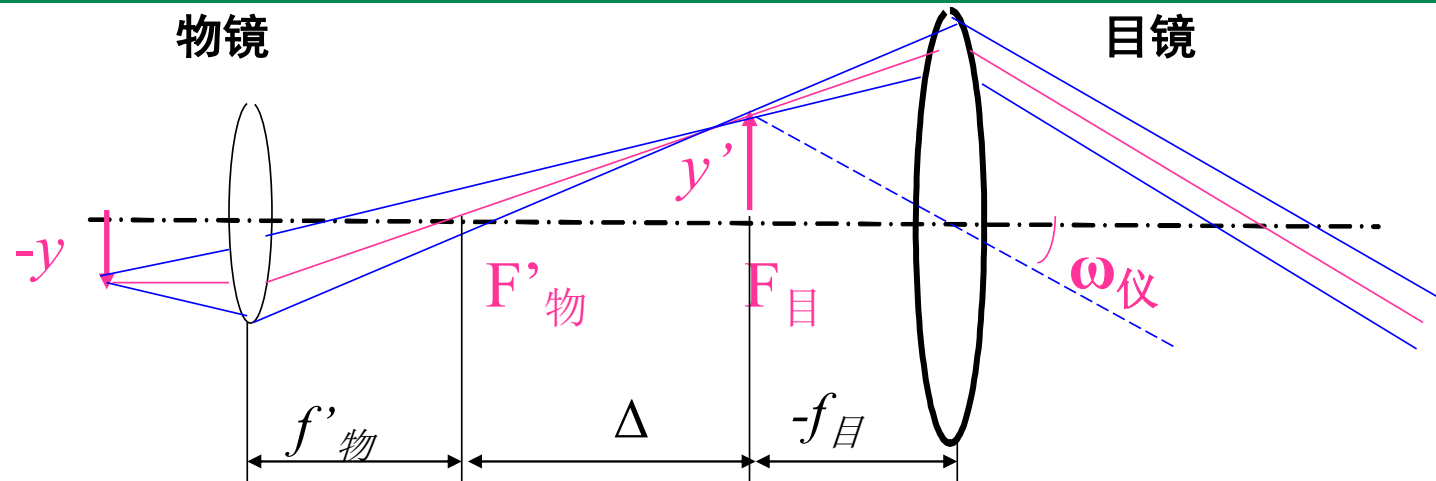
——显微镜工作原理



显微镜由两组透镜组成：

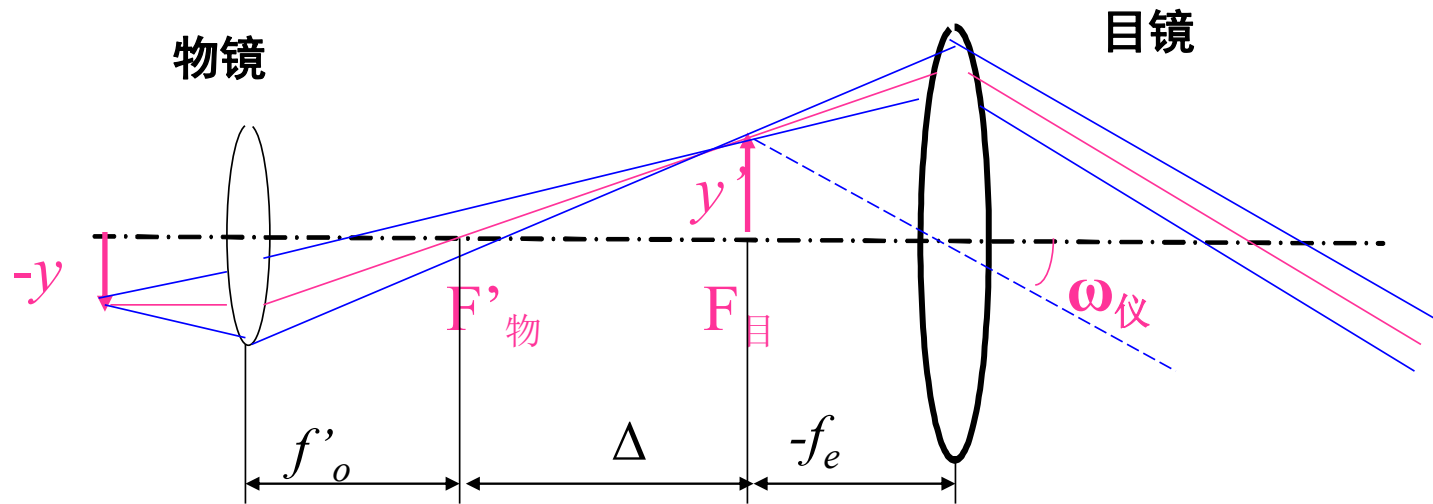
对着物体的透镜称为物镜，对着人眼的透镜称为目镜

$\Delta$ ：光学筒长。从物镜像方焦平面到目镜物方焦平面的距离。



$$\operatorname{tg} \omega_{\text{眼}} = \frac{y}{250} \quad \operatorname{tg} \omega_{\text{仪}} = \frac{y'}{f'_{\text{目}}} = \frac{-\Delta}{f'_{\text{物}} f'_{\text{目}}} y$$

$$\beta_{\text{物}} = \frac{y'}{y} = \frac{-\Delta}{f'_{\text{物}}} \quad \Gamma = \frac{\operatorname{tg} \omega_{\text{仪}}}{\operatorname{tg} \omega_{\text{眼}}} = \frac{-250\Delta}{f'_{\text{物}} f'_{\text{目}}}$$

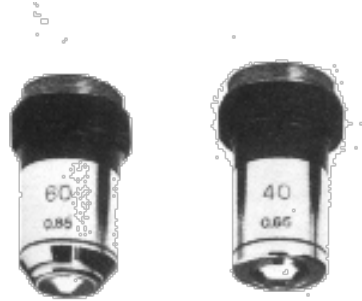


$$\Gamma = \frac{-250\Delta}{f'_{\text{物}} f'_{\text{目}}} = \boxed{\frac{-\Delta}{f'_{\text{物}}}} \cdot \boxed{\frac{250}{f'_{\text{目}}}} = \boxed{\beta_{\text{物}}} \cdot \boxed{\Gamma_{\text{目}}}$$

显微镜的视放大率等于物镜的垂轴放大率与目镜的视放大率的乘积。



物镜的垂轴放大率和目镜的视放大率分别刻在镜管上，二者相乘，就是显微镜的视放大率



通常显微镜的物镜和目镜可以互换，组合成不同的倍率，为保证互换性，不同倍率的显微物镜的物平面到像平面的距离都相等，约190mm, 我国主要采用于195毫米。



显微镜视放大率： $\Gamma = \frac{-250\Delta}{f'_{物} f'_{目}}$

由于  $f' = -\frac{f'_1 f'_2}{\Delta}$

有  $\Gamma = \frac{250}{-\frac{f'_{物} f'_{目}}{\Delta}} = \frac{250}{f'_{组}}$

因此，显微镜就是一个复杂化的放大镜。



Figure 1. Digital microscope system