

# CH6: 光能于传播

## CH6: 光能于传播

1. 基本概念
2. 光通量  $\Phi$
3. 光度学基础
4. 光的传播

### 1. 基本概念

- 辐射能通量
- 光通量 (流明  $lm$ )
- 光谱光视效率
- 发光效率
- 发光强度 (坎德拉  $cd$ )
- 光照度 (勒克斯  $lx$ )
- 光出射度 (勒克斯  $lx$ )
- 反射率
- 白体、黑体
- 光亮度 (尼特  $nt$ )
- 朗伯光源
- 吸收率
- 像面照度 (勒克斯  $\text{\textbackslash large lx}$ )
- 相对孔径

### 2. 光通量 $\Phi$

可见光范围: 400 — 760  $nm$ , 人眼对 555  $nm$  的黄光最敏感

相同功率的不同单色光所相当的光通量不同

- 光谱光视效率:

$$V_{\lambda} = \frac{K_{\lambda}}{K_{555}}$$

- 发光效率

$$\eta = \frac{\Phi}{W}$$

### 3. 光度学基础

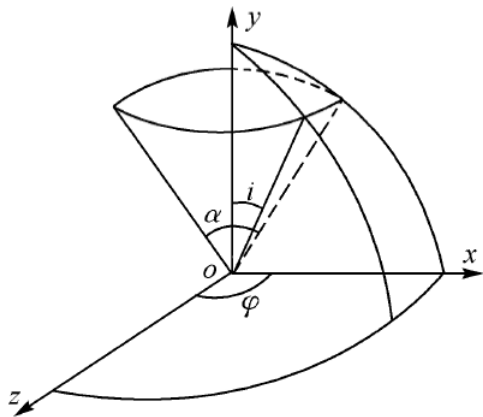
- 立体角

$$d\Omega = \frac{dS}{R^2} = \sin\varphi d\varphi d\theta$$

- 
- 发光强度

$$I = \frac{d\Phi}{d\omega}$$
$$d\omega = \sin i \cdot di \cdot d\varphi$$

锥体的发光强度



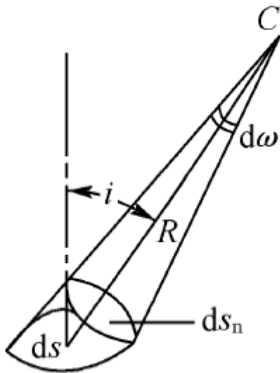
$$\Phi = 4\pi I_0 sin^2 \frac{U}{2}$$

各向同性光源

$$\Phi = 4\pi I_0$$

- 光照度

表征受照面被照明的亮暗程度



$$E = \frac{\Phi}{S}$$

$$E = \frac{I \cdot cosi}{R^2}$$

- 光出射度

表征面光源的发光特性

$$M = \frac{d\Phi}{dS}$$

$$M = \frac{\Phi}{S}$$

二次光源

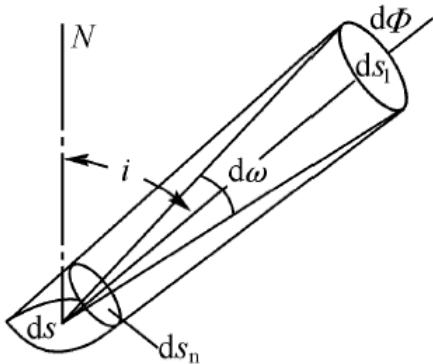
$$M = \rho E$$

白体：反射率接近 1

黑体：反射率接近 0

- 光亮度

表征人眼对发光体或被照射物体表面的发光或反射光强度感受的物理量

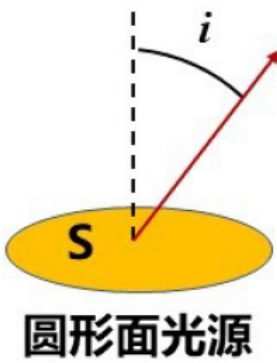


$$L_i = \frac{d\Phi}{cosi \cdot dS \cdot d\omega} = \frac{I}{cosi \cdot dS} = \frac{I}{dS_N}$$

朗伯光源（余弦辐射体）

$L$  不随方向变化，光强分布如下：

$$I_i = L \times S \times cosi$$



#### 4. 光的传播

- 反射光路

$$L'' = \rho L$$

- 折射光路

$$L' = (1 - \rho)L(\frac{n'}{n})^2$$

- 光能损失

光能损失

反射损失

- 光学零件折射面上的反射 — 损失  $\rho$
- 胶合面— $n$ 与  $n'$ 差不多，可忽略
- 光学零件折射面或反射面上的散射、多次反射 — 杂散光，应改善材料及加工质量

吸收损失

- 在空气中的吸收 — 可忽略
- 在光学零件中的材料吸收 — 损失  $(1 - \tau)$

$\tau$ 为透过率

反射面不完全反射的损失

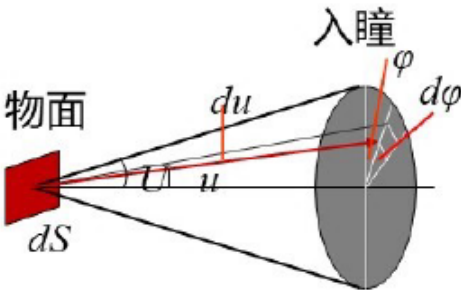
— 镀膜反射面，损失  $(1 - \rho_r)$

透过率为  $\tau$ ，空气中为 1

$$L = L_0\tau^d$$

- 
- ★ 像面照度

U：物方孔径角



K 是透过率

$$E' = \frac{\Phi'}{dS'} = \frac{1}{\beta^2}\pi K L sin^2U$$

$$\beta = \frac{nsinU}{n'sinU'}$$

摄影系统的照度

入瞳直径  $2a$ ，相对孔径  $D = 2a/f'$ ，入瞳到出瞳的放大倍率  $\beta_p$ （一般为 1）

$$E = \frac{\pi K L}{4}(\frac{2a}{f'})^2 \cdot \frac{\beta_p^2}{(\beta_p - \beta)^2}$$

轴外点在像面轴上点的照度

$$E_M' = E' \cos^4 W'$$
$$E' = \frac{1}{\beta^2} \pi K L \sin^2 U$$

照度总结

$$E' \propto \sin^2 U$$
$$E' \propto \frac{1}{\beta^2}$$