

第八节

光通过光学系统时的能量损失

一、反射损失

由光的由电磁理论可以导出：反射光通量与入射光通量之比的反射系数。

$$\rho = \frac{1}{2} \left[\frac{\sin^2(i - i')}{\sin^2(i + i')} + \frac{\operatorname{tg}^2(i - i')}{\operatorname{tg}^2(i + i')} \right]$$

i, i' 入射角、折射角

当光线垂直入射，或以很小入射角入射时

$$\sin(i - i') \approx i - i'$$

又考虑折射定律 $ni = n'i'$

$$\therefore \rho = \left(\frac{n' - n}{n' + n} \right)^2$$

说明：反射损失与 n, n' 有关， $|n' - n|$ 越大， ρ 越大，反射损失愈大。

如：用加拿大树胶胶合的冕牌和火面玻璃胶合面，由于两块玻璃和加拿大树胶的折射率相差极微， $\rho \approx 0$ 反射损失可以忽略。

一个光学系统，入射光通量为 Φ ，折射光通量为 Φ ，反射光通量 Φ'

能量守恒 $\Phi_1 = \Phi_1' + \Phi_1''$

$$\rho_1 = \frac{\Phi_1''}{\Phi_1} \quad \therefore \Phi_1' = \Phi_1(1 - \rho_1)$$

若不考虑介质吸收损失，则从第一表面折射出的光通量，便是第二表面的入射光通量即 $\Phi_1' = \Phi_2$

$$\therefore \Phi_2' = \Phi_2(1 - \rho_2) = \Phi_1(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)$$

对有K个折射面 $\Phi_k' = \Phi_1(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)(1 - \rho_3) \cdots (1 - \rho_k)$

即为计算反射损失的公式

二、吸收损失

光在介质传播时，介质要只收其中一部分能量

$$d\Phi = -k\Phi dl \quad \frac{d\Phi}{\Phi} = -kdl$$

$$\int_{\Phi_1}^{\Phi_2} \frac{d\Phi}{\Phi} = -k \int_0^l dl$$

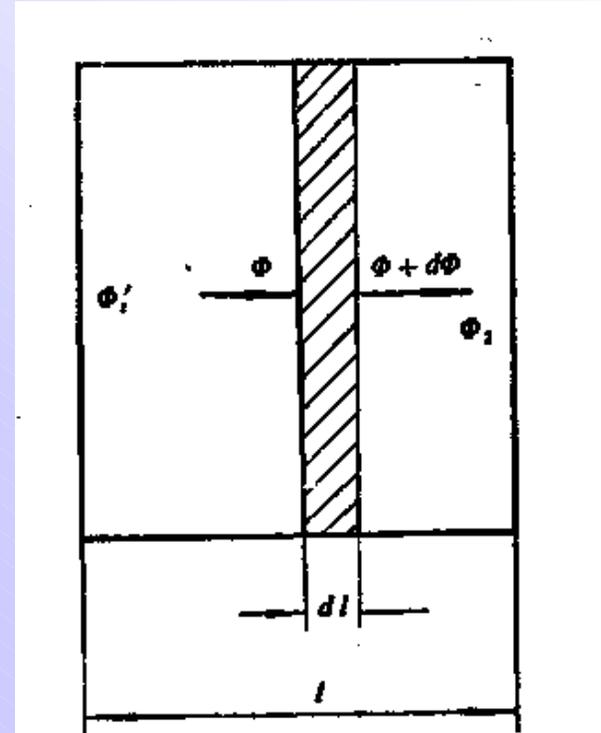
$$\therefore \ln \Phi_2 - \ln \Phi_1 = -kl = \ln e^{-kl}$$

$$\therefore \ln \Phi_2 = \ln e^{-kl} + \ln \Phi_1 \quad \Phi_2 = \Phi_1 e^{-kl}$$

$$\text{令 } e^{-k} = p \quad \therefore \Phi_2 = \Phi_1 p^l$$

$$\text{当 } l = 1 \text{ 时} \quad p = \Phi_2 / \Phi_1$$

$\therefore p$ 就代表光束通过单位长度的介质时，出射和入射光通量之比，称为介质透过率。



三、光学系统总透过率

如果同时考虑到光能的反射和吸收损失

则有

$$\begin{cases} \Phi'_2 = \Phi_2(1 - \rho_2) \\ \Phi_2 = \Phi'_1 p_1^{l_1} \\ \Phi'_1 = \Phi_1(1 - \rho_1) \end{cases}$$

$$\Phi'_2 = \Phi_1(1 - \rho_1)(1 - \rho_2)p^{l_1}$$

同理当系统有K个折射表面时

$$\Phi'_k = \Phi_1(1 - \rho_1)(1 - \rho_2) \cdots (1 - \rho_k) p_1^{l_1} p_2^{l_2} \cdots p_{k-1}^{l_{k-1}}$$

$$\text{or } \tau = \frac{\Phi'_k}{\Phi_1} = (1 - \rho_1)(1 - \rho_2) \cdots (1 - \rho_k) p_1^{l_1} p_2^{l_2} \cdots p_{k-1}^{l_{k-1}}$$