

# 金属光导管传输亚毫米波辐射的研究

傅恩生

(中国科学院上海光机所)

金属光导管传输亚毫米波辐射的理论和实验, 国外已有人做过研究, 但理论计算结果与实验测量值明显不一致。我们重新推导了光导管透过率表达式, 将理论计算值与已发表的测量数据以及我们的测量数据进行了比较, 证明我们的结果较以前的理论更与实验相符。

我们导出的金属光导管透过率为

$$T = \frac{e^{-\sqrt{\frac{\nu}{\sigma}} \frac{L}{2d}} \frac{L}{2d} \varphi_m^2}{2L\varphi_m/2d} (1 + e^{-4\sqrt{\frac{\nu}{\sigma}} \frac{1}{\sigma_m}})^{L\varphi_m/2d} + T_0, \quad (1)$$

其中  $\nu$  是辐射频率,  $\sigma$  是金属电导率,  $L$  和  $d$  是光导管长度和直径,  $\varphi_m$  是入射辐射的掠射角,  $T_0$  是未经管壁反射直接通过管子的辐射百分率。通常  $\nu \doteq 10^{12}$  Hz,  $\sigma \doteq 10^{17}$  sec<sup>-1</sup>,  $\varphi_m < 0.3$  rad,  $T_0 \doteq 0$ , 故式(1)可简化为

$$T = e^{-\sqrt{\frac{\nu}{\sigma}} \frac{L}{d}}. \quad (2)$$

这表明: (1) 光导管透过率与入射辐射的角度无关; (2) 长波长辐射比短波长辐射透过率高; (3) 高电导率材料的光导管透过率高; (4) 随着光导管纵横比  $L/d$  增加, 透过率呈指数式衰减。

以前理论给出的透过率表达式为

$$T = \frac{1}{2} e^{-2q} + (1 - e^{-\frac{1}{2}qF^2}) / qF^2 \doteq \frac{1}{2} (1 + e^{-2q}) - qF^2/8, \quad (3)$$

其中  $q = (0.18 \frac{L}{d}) \sqrt{\frac{\rho}{\lambda}}$ ,  $\rho$  是电阻率,  $\lambda$  是辐射波长,  $F$  是入射辐射的  $f$  数。通常  $qF^2/8$  为  $10^{-4}$  量级, 可忽略不计。当  $L/d$  足够大时, 有  $e^{-2q} \rightarrow 0$ ,  $T \rightarrow 50\%$ , 这与实验不符。以黄铜光导管为例,  $L/d = 112$ , 对  $\lambda = 140 \mu\text{m}$ , 测量得  $T = 60\%$ , 我们用式(2)计算得  $64\%$ , 而用式(3)计算得  $71\%$ 。