

同时求出束腰及位置

$$w_{0q}^2 = -\frac{\lambda}{\pi} \frac{\sqrt{4 - (A+D)^2}}{2C}, \quad Z = \frac{A-D}{2C}$$

由此可求出传输线(即环腔)各处光束的参量,并给出谐振腔的稳定条件  $-1 < \frac{A+D}{2} < 1$ 。

## 2. 折迭式谐振腔

同理我们可以计算含有四块球面反射镜的“N”形折迭式谐振腔并等效于一个薄透镜序列。

由此我们可计算薄透镜序列的  $ABCD$  矩阵元表示式,最终算出“N”形折迭式谐振腔各处光束的参量  $R$  和  $w$ ,并满足稳定条件  $-1 < \frac{A+D}{2} < 1$ 。

根据已求得的环形腔和折迭腔各处光束半径  $w$ ,就可确定各段放电管的直径  $D = \frac{w}{0.3}$ ,从而完成二种类型腔的设计。

# 稳定球面腔 $TEM_{00}$ 模场的传播与变换

上海机械学院

本文讨论了稳定球面腔给出的  $TEM_{00}$  模场的传播与变换,主要是考察由通常的气体激光器发射的光束的宽度以及光束宽度的变化相联系的波阵面的曲率半径沿着光学共振腔的轴线由近及远地变化的规律。基于光衍射的标量理论对光腔分析作出的一些结果,对实际工作中运行的输出功率较小的氦-氖激光器和输出功率较大的氩离子激光器所出射的激光光束作了模拟计算,提供了较详细的数据,并由此讨论了激光光束在自由空间中传播的行为以及通过透镜而变换的例子,进一步分析了传播的特征,为实际应用或研究高斯光束在共振腔内外传播的情况以及讨论用光学元件来实现光束变换或传输等问题提供了具体的物理模型。

## 光学色散元件的主动线宽

中国科学院电子学研究所 黄振国

自从可调谐激光器出现以来,人们常把光学色散元件置于腔内,用来选择波长和压缩线宽。人们在大量的实验中发现,在这种情况下,激光输出的线宽要大大地小于由色散元件的分辨本领所决定的线宽(从几倍到几十倍)。本文从一种简单的物理模型出发,导出了色散元件用于腔内时的线宽(主动线宽)。

(一)光学色散元件的被动线宽 关于三棱镜、衍射光栅、标准具的被动线宽,早已推导得十分清楚,今罗列如下:

(1) 一块布角三棱镜的被动线宽:

$$\Delta\lambda_p = \frac{d\theta}{2P \left( \frac{dn}{d\lambda} \right)} \quad (1)$$

式中,  $\left( \frac{dn}{d\lambda} \right)$  为材料的色散率,  $P$  为棱镜数,  $d\theta$  为光束发散角。

(2) 光栅,当入射光有发散角时,光栅的分辨本领主要由光束发散角决定,这时被动线宽:

$$\Delta\lambda_p = \frac{\lambda}{\text{tg}\alpha} \cdot \Delta\alpha \quad (2)$$

式中  $\alpha$  为入射角,  $\Delta\alpha$  为光束发散角。

(3) 当一块标准具倾斜应用时,它的作用是一个色散元件,被动线宽为:

$$\Delta\lambda_p = \lambda \cdot \operatorname{tg} \theta' \cdot \Delta\theta' \quad (3)$$

式中,  $\theta'$  为标准具内的折射角,  $\Delta\theta'$  为标准具内光束发散角。

(二) 求主动线宽的物理模型 我们设想激光是由在不同时刻参予受激辐射的光子组成。每一个这样的光子从它产生之时开始,就在腔内来回振荡,经过受激放大,形成单色性、方向性很好的相干光,直到它逸出腔外为止。在这段时间内,光子往返通过色散元件,使其色散相加,设光子损失之前,在腔内振荡了  $m$  次,则色散元件的主动线宽  $\Delta\lambda_a$  为:

$$\Delta\lambda_a = \frac{\Delta\lambda_p}{m} \quad (4)$$

对于连续波激光器和长脉冲激光器,光子在腔内的平均寿命为:

$$\tau = \frac{L}{\alpha C} \quad (5)$$

式中  $L$  为腔长,  $\alpha$  为单程损失百分数,  $C$  为光速。光子在腔内的渡越时间  $\tau_1$  为:

$$\tau_1 = \frac{L}{C} \quad (6)$$

因此,光子在腔内的平均振荡次数  $m$  为:

$$m = \frac{\tau}{\tau_1} = \frac{1}{\alpha} \quad (7)$$

对于短脉冲激光器,脉宽  $\Delta\tau$  小于光子在腔内的平均寿命,这时光子在腔内的存在时间就由脉宽  $\Delta\tau$  决定了,因此,光子在腔内的振荡次数为:

$$m = \frac{\Delta\tau}{\tau_1} \quad (8)$$

(三) 几种常用色散元件的主动线宽:

(1) 三棱镜的主动线宽:

$$\Delta\lambda_a = \frac{\Delta\lambda_p}{m} = \frac{d\theta}{2Pm} \left( \frac{dn}{d\lambda} \right) \quad (9)$$

(2) 光栅的主动线宽: 由于光栅总是用作端镜,故光子在腔内振荡二次才在光栅上作用一次,因此光栅的主动线宽为:

$$\Delta\lambda_a = \frac{\Delta\lambda_p}{\left(\frac{m}{2}\right)} = \frac{2\lambda\Delta\alpha}{m\operatorname{tg}\alpha} \quad (10)$$

(3) 倾斜标准具的主动线宽:

$$\Delta\lambda_a = \frac{\Delta\lambda_p}{m} = \frac{\lambda\operatorname{tg}\theta'\Delta\theta'}{m} \quad (11)$$

当倾角不大,发散角也不太大时,上式可近似为:

$$\Delta\lambda_a \approx \lambda \frac{\theta}{n'^2} \Delta\theta \quad (12)$$

式中  $n'$  为标准具之折射率,  $\theta$  和  $\Delta\theta$  分别为空气中的入射角和光束发散角。

对于实际的激光器参量,代入以上公式后,所得主动线宽与实验报道的数值非常相符。

## 激光扫描补偿原理

山东海洋学院 郑国星 周如城 谭锐

激光亮度高且发散度小,常被用作远距离照明光源。但激光发散度小则照明范围小常限制了观察系统的视野,不得不将激光扩展成宽光束,并相应增大接收系统的视角以增大整个系统的视野。这样既降低激光亮度又增大系统的背景光噪声,导致了系统信噪比下降,从而大大降低了系统的能见距离。为了解决这一矛盾,