

光学谐振腔的几何光学理论

中国科学院上海光机所 方洪烈

常用的光学谐振腔菲涅耳数都很大。菲涅耳数很大的谐振腔可以用几何光学的理论来处理。在几何理论中将谐振腔的模用光线汇来描写。将自再现模的概念引入几何光学以后便可由谐振腔的变换矩阵建立一个光线汇自再现所必须满足的矩阵方程

$$\bar{D} \begin{pmatrix} x \\ \theta \end{pmatrix} = M \begin{pmatrix} x \\ \theta \end{pmatrix} \quad (1)$$

其中 \bar{D} 是变换矩阵, $\begin{pmatrix} x \\ \theta \end{pmatrix}$ 是反射面上的光线汇, M 是常数。这个方程是几何理论中的基本方程。

求解方程 (1) 便可得到某些重要的腔特性。因为 M 可以是实数也可以取复数, M 取实数时, 腔的模是一个点光束(即球面波); M 取复数时, 腔的模是一个高斯光束。因为 M 只有取实数和复数的两种可能, 因此, 谐振腔的模也只有两种类型: (1) 球面波模系, 不稳定腔、共心腔和平面腔均属于点光束腔; (2) 厄米-高斯模系, 稳定腔属于高斯腔。

对于均匀反射的谐振腔来说, 按谐振腔模式特征来对谐振腔分类时(可分为点光束腔和高斯腔), 与按谐振腔的稳定性分类(分为稳定腔与不稳定腔)是一致的。

谐振腔的模是这样一种态, 对于点光束腔(不稳定腔等)是腔内存在一对共轭的物象点, 此点发出的光线汇构成腔的模; 对于高斯腔(稳定腔)来说是腔内存在一对共轭的物象光腰, 具有此光腰的高斯光束构成此种腔的模。

对于非轴对称的谐振腔, 可能会发生象散, 此时腔的模不外是象散点光束、象散高斯光束以及由一个点光束和一个高斯光束组成的象散光束, 这种腔同时具有稳定和不稳定的特征。

复杂腔型谐振腔的设计计算

天津大学精仪系 李世忱

一、本文根据 Kogelnik 的光学模成像理论, 计算了内含厚透镜(比如激光工作介质本身)的光学谐振腔, 并给出了关于高斯光束参数(腰宽、腰距、模体积、发散角等)和腔参数(镜曲率半径、棒参数及它们的相互位置)关系的一组计算机解, 从而为使用者提供一种方便的设计参考资料, 免去具体的繁复计算就可以选择到需要的腔参数。

分析了这种腔型的参数影响关系, 并由计算结果表明一个热稳定性好的腔型参数应如何选择。根据具体腔参数的不同, 这种稳定性好的腔所相应的 g 参数的乘积可以偏离 $g_1 g_2 = 0.5$ 甚远。指出设计合理时, 这种腔型的优点在于相同模体积情况下结构较为紧凑。

二、利用光线传输矩阵, 计算了固体激光棒端加工成半径为 R_1 、 R_2 的曲面, 并同时考虑热致类透镜效应的综合系统, 认为热焦距 f_T 可由测量得到的前提下, 求出了以 R_1 、 R_2 、棒长 l 和棒折射率 n 表示的综合系统的焦距 f 和主面位置表示式。于是对于这样一种具有广泛实用意义的系统, 前述计算机结果仍可使用。