# 应用平面屏衍射的矩陣理论计算轴对称光学谐振腔的简报

李先枢　　陈志恬　　高燕球
（物理学系）（计算机科学系）（物理学系）

我们根据李先枢提出的平面屏系统衍射的矩阵理论（待发表），利用国产121机，计算了轴对称的、对称等价共焦腔中的横模场. L.Ronchi (1972)[1]曾评论过已有的把横范场积分方程转化为无限多个线性方程的齐次方程组的方法.他指出：因为系数行列式的阶为无穷，通常采用截断法，"实际上计算出来的损耗与迭代法的结果比较时，只是准确到数量级之内"。由于我们所应用的衍射的矩阵理论中，严格讨论了衍射矩阵的收敛性质，及截取后的误差上限，所以没有这个缺点。我们计算了$g=0$(共焦腔)，$l=0$，$N=1$、0.90、0.85、0.75、0.6、0.5、$\frac{1}{\pi}$；$l=1$、2，$N=1$、0.90、$\frac{1}{\pi}$时基横模的衍射损耗。计算了$l=0$，$N=0.50$、0.75、1.00的基横模相对振幅分布(每隔$\Delta R=0.05$给出一数据，每一曲线共21个数据)，与〔2〕中迭代法所得结果比较，应认为二者结果在每一点完全相符。我们还计算了$N=1$、0.90、$\frac{1}{\pi}$时，$g=0$、0.50、0.85、0.90、0.95的谐振腔中$l=0$、1、2的各阶横模($p$不同)的相对振幅分布与位相分布曲线。每隔$\Delta R=0.04$给出一数据，每一曲线给出26个数据。在其中可供比较的($p=0$的)20条曲线中，除$TEM_{01}$模在$R=0$(轴上点)处的位相外，应认为所得每一个数据都与〔3〕中迭代法所得曲线完全重合。$TEM_{01}$模轴上点($R=0$)场强为零，该点场的位相没有意义。因此可以认为：我们的计算结果在文献报导的精度范围内，与已有迭代法结果完全一致。

但*Fox*和*Li*的迭代法只便于求基横模，难于求得高阶模[1]。而在我们的计算中，只要输入$N$、$g$、$l$三个数字，便能一次求得损耗过大的所有横模（包括高阶模）的各种性质，包括衍射损耗、相对振幅分布、相对位相分布和复振幅分布的近似解析表示式。

所有上述计算中只须取9阶矩阵方程。$N$、$g$、$l$给定后的一次上述计算，约须时5—10分钟。估计还可改进矩阵元素表示式及计算方法，大大缩短计算时间。衍射矩阵须取的阶数与谐振腔的$N$成正比。

我们所用的这一方法与已有方法[1-3]比较，除可应用范围广泛（包括非稳腔）外，主要优点还有：1、由于所用的衍射的矩阵理论较便于处理多孔屏系统的衍射问题，从而提供了把经严格计算过的多孔屏(如共轴多环衍射孔)和复杂衍射系统引入谐振腔的可能性。2、由于衍射矩阵仅与衍射系统结构有关，而与入射光场无关，故展示了如下可能性：预先选定无源腔中横模场性质(例如，要求其中实际上只存在一种损耗极低的高斯

模，而且稳定、漂移小），据此规定衍射矩阵元素，及选定腔的大致结构，然后通过解线性方程组，定出谐振腔结构参数等。

## 参考文献

〔1〕L.Ronchi,激光物理和基本理论，激光手册，第一分册，F.T.阿雷克等主编，《激光手册》编译组译，科学出版社，1977,219.

〔2〕A.G.Fox and T.Li, *Bell Sys Tech J*,40,(1961),453.

〔3〕H.Kogelnik and T.Li, *Applied Optics*,5,(1966),1550.

# A Note of a Calculation for Axially Symmetrical Optical Resonators Based on a Matrix Theory for the Diffraction by Plane Screens

*Li Xianshu* *Chen Zhitian* *Gao Yanqiu*

**Abstract**

Based on a matrix theory for the diffraction by plane screens proposed by one of the authors just now, a calculation for stable optical resonators is performed. Relative fild distributions of $TEM_{00}$ $TEM_{01}$ modefe for every resonator (g = 0, 0.50, 0.85, 0.90, 0.95) calculated here are all in agreement pricisely with the results obtained by iterative method previously.

The most important one of the characteristics of the matrix theory mentioned above is that it has been proved strictly and generally based on the theory of the linear space that the diffraction matrix of a plane screen can be truncated into finite order under any error.