

气动激光器的多程腔

G. Rabczuk

(波兰科学院流体力学研究所, 格但斯克)

文献介绍了气动激光器腔的数值解析法。它把气动激光器微粒理论方程联系起来, 描述了气体流动、振动能量交换和弛豫现象。这样, 按照标量光学近似描述的光束传播可确定用以形成激光器光学腔的二个长方形圆柱反射镜上的场分布。这种方法适用于循环反射镜的多程腔。可以检验气动激光器这类构形的光学系统的实用性。在多程腔的数值编码中, 作了二个附加的简化假设: (1) 计算腔的反射镜(凹形和凸形)的场分布时, 认为在光束尺寸范围内, 增益是恒定的。只是从折迭反射镜每次反射后, 才考虑到增益的变化。(2) 确定沿着通道的增益分布时, 假定辐射场的强度分布在光束横截面上是均匀的, 只是在折迭反射镜上一次又一次地反射, 它有相当的变化。

最佳计算表明, 产生激光的混合物从喉部高度 0.1mm 处喷口喷出, 其张角为 30 度。光学腔占据一个高 8 mm、长 7 mm 且有恒定截面积的体积或具有一固定的压力 (0.1 大气压) 而高度从 4 毫米增加到 8 毫米的通道中。在这两种情况下, 两个反射镜横贯流动的距离为 52.1 cm。为使感生辐射场完全复盖工作混合物, 能在腔内实现的放大程数会受到反射镜直径和通道长度的限制。反射镜的直径由通道中适当的点的高度决定。按照上面给定的气动激光器通道的尺寸, 可容纳一个放大程数为 13 的腔。除了二个主反射镜以外, 组成腔的还有分布在工作区的两侧的 6 个平迭式反射镜。由这个思路设计的腔的特征参数见下表。

M	$2a_1$ (mm)	$2a_2$ (mm)	$2a_{out}$ (mm)	L_z (m)	$L_r > nL_z$ (m)	R_1 (m)	R_2 (m)	P_g kJ/kg
2.63	8	3	8	521	6.81	22	8.38	1.3

表中 M 为放大倍数; $2a_1$ 、 $2a_2$ 为反射镜的直径; $2a_{out}$ 为输出光束直径; L_z 为反射镜之间的距离; L_r 为腔激活区长度; R_1 和 R_2 为二个主反射镜的曲率半径; P_g 为光束的输出功率。

沿着气动激光器通道的场和粒子数反转的分布和双长方形反射镜的情况是类似的。整个反射镜的场分布(强度和位相)是一个低费涅耳数非稳定腔的典型情况。分析在一附加的输出反射镜焦平面上的远场分布可获得有关辐射功率和输出光束质量的信息。多程腔折迭反射镜不可控制的大的衍射损失会影响到激光器的效率和输出激光功率, 但比起通道几何形状相同的气动激光器的两个长方形反射腔却要小得多。