

# 筛型喷管混合气动激光实验研究

俞 刚 赵建荣 方治家 吴承康

(中国科学院力学研究所气流激光实验室)

高功率激发器总是和非平衡流动和快速混合密切相表。为了成功地发展这种器件，对其所包含的各种过程有一正确的认识是非常重要的。对于研究与快速流动结合在一起的激励、混合、弛豫以及激光能量的抽取等过程，理论性的和实验性的研究都是需要的。作为气动激光合乎逻辑的一个发展，混合气动激光既具有远高于通常气动激光的效率又能成为一个很好的试验装置服务于各类方案性和规律性的研究。在我们实验室，继 1975 年在一台流率为  $10\text{kg/s}$  的燃烧型气动激光器上获得  $33\text{kW}$  的激光输出之后，改进这类器件的努力一直在进行。最近，一台混合气动激光装置已投入试验，目的在于对混合以及弛豫过程等进行研究。有关的理论计算已做过，本文集中讨论实验。对装置本身和至今已完成的实验作一简要的介绍。

$\text{N}_2$  由电弧加热器加热然后通过筛型喷管膨胀在喷管出口和  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  超音速地混合，于是  $\text{N}_2$  分子的振动能转给  $\text{CO}_2$  分子并在光腔中产生粒子数反转。可控硅直流电源被用来作为加热器的电源，容量为  $200\text{kW}$ ， $460\text{V}$ ， $500\text{A}$ 。加热器由一钨钨阴极和一环状铜阳极组成，其内部布满冷却水通道。它有 114 个喉部直径为  $0.5\text{mm}$  的  $\text{N}_2$  喷管和 57 个  $0.3\text{mm}$  喉部直径的  $\text{CO}_2/\text{H}_2\text{O}$  喷管，马赫数分别为 6 和 5，喷管出口的静压为  $4.8\text{Torr}$ ，总流率为  $20\text{g/s}$ ，光腔截面为  $132 \times 20\text{mm}$ ，考虑到边界层影响，在上下壁处作了修正。侧壁孔用作为小信号增益测量和流场显示功率的提取。这些部件均采用了水冷措施。

另一台  $\text{CO}_2$  激光器作为增益测量的探测光束，氯化钾晶体作为窗口材料，漫反射器置于红外探测器之前，数字打印机和数字电压表用于记录数据。

用一台红外电视系统进行流场显示。已在红外彩色电视屏上实时地观察并在录象磁带上记录了  $\text{CO}_2$  分子的红外辐射场分布。