

二氧化碳气动激光器

中国科学院上海光机所 气动激光研究组

气动激光器是用热泵浦的方法,使热能储存于振动模式中,利用超声速喷管,激光介质迅速冷却,使激光下能级冻结在平动模式,造成粒子数反转的一种激光器,它的出现是激光发展史上的重大进展。它不仅证实了热泵浦方式是可行的,省去电源,而且使气体流动技术应用于激光器内来,大大提高了单位体积、单位质量的功率输出,使气动激光器成了目前有潜力的高能激光器之一。我们自71年起,对 CO_2 气动激光器进行了多方面的实验和理论研究工作,本文是这些工作的总结,特别是实验结果的总结。

首先,总结了连续工作的 CO_2 气动激光器,特别是大流量(10公斤/秒)的高功率激光器的一般设计考虑、器件特性和部分实验结果。在较佳工作条件下,获得了连续输出3万7千瓦的大能量激光,比功率达4瓦/克/秒,接近国际先进水平。接着总结了脉冲气动激光器的研究工作,它为了解决气动激光器燃料问题、气源问题和提高工作介质的滞止温度做了一些开拓与基础性的工作,分析了脉冲气爆激光器的工作时间特性,对 $\text{H}_2 + \text{CO} + \text{O}_2 + \text{N}_2$ 和 $\text{C}_2\text{H}_2 + \text{CO} + \text{O}_2 + \text{N}_2$ 两种体系,进行了较深入的实验研究,分析了激光能量对 CO_2 含量、 H_2O 比分的依赖关系,测定了激光脉冲半宽度,在本器件上为500毫秒左右,最大单脉冲激光能量为504焦耳。最后总结了固体爆炸气动激光器的实验,固爆使气体滞止温度可达2000K以上,从而有可能提高比功率。本文总结了固体燃料爆炸时的一些技术难关,如燃料要求高含氮和高碳氢比,燃烧积炭问题,以及高温火焰的隔离等。我们已在四硝基甘脲、RDX、662和7201等四种固体炸药中获得激光输出,测得激光脉冲半宽度为10~40毫秒,最大输出功率为196瓦,激光能量约8.6焦耳。

高速流动激光器的稳定振荡条件、 模式结构与输出功率特性

中国科学院力学研究所 陈嗣熊

随着大功率、大能量激光器的产生,用高速流动方法排除废能,用快速膨胀方法冻结激光上能级已被广泛采用。因而,高速流动激光器光腔中的辐射场分布特征、输出功率等问题就成为人们普遍关心的问题。但由于在高速流动情况下,激活介质与辐射场的相互作用是非线性的,比较复杂,至今尚无一种计算高速流动激光器平行平面镜光腔的辐射场分布与功率的可靠有效方法。当然,这方面的工作已发表的也不少。早在1969年,T. A. Cool首先对充有流动激活介质的平行平面镜腔,在光沿着垂直于镜面的直线方向传播的假定下,计算了辐射场分布与功率。由于完全忽略了光的衍射效应,并假定光是沿着垂直镜面的直线方向传播,他得到了高速流动激光器光腔的稳定振荡条件为

$$g = -\frac{1}{2L} \ln(R_1 R_2)$$

这里 R_1 、 R_2 分别为 M_1 镜与 M_2 镜的反射率, L 为镜面之间的距离, g 为光腔中沿光轴方向的平均饱和增益。这一条件完全类似于非流动情形的稳定振荡条件。由这一条件,流动激活介质一进入光腔口,其增益就