

图5 放大器中调整灯-棒间距离对增益分布的影响

增益分布形态明显不同,纵轴顶上的强区变成了弱区。同时,从图3、图4横轴上的增益分布曲线看到,

由于灯和聚光腔的加工,装校调整的不对称性,左半边的最大光强度不均匀性约为13%,而右边的则可以达到55%。这些实验结果证明,聚光腔的加工精度,灯的直度、聚光腔与灯-棒之间的调整和对称性等对增益均匀性的影响是值得十分重视的问题。

(中国科学院上海光机所 黄镇江
高脐媛 杨义)

稳定单模连续 YAG 激光器

一、器件设计

理论分析与实验结果表明:激活介质的热效应不仅降低振荡模体积,而且严重影响输出的稳定性。合理选择腔镜曲率以及采用不对称腔长,可以提高基模体积及其热稳定性(热稳定性是指振荡模体积对于泵浦功率起伏引起的介质热效应扰动是不灵敏的)。

一根中等质量 $\phi 5 \times 90$ YAG 棒,其热焦距 f_T 随泵浦功率 P_{in} 的变化由图1曲线(I)给出。为提高基模体积及其热稳定性,对棒的一端面修磨 $R = -600$ 毫米的凹面,补偿介质的热效应;为消除“耦合腔”引起的弛豫噪音,将棒的另一端面磨一斜角 $\theta = 3.85$ 毫弧度。经上述修磨后的热焦距由图1曲线(II)给出。

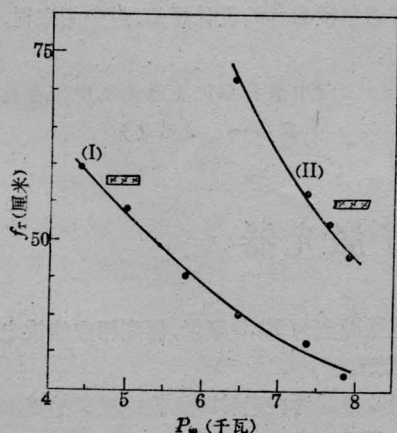


图1 热焦距 f_T 随泵浦功率 P_{in} 的变化

为使光泵均匀辐照 YAG 晶体,使用双氙灯泵浦的双椭圆柱聚光腔($e = 0.5$, $2a = 30$ 毫米)。采用

双灯泵浦,对于高功率泵浦下提高氙灯的使用寿命也是有利的。

为获得输出光束有一平面相前,又避免复杂的腔镜加工,采用 $R_1 = \infty$ 的平板输出镜,透过率为6%。全反射镜采用 $R_2 = -300$ 毫米的凸镜,增大基模体积。选择不对称的腔长,输出镜、全反射镜与棒中心的距离分别是145毫米、330毫米。在离全反射镜90毫米处插入 $\phi 1.5$ 毫米的内腔小孔,进一步抑制高阶模振荡。

二、器件性能

激光器输出功率用 JGK-3 型功率计测量, PZ8 直流数字电压表显示。

实验测定的光束发散角为:

$$\alpha = (\phi_2 - \phi_1) / 2D$$

其中 ϕ_1 、 ϕ_2 分别为输出镜处与之相距 $D = 2$ 米处的光斑直径,用红外变频器显示测量。测量结果表明:上述方法测定的束散角与采用透镜聚焦测量焦斑直径求得的束散角是比较一致的。输出光束的横模结构,用两种方法进行测量比较。一种方法是输出光束经焦距为860毫米的透镜聚焦,在焦平面上用增感的红外胶卷拍摄焦斑。曝光量严格控制在胶卷乳剂特性曲线的线性区。由焦斑的黑度曲线求得光束的强度分布;第二种方法,采用通常使用的马达转镜扫描,外加光阑的光电倍增管置于离开马达一定距离处接收,SBM-14 型示波器显示光束强度分布。

当不加内腔小孔时,激光器多模振荡的束散角随热焦距变化如图2所示。结果表明:热焦距在500~600毫米时(相位泵浦功率为6.9~7.5千瓦),

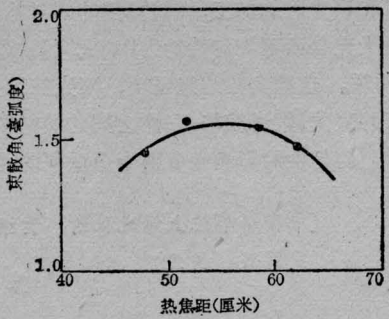


图2 多模束散角随热焦距的变化

输出光束发散角变化最小,即热稳工作区。

插入内腔 $\phi 1.5$ 毫米内腔小孔,泵浦功率 7.5 千瓦,输出光束经透镜聚焦,在焦平面上记录的基模光斑的黑度曲线与由此得到光束强度的高斯分布分别由图 3、4 给出。结果表明:实验测定的强度分布与理论值符合得较好。采用马达转镜扫描,得到相同的高斯分布。据此,确定激光输出为基模辐射。

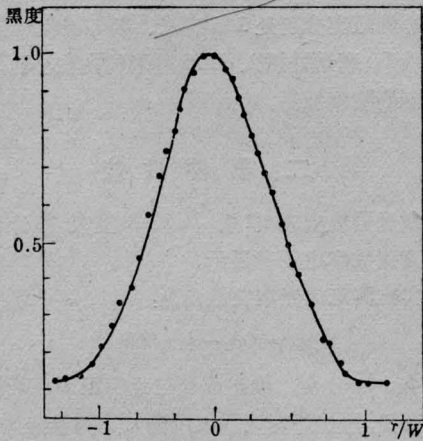


图3 基模光束张度分布的黑度曲线

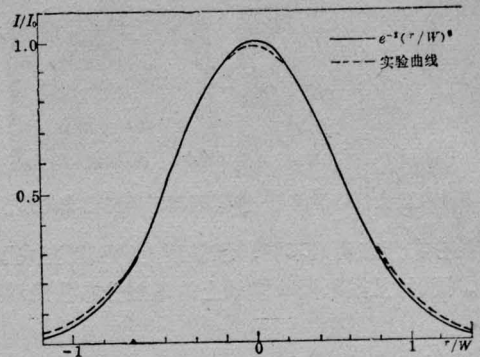


图4 基模光束强度的高斯分布

测量结果,单模连续 YAG 激光器的主要性能为:

输出功率: 多模 36.8 瓦,单模 12.1 瓦,单模与多模之比为 32.9%。

束散角: 0.46 毫弧度, (理论计算值为 0.4618 毫弧度)。

稳定性: $\Delta\alpha/\Delta f_T < 0.02$ 毫弧度/厘米, $\Delta\alpha/\Delta p_{in} < 6 \times 10^{-4}$ 毫弧度/瓦。

总体效率: 0.16%。

三、结 束 语

对于大量的激光应用来说,要求激光器具有输出光束亮度高、稳定性好,有足够使用的光功率。激光器能否达到这样的要求,取决于谐振腔是否有足够大的基模或低阶模振荡模体积。激活介质经热效应补偿后的平凸或凹凸激光谐振腔是能满足这样的要求的。由此可见,合理设计谐振腔是十分重要的。上述考虑单模器件的设计思想,对应用来说,是普遍适用的。

(中国科学院上海光机所 金德运
茹华一 凌君达)

布鲁斯电极的氮分子激光器

我们研制了采用石墨、具布鲁斯(Bruce)面型电极的氮分子激光器,获得 10 万千瓦的峰值输出,得到较大面积的激光强度分布。电极结构见图 1。

用直径 30 毫米、长 640 毫米的石墨棒沿轴向铣出宽 20 毫米的平面作放电面。把周边倒圆,使平滑地过渡到圆柱面,这样即获得近似 Bruce 面型电极。实验证明在运转条件下未产生边缘效应。

电极隙宽为 12.5 毫米,得到相应的放电截面有 2.5 厘米²。

图 2 是器件在运转时从放电面拍摄下来的辉光放电照片。图 3 是激光输出强度分布图样。

运转条件是: 电压 ~15 千伏,不流动氮气气压 60 托。当不流动氮气气压达 160 托时,均匀性变差,但能维持无弧放电。