

文中还针对 Nd+Cr:YAP 棒热焦距短的特点, 设计了工作在稳定区边界的平凸型谐振腔, 较好地解决了热焦距短的矛盾, 利用 $\phi 5.3 \times 54$ 毫米的 *b* 轴 Nd+Cr:YAP 棒获得了 32.8 瓦的激光输出。

参 考 资 料

- [1] 中国科学院福建物质结构研究所,《激光》, 1975, 2, No3, 33.
 [2] M. A. Karr; *Appl. Opt.*, 1971, 10, No4, 893.
 [3] G. A. Massey *et al.*; *Appl. Phys. Lett.*, 1970, 17, No4, 213.

多个激活元件激光器振荡模式体积的匹配

中国科学院上海光机所 叶碧青 马忠林 凌君达

为了使多根 YAG:Nd 棒串接的高功率连续激光器的工作状态最佳化, 必须研究振荡模体积的匹配问题。我们利用变换矩阵的方法, 对 YAG:Nd 棒内受热聚焦制约的激光光能的分布规律进行了深入的理论分析, 在这个处理中, 所串接的各根激光棒的几何尺寸和热聚焦特性可以是不同的。我们认为, *n* 根不同的激光棒内振荡模体积的匹配程度可由如下的参量 *Q* 来描述:

$$Q = \sum_{i=1}^n \frac{\pi l_i}{3} (W_{i1}^2 + W_{i1}W_{i2} + W_{i2}^2) / \pi H W_H^2$$

其中, l_i 为第 *i* 根棒的长度, W_{i1} 和 W_{i2} 为第 *i* 根棒两端面处基模的半径。如果第 *i* 根棒的半径为 r_i , 在所有的 $\frac{W_{i1}}{r_i} \cdot \frac{W_{i2}}{r_i}$ 中, 其最大值为 $\frac{W_{m1}}{r_m}$ 或 $\frac{W_{m2}}{r_m}$, 则

$$W_H = W_{m1} \text{ 或 } W_{m2},$$

$$H = \sum_{i=1}^n \left(\frac{r_i}{r_m} \right)^2 l_i.$$

文中给出的电子计算机计算结果, 是对于由两根端面相距 145 毫米的 $\phi 5.64 \times 137$ 毫米(棒 I)和 $\phi 4.74 \times 133$ 毫米(棒 II)的 YAG:Nd 棒组成的激光器所作的计算, 其中包括参量 *Q*、最高阶振荡横模模数和输出光束发散角等随激光谐振腔几何结构和棒的热焦距变化的函数关系。若平面腔镜至棒 I 和棒 II 的端面的距离分别为 d_1 和 d_3 , 而棒 I 的热焦距 $f_1=212$ 毫米, 棒 II 的热焦距 $f_2=194$ 毫米, 则在 d_3-d_1 图上, 激光棒内振荡模体积的最佳匹配区域是狭长形的, d_1 在 80 至 90 毫米之间, d_3 在 46 至 48 毫米之间。对于 $f_2=194$ 毫米, 而 f_1 取 330、300、212 毫米, *Q* 值与 d_3 呈陡变的函数关系。对于 $f_1=212$ 毫米, 而 f_2 取 305、194 毫米, *Q* 值与 d_1 呈缓变的函数关系。

同时, 我们还对两根串接的 YAG:Nd 棒的连续振荡进行了相应的实验研究。测量了棒 I 和棒 II 的热焦距随氩灯的输入功率变化的函数关系。在给定的 f_1 和 f_2 值下, 获得了输出功率随 d_1 和 d_3 变化的函数曲线, 其结果与理论分析十分符合。因而表明 *Q* 值是影响激光输出功率的主要因素。在 $f_1=212$ 毫米, $f_2=194$ 毫米, $d_1=100$ 毫米和 $d_3=62$ 毫米的情况下, 交换谐振腔的输出腔镜和全反射腔镜的位置, 测得其交换前后的发散角之比为 1.18, 与计算结果 1.16 也很一致。

本文讨论的激光器谐振腔是平面腔镜形式, 利用振荡波型的等相位面变换关系, 可以容易地把结果推广到由球面腔镜构成的谐振腔情况。

在两根串接的激光棒完全相同的对称情况下, 我们的研究结果与 B. P. Кушнир 等人的结论一致。