

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0201-02

双侧横向抽运方式的染料激光放大器的实验研究

陈日升 谢全新 张元芫 刘春红 张云兴

(天津理化工程研究院, 天津 300180)

摘要 报道了用双侧横向抽运方式的染料激光放大器进行的实验研究, 实验获得了染料激光输出功率 34 W, 抽运激光功率提取效率 37% 的结果。文中对实验结果进行了必要的分析, 讨论了染料溶液浓度、染料激光波长以及注入染料激光功率对染料激光放大器输出激光功率和抽运激光功率提取效率的影响。

关键词 染料激光器, 染料激光放大器, 双侧抽运

中图分类号 TN248.3⁺3 文献标识码 A

Experimental Study of Double-sided Transversely Pumped Dye Laser Amplifier

CHEN Ri-sheng XIE Quan-xin ZHANG Yuan-yuan LIU Chun-hong ZHANG Yun-xing
(Institute of Physical and Chemical Engineering, Tianjin 300180)

Abstract An experimental study has been performed on a double-sided transversely pumped dye laser amplifier. The output power of the amplifier has arrived 34 watts, and the amplifier extraction efficiency up to 37% has been obtained. Furthermore, the analytic expressions of the efficiency and output power related to the dye solution concentration, laser wavelength and input dye laser power have been given.

Key words dye laser, dye laser amplifier, double-sided pump

1 引言

染料激光器以其激光光谱覆盖范围广、激光波长连续可调节、可以实现窄激光脉宽和窄激光线宽运转等特点在激光光谱学、激光受控化学反应、激光大气传播等许多领域得到了广泛的应用。为了获得高输出功率的染料激光, 通常将染料激光振荡器输出的激光注入到染料激光放大器的激光放大介质区, 注入的染料激光吸收抽运激光的能量, 使染料分子能级粒子数发生反转, 产生注入激光能量的放大输出。本文介绍了用我们自己研制的双侧横向抽运方式的染料激光放大器进行的实验研究。

2 实验装置

图 1 为实验装置示意图。图中虚线框为我们所研制的染料激光放大器, 其中 DC 是放大器的染料池, 染料为 Rh101 乙醇溶液, 抽运激光 PL_1 和 PL_2 经聚焦柱透镜 CL_1 和 CL_2 双侧抽运染料池。染料激光放大器的注入光由 LAMBDA PHYSIK

LPD3000 染料激光器提供, I 是矩形光阑, L 是聚焦透镜, 用来对注入激光空间整形。 M_1 和 M_2 是 M-92 型激光功率计, 分别用来测量放大器注入激光功率和输出激光功率, M_3 和 M_4 是 Coherent LabMaster 型激光功率计, 分别用来测量双侧抽运激光功率。

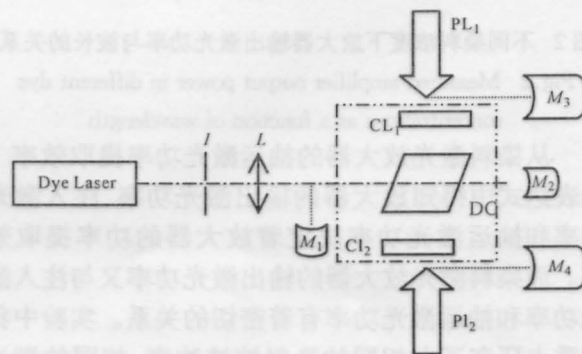


图 1 双侧抽运染料激光放大器的实验装置
Fig. 1 Experimental setup for double-sided pumped dye amplifier

3 实验结果与分析

在脉冲染料激光放大器的实验研究中,很重要的参数是激光放大器的输出功率和功率提取效率 η , η 的定义如下:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}} - P_{\text{in}}}{P_{\text{pump}}}$$

这里, P_{in} 、 P_{out} 和 P_{pump} 分别为染料激光放大器的注入激光功率、输出激光功率和抽运激光功率。

染料激光放大器的输出激光功率不仅受到注入激光功率和抽运激光功率的限制,而且与染料溶液的浓度和染料激光输出波长有很大的关系。实验中,我们在抽运激光功率为 72 W,注入放大器的染料激光功率为 7.3 W 的条件下,测量了对应三种不同染料溶液浓度和不同激光波长时放大器的输出激光功率,结果如图 2 所示。在染料溶液浓度为 1.6 m·mol/L,激光波长为 624 nm 时,放大器的输出激光功率达到了 34 W,而在染料溶液浓度为 1.4 m·mol/L 和 1.9 m·mol/L 时放大器的输出激光功率都有所下降。从图中还可以看到,该染料激光放大器输出激光的峰值波长出现在 624 nm 附近,随着激光波长的增大或减小,放大器的输出激光功率都将下降。

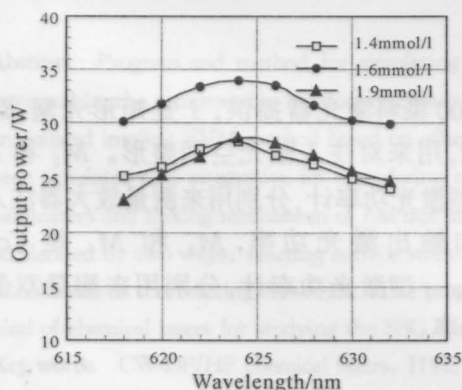


图 2 不同染料浓度下放大器输出激光功率与波长的关系

Fig. 2 Measured amplifier output power in different dye concentrations as a function of wavelength

从染料激光放大器的抽运激光功率提取效率 η 的表达式中得知放大器的输出激光功率、注入激光功率和抽运激光功率决定着放大器的功率提取效率。而染料激光放大器的输出激光功率又与注入激光功率和抽运激光功率有着密切的关系。实验中我们重点研究了在相同的染料溶液浓度、相同的激光波长和相同的抽运条件下,染料激光放大器的功率提取效率与注入激光功率的变化关系,如图 3 所示。图中染料溶液的浓度为 1.6 m·mol/L,激光波长为

624 nm,抽运激光功率为 72 W。从图中可以看到,当注入激光功率从 2.4 W 增加到 7.4 W 时,染料激光放大器的功率提取效率从 9.8% 增大到了 37%。由于实验条件的限制,我们没有继续增加注入激光功率。随着注入激光功率的继续增加,放大器的功率提取效率还会继续增大,但是从图中的曲线趋势来看,提取效率增大的幅度会逐渐减小并趋于饱和。

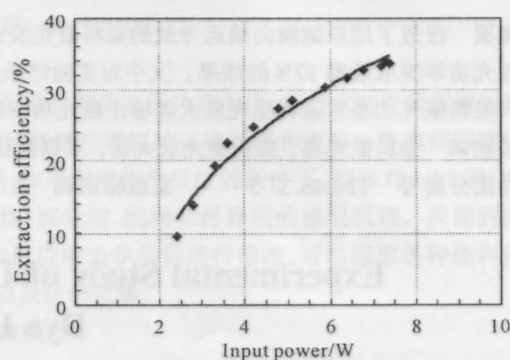


图 3 注入激光功率与放大器功率提取效率的关系

Fig. 3 Amplifier extraction efficiency versus input dye laser power

4 结 论

用双侧横向抽运方式的染料激光放大器进行了放大实验研究,实验获得了染料激光输出功率 34 W,抽运激光功率提取效率 37% 的结果。从实验结果分析,我们得到了染料激光放大器的输出激光功率与染料溶液浓度、染料激光波长、注入染料激光功率及抽运激光功率有着密切的关系,放大器的抽运激光功率提取效率随着注入激光功率的增加而增大,并最终趋向饱和。

参 考 文 献

- 1 Richard P. Hackel, Bruce E. Warner. The copper-pumped dye laser system at Lawrence Livermore National Laboratory. *Proc. SPIE*, 1993, **1859**:121~129
- 2 Criag C. Jensen, Hartmut Schroder. Complete optical analysis of UV laser dye using saturation techniques. *Appl. Opt.*, 1992, **31**(33):7012~7021
- 3 R. Steven Hargrove, Tehmau Kan. High power efficient dye amplifier pumped by copper vapor lasers. *IEEE J. Quant. Electron.*, 1980, **QE-16**(10):1108~1113
- 4 陈日升,张志忠,谢全新等. 高功率脉冲染料激光放大器物理设计. *光学学报*, 2001, **21**(7):815~819
- 5 Sunita Singh, Kamalesh Dasgupta. High power high repetition rate copper vapor pumped dye laser. *Opt. Engng.*, 1994, **33**(6):18941903