

文章编号: 0258-7025(2002)Supplement-0148-03

二极管抽运 100 mJ Nd:YLF 系统研究

秦兴武 李明中 罗亦鸣 陈良明 隋展丁 磊 梁樾 赵润昌
(中国工程物理研究院激光聚变研究中心, 绵阳 621900)

摘要 报道了环形高功率二极管侧面抽运 Nd:YLF 激光放大系统, 系统采用离轴双程放大结构。一放大器单通增益为 2.66, 另一放大器单通增益为 3.01。系统损耗为 34.7%, 在注入为 137.4 μJ 时, 输出为 100 mJ, 净增益为 1115。

关键词 环形; 高功率二极管; 侧面抽运; 离轴; 双程放大

中图分类号 TN248.1 **文献标识码** A

100 mJ Laser-pumped Nd:YLF Laser Amplifier System

QIN Xing-wu LI Ming-zhong LUO Yi-ming CHEN Liang-ming SUI Zhan
DING Lei LIANG Yue ZHAO Run-chang

(Laser Fusion Research Center of China Academy of Engineering Physics, Mianyang 621900)

Abstract High power laser diode arrays pumped Nd:YLF laser amplifier system with abaxial double-pass was studied. A single laser head gain is 2.66, another laser head gain is 3.01. The system wastage is 34.7%, with the injected energy of 137.4 μJ , the output energy is 100 mJ and net gain is 1115.

Key words ring, high power laser diode arrays, side-pumped, abaxial, double-pass amplification

1 引 言

在原型装置预放级重复频率放大器系统中, 采用 LD 代替闪光灯作为抽运源, 可克服闪光灯抽运时带来的热退偏和其它副作用, 能量输出的不确定性小, 光束质量高, 将提高整个驱动器系统的运转效率、稳定性和成功率。本文就这方面进行了研究, 用环形二极管侧面抽运 Nd:YLF, 采用离轴双程放大结构, 实现了在注入为 137.4 μJ 时, 输出为 100 mJ 激光放大器系统。

2 系统设计

图 1 为设计的系统光路排布示意图。该系统有单纵模振荡器, 两个激光放大器。振荡器产生种子光脉冲, 波长为 1.053 μm , 能量约 1 mJ, 通过空间整形后注入磁光隔离器, 使光束偏振态旋转 45° 而后进入激光放大器; 注入脉冲在激光放大器单程走 V 字型, 通过空间滤波器滤波后进入下一个激光放大器, 末端反射镜使光束离轴再次进入两个激光放大器, 即光束在每个放大器来回走四次, 最后通过偏振片输出。

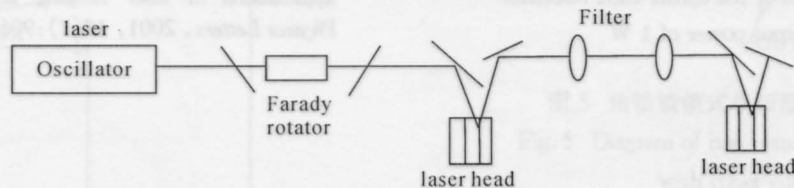


图 1 环形二极管抽运 Nd:YLF 系统光路排布示意图

Fig. 1 Optics schematic of ring diode pumped Nd:YLF system

激光头采用二极管侧面抽运 YLF 结构, 由两个 1.5 kw 的半圆形二极管阵列构成圆形结构, Nd:

YLF 棒置于其中, 类似于以往的闪光灯抽运, 提高了抽运光的利用效率。

3 系统模拟

根据系统要求,在软边光阑处用方光束作为模拟光束,注入能量为 22 μJ ,如图 2 和图 3 所示。光束经过系统后,激光能量由 22 μJ 增加到输出时的 180 mJ,光束的相位畸变很小,输出如图 4 所示。该模拟是在单通增益 11.6 时得到的结果(这里的“单通”是指入射种子光经增益介质另一端面反射后,又从入射端面出射的 V 字型光路)。图 5 为系统单个激光头增益与抽运功率模拟计算得到的曲线。

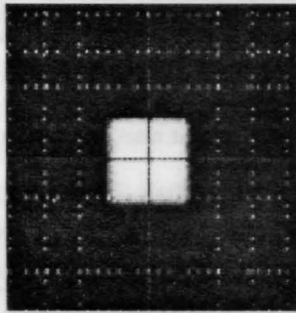


图 2 注入脉冲空间波形

Fig.2 Spatial waveform of injection pulse

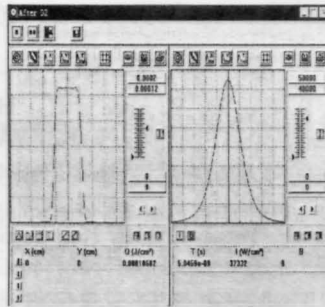


图 3 光强沿 x 轴的分布及时间分布

Fig.3 x-axis intensity and time profile

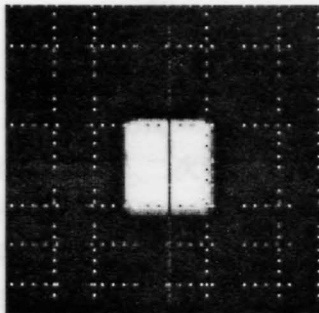


图 4 输出脉冲空间波形

Fig.4 Spatial waveform and output pulse

4 实验装置和实验结果

实验装置光路如图 1 所示,抽运源(半圆形高功

率二极管阵列)由信息部电子 13 所提供。对单个激光头,建立一振荡器,在输出耦合镜的透过率为 30% 时,当抽运电流为 75 A 时获得了波长为 1054 nm、能量为 1.011 J、的最大输出,光光转换效率为 59.9%,斜效率为 70.4%,激光器的光-光效率曲线如图 6,阈值电流为 18 A。根据二极管的电流-功率曲线可知,阈值功率为 675 W。采用行波放大,测得每个激光头在不同抽运电流下的增益,如图 7 和图 8 所示。

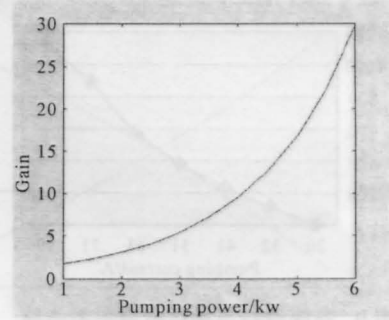


图 5 抽运功率与增益关系

Fig.5 Pumping power versus gain at different pumping current

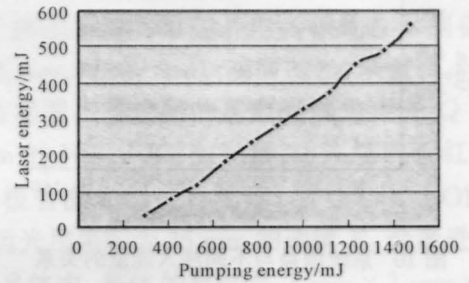


图 6 激光头光-光效率曲线

Fig.6 The laser head optical-optical slope efficiency

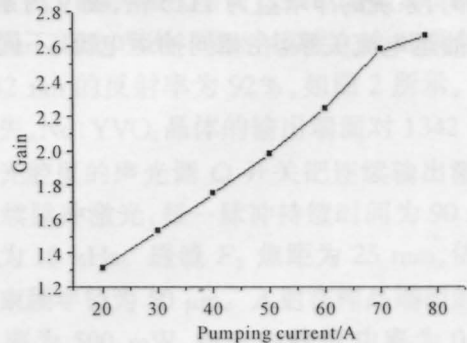


图 7 激光头 1 增益与抽运电流曲线

Fig.7 No. 1 laser head gain versus pumping current

在抽运电流为 78 安培时,激光头 1 单通增益为 2.66 倍,激光头 2 单通增益为 3.01 倍。

注入脉冲从偏振片注入,通过系统双程放大后,偏振方向改变了 90°,再由偏振片导出。经过测量,整个系统的静态损耗为 34.7%。在抽运电流为

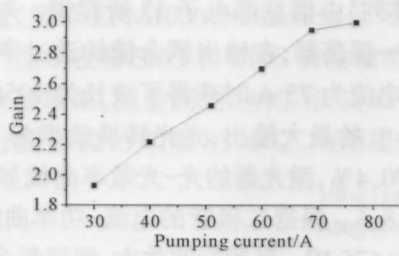


图 8 激光头 2 增益与抽运电流曲线

Fig. 8 No. 2 laser head gain versus pumping current

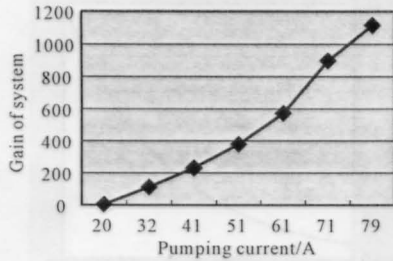


图 9 系统增益与抽运电流关系曲线

Fig. 9 The system gain versus pumping current

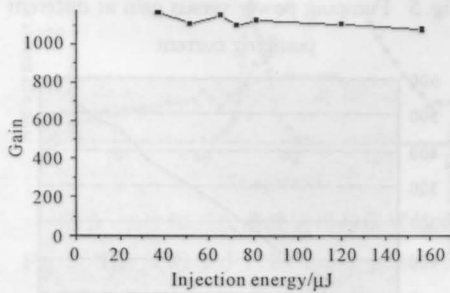


图 10 系统增益与不同注入能量的关系

Fig. 10 The system gain versus different injection energy

78 安培时,系统的净增益为 1115 倍,图 9 为系统净增益与抽运电流关系。在相同抽运电流、不同输入

能量情况下,测得系统的净增益,如图 10 所示。系统在注入 137.4 μJ 时,输出为 100 mJ,图 11 为放大输出近场图。

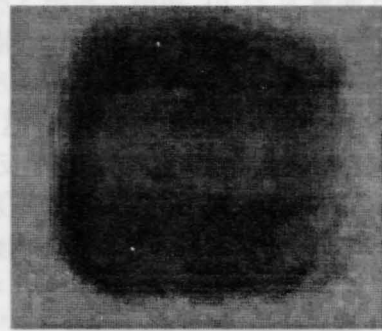


图 11 系统输出近场

Fig. 11 Output near-field pattern

5 结 论

用环形高功率二极管抽运 Nd:YLF,系统可获得 100 mJ 的输出,净增益为 1115 倍。尽管实验获得的增益和理论结果相比较有些差别,但整个实验结果可以满足系统的设计要求。

参 考 文 献

- 1 J. Song, A. P. Liu, D. Y. Shen *et al.*. High optical-to-optical efficiency of LD pumped cw Nd:YAG laser under pumping distribution control. *Appl. Phys. (B)*, 1998, **66**:539~542
- 2 Shuchi Fujikawa, Tetsuo Kojima, Koji Yasui. High power high efficient diode-side-pumped Nd:YAG laser. *OSC TOPS Vol. 10 Advanced Solid State Laser*, 1997
- 3 Hans Bruesselbach, David S. Sumida *et al.*. High-Power Diode Side-Pumped Yb:YAG Laser. *OSC TOPS*, 1997, **10**, *Advanced Solid State Laser*