

中国激光

21.7 GHz 线宽保偏光纤激光器实现 3.22 kW 近衍射极限输出

保偏窄线宽光纤激光器在基础科学、工程应用等领域有广泛的应用前景。目前非保偏窄线宽光纤激光器的输出功率已达到 5 kW, 而保偏窄线宽光纤激光器由于非线性和模式不稳定(MI)的阈值更低, 在相同线宽下的输出功率远低于非保偏窄线宽光纤激光器。

最近中国工程物理研究院激光聚变研究中心采用白噪声相位调制方式展宽单频激光线宽, 并通过优化放大级结构有效抑制了受激布里渊散射(SBS)效应和 MI 效应, 最终获得了输出功率约为 3.22 kW、光谱线宽为 21.7 GHz、偏振消光比为

90% 的激光输出。全光纤保偏激光器基于主振荡功率放大结构, 如图 1 所示, 单频激光器(SF)经白噪声(WNS)相位调制后光谱展宽为 21.7 GHz, 从而抑制 SBS, 经过多级预放提升输出功率, 主放大器采用反向泵浦方式进行功率放大, 增益光纤采用保偏掺镱光纤(YDF), 半导体激光器(LD)提供泵浦光, 最终激光经石英端帽(QBH)输出。放大器的测试结果如图 2 所示, 当泵浦功率为 4.13 kW 时, 输出功率约为 3.22 kW, 光光转换效率为 78%, 返回光功率约为 25 mW。在最高输出功率下, 激光偏振消光比为 90%, 光谱线宽为 21.7 GHz, 拉曼抑制比达

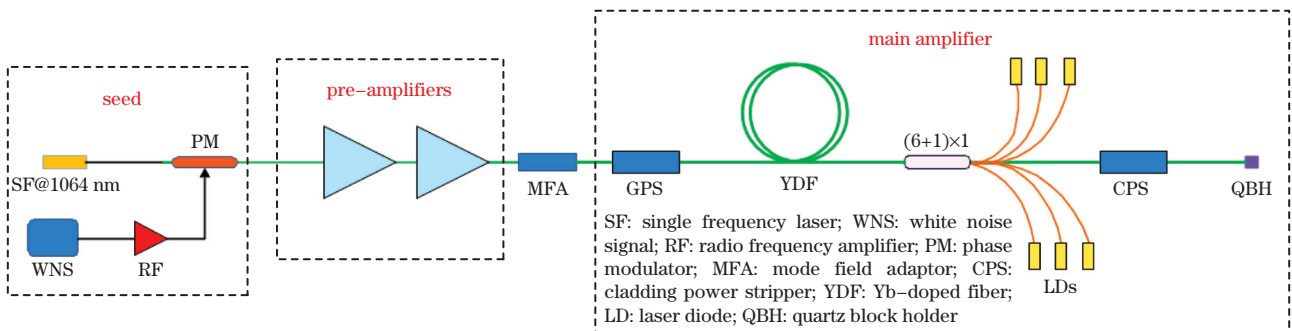


图 1 全光纤保偏窄线宽激光器的结构示意图

Fig. 1 Experimental setup diagram of all-fiber polarization maintained laser with narrow width

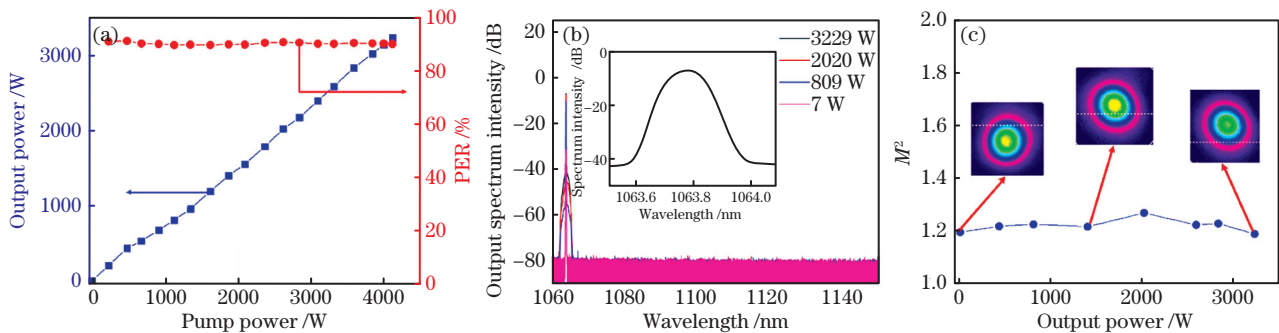


图 2 输出功率和偏振消光比(PER)随泵浦功率的变化, 以及不同输出功率的光谱图和光束质量。

(a) 输出功率和 PER 随泵浦功率的变化; 不同输出功率的 (b) 光谱图和 (c) 光束质量

Fig. 2 Output power and polarization extinction ratio (PER) varying with pump power, and output spectra and beam quality at different output powers. (a) Output power and PER varying with pump power; (b) output spectra and (c) beam quality at different output powers

70 dB, 光束质量为 $M_x^2 = 1.170$, $M_y^2 = 1.201$ 。当光谱线宽为 21.7 GHz 时, 在 3.22 kW 输出功率下, 没有观察到明显的 SBS 和 MI 现象, 进一步的功率提升主要受限于泵浦功率。为进一步验证该系统在不同光谱线宽下的输出能力, 通过调节相位调制信号使光谱线宽展宽为 10 GHz、16 GHz 和 19 GHz, 该

系统分别实现了 2.1 kW、2.5 kW 和 2.8 kW 单模输出, 进一步的功率提升主要受限于 SBS 效应。该光源是目前已报道的输出功率最高的保偏窄线宽光纤激光器, 通过进一步优化系统提升输出功率和偏振消光比是下一步亟待开展的工作。

楚秋慧*, 郭超, 舒强, 颜冬林, 吴文杰, 李峰云, 张昊宇, 林宏奂, 王建军, 景峰

中国工程物理研究院激光聚变研究中心, 四川 绵阳, 621900

通信作者: *chuqiuhui809@caep.cn

收稿日期: 2021-04-09; 修回日期: 2021-05-06; 录用日期: 2021-05-12