



·研究快讯·

< 10 GHz 窄线宽线偏振近衍射极限 光纤激光实现 4 kW 输出*

王岩山^{1,2}, 彭万敬^{1,2}, 王 珏^{1,2}, 杨小波^{1,2}, 余鸿铭^{1,2}, 刘 航^{1,2,3}, 喻安康^{1,2},
王 尧^{1,2}, 李腾龙^{1,2}, 魏江才^{1,2}, 冯昱骏^{1,2}, 孙殷宏^{1,2},
马 毅^{1,2}, 高清松^{1,2}, 唐 淳^{1,2}

(1. 中国工程物理研究院 应用电子学研究所, 四川 绵阳 621900; 2. 中国工程物理研究院 高能激光科学与技术
重点实验室, 四川 绵阳 621900; 3. 中国工程物理研究院 研究生部, 北京 100088)

中图分类号: Tn248

文献标志码: D

doi: 10.11884/HPLPB202335.230213

窄线宽线偏振近衍射极限光纤激光在相干合成和光谱合成领域具有重要的应用, 近年来得到了研究人员的广泛关注。对于相干合成来说, 光纤激光器的线宽越窄, 其光程控制精度的要求越低, 系统结构越简单。而对于光谱合成来说, 线宽越窄, 谱合成后的光束质量越好。一般情况下, 相干合成和单光栅光谱合成系统要求光纤激光的线宽小于 10 GHz。目前, 高功率窄线宽光纤激光器一般采用主振荡功率放大结构(MOPA), 在放大过程中输出功率主要受限于受激布里渊散射(SBS)、自脉冲和模式不稳定效应。

近期, 中国工程物理研究院应用电子学研究所一方面通过单频种子相位调制参数优化提升了 SBS 及自脉冲阈值, 另一方面通过大模场保偏光纤模式纯化技术提升了 SBS 和模式不稳定阈值, 实现了 4 kW 超窄线宽近衍射极限输出。图 1 显示了单频种子相位调制参数优化后的光谱及放大过程中不同功率下的消光比特性, 测得的 20 dB 二阶矩线宽为 9.8 GHz, 种子在放大过程中的消光比始终大于 98%, 最大功率下的消光比为 98.6%。图 2 给了窄线宽保偏光纤放大器的回光功率随输出激光功率的变化关系及最大输出功率下的时域特性, 可以看出最大激光功率下放大器的回光功率为 1.04 W, 回光时域中脉冲峰值不超过平均功率的 2 倍, 意味着该放大器还尚未达到自脉冲阈值。图 3 给出了窄线宽保偏激光在放大过程中的光束质量变化特性, 可以看出在放大过程中光束质量 M^2 因子(4-sigma 法)始终小于 1.2, 最大功率下的 M^2 约为 1.18。同时从图 3 插图中激光器最大功率下的时域特性可以看出, 该放大器在最大功率下还尚未达到模式不稳定阈值。该结果是国内外 10 GHz 以内的窄线宽保偏激光器报道的最高输出功率, 同时具备近单模的光束质量和高消光比的偏振特性。

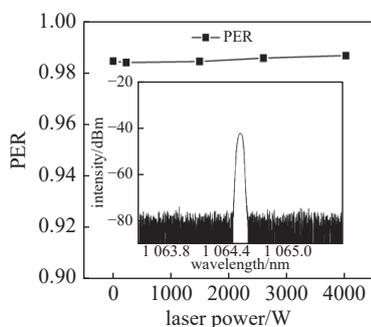


图 1 偏振消光比随激光功率的变化关系

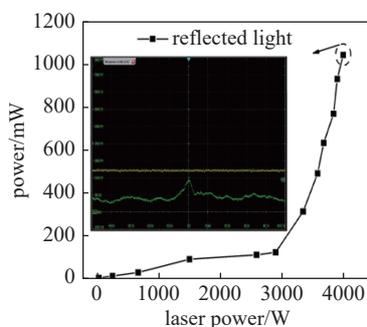


图 2 回光功率随激光功率的变化关系

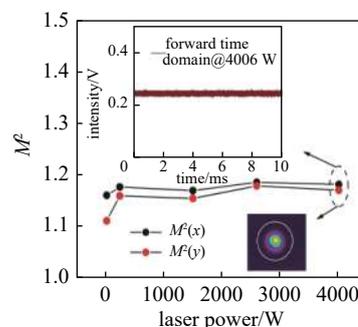


图 3 光束质量随激光功率的变化关系

致 谢 感谢邓旭、蔡月华在实验中的帮助, 感谢华中科技大学李进延老师和邢颖滨老师提供的大模场保偏光纤。

* 收稿日期: 2023-07-10; 修订日期: 2023-07-25
基金项目: 中物院创新发展基金项目 (C-2021-CX20210047)
联系方式: 王岩山, wangyanshande@163.com.
通信作者: 冯昱骏, fabius769@163.com;
孙殷宏, sunyinhong@caep.cn.