

高功率单频线偏振光纤放大器特性研究

激光光学

漆云凤 周 军 刘 驰 何 兵 董景星 魏运荣 楼祺洪 陈卫标

(中国科学院上海光学精密机械研究所上海市全固态激光器与应用重点实验室, 上海 201800)

高功率单频激光在引力波探测、自由空间光通信、遥感、激光雷达、光参量振荡以及相干光束组束等众多领域中都具有重要的应用。采用主振荡功率放大(MOPA)技术能够很好地保持种子光的光束质量和激光特性,是实现高功率单频激光的重要途径^[1]。相对于其他激光材料,采用掺镱(Yb)光纤作为增益介质,具有效率高、体积小、散热好等优点。基于多级光纤级联放大技术,建立了多链路保偏光纤放大系统,对级联光纤放大中的受激布里渊散射(SBS)抑制和偏振净化等进行了实验研究,成功实现了百瓦量级单模、单频、线偏振的激光输出。

种子光注入主振荡功率放大系统的实验装置结构如图1所示,我们采用单频、线偏振 Nd:YVO₄ 固体激光器作为种子源,通过 1×N 保偏分束器将种子光功率平均成 N 等份,再分别注入到各掺镱光纤放大链路中,通过两级光纤级联放大,实现了多路并联的单频、线偏振的激光功率放大,将

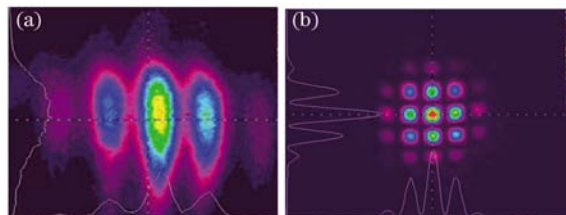


图 2 高占空比相干组束远场干涉效果图 (a) 基于相位调制主动相干组束技术; (b) 基于自成像腔被动相干组束技术。单路激光的功率由数十毫瓦提升到十瓦量级^[2]; 通过采用缠绕法模式控制技术,得到了近衍射极限的激光输出。采用主被动两种相位控制技术,结合高占空比的光束拼接,演示了多路光纤激光的相干组束,获得了稳定的远场相干图样。图 2(a) 给出了基于主动位相控制的两路光纤放大的远场相干图样^[3]; 图 2(b) 给出了基于光反馈环形腔被动锁相的 4 路二维光纤放大的远场相干图样。

放大光纤中的 SBS 是限制 MOPA 向更高功率发展的瓶颈之一。增大放大光纤中纵向分布的温度梯度,改善 SBS 的增益带宽特性,是降低 SBS 的增益,提高 SBS 阈值的有效途径。基于此,我们设计和采用了分段式温度梯度控制方法,以抑制高功率单频光纤放大器中的 SBS 效应,获得了百瓦量级单频线偏振的光纤放大输出。实验采用中心波长为 1064 nm,光谱线宽为 20 kHz,偏振消光比(PER)约 20 dB 的单频线偏振分布式反馈(DFB)光纤激光器做种子源(光纤输出功率约 10 mW),通过两级级联 MOPA,实现了功率为 128 W 的单频、线偏振、近衍射极限单模连续激光输出。得益于放大级的参数优化和有效的抽运波长稳定控制技术,主放大器的光-光转换效率达到 83%, PER 高于 12 dB。实验中,未观测到明显的放大自发辐射(ASE)和 SBS 对功率放大的影响问题。

基金项目:国家自然科学基金(60907045,60908011)和国家高技术研究发展计划(863 计划)(2008AA03Z405)资助课题。

通信作者:周 军, E-mail: junzhousd@siom.ac.cn

参 考 文 献

- 1 Y. Jeong et al.. *IEEE J. Sel. Top. Quantum Electron.* 2007, **13**(3): 546~551
- 2 Y. Qi et al.. *Appl. Opt.*, 2009, **48**(29): 5514~5519
- 3 P. Zhou et al.. *Appl. Phys. Lett.*, 2009, **94**(23): 231106

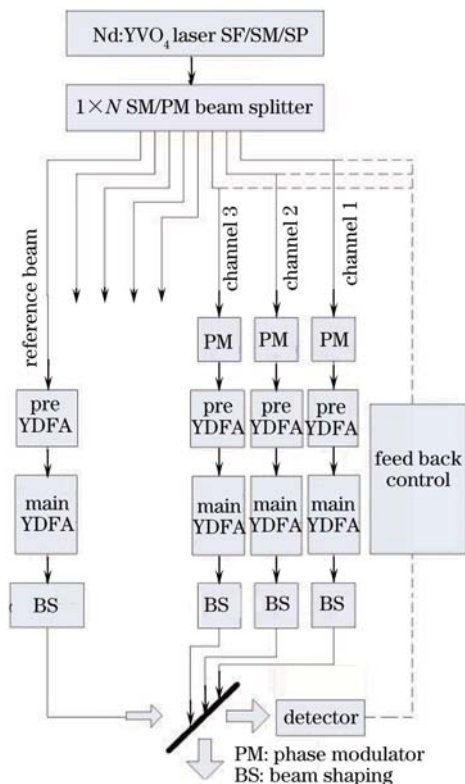


图 1 MOPFA 结构单频保偏光纤级联放大系统结构示意图