



窄线宽光纤激光突破4 kW近单模输出

马鹏飞 肖虎 冷进勇 李灿 陈子伦 王小林 王泽锋 周朴 陈金宝

Beyond 4 kW narrow-linewidth and near single-mode fiber laser

Ma Pengfei, Xiao hu, Leng jinyong, Li san, Chen zilun, Wang xiaolin, Wang zefeng, Zhou pu, Chen jinbao

在线阅读 View online: <https://doi.org/10.3788/IHLA20200421>

您可能感兴趣的其他文章

Articles you may be interested in

142 W高峰值功率窄线宽线偏振脉冲光纤激光器

142 W high peak power narrow-linewidth linearly polarized pulsed fiber laser

红外与激光工程. 2020, 49(4): 0405003–0405003–6 <https://doi.org/10.3788/IHLA202049.0405003>

国产25/400 μm掺镱光纤实现3.2 kW激光输出

3.2 kW laser output by domestic 25/400 μm Yb-doped fiber

红外与激光工程. 2019, 48(7): 706009–0706009(6) <https://doi.org/10.3788/IHLA201948.0706009>

1 mJ窄线宽掺镱脉冲光纤放大器

1 mJ narrow linewidth Yb-doped pulsed fiber amplifier

红外与激光工程. 2019, 48(S1): 50–55 <https://doi.org/10.3788/IHLA201948.S105001>

高重频高峰值功率窄线宽激光放大器

High repetition, high peak power and narrow line-width laser amplifier

红外与激光工程. 2019, 48(2): 206002–0206002(5) <https://doi.org/10.3788/IHLA201948.0206002>

基于相位调制器的宽带窄线宽的线性调频激光源的产生

Generation of linear frequency modulation laser source with broadband narrow linewidth using optical phase modulator

红外与激光工程. 2020, 49(2): 0205004–0205004 <https://doi.org/10.3788/IHLA202049.0205004>

单频EYDFA中种子光功率和增益光纤温度对输出线宽的影响

Influence of seed power and gain fiber temperature on output linewidth in single-frequency EYDFA

红外与激光工程. 2018, 47(10): 1005004–1005004(6) <https://doi.org/10.3788/IHLA201847.1005004>

窄线宽光纤激光突破 4 kW 近单模输出

马鹏飞, 肖虎, 冷进勇, 李灿, 陈子伦, 王小林, 王泽锋, 周朴*, 陈金宝

(国防科技大学前沿交叉学科学院, 湖南 长沙 410073)

高功率窄线宽光纤激光在光束合成、非线性频率变换等领域具有重要应用需求, 近年来成为激光技术领域的研究热点。目前, 已有多家单位报道了千瓦级(以上)量级的高功率窄线宽光纤激光。2016年, 笔者所在课题组基于半导体直接泵浦方案实现了1.89 kW线偏振窄线宽激光输出, 偏振消光比为15.5 dB, 3 dB激光线宽为45 GHz; 2018年, 课题组又基于同带泵浦方案实现了3.94 kW高功率窄线宽激光输出, 满功率输出时90%以上功率集中在宽度为0.89 nm的光谱范围内, 但是模式不稳定(TMI)引起了光束质量的劣化。由于谱功率密度高、相干性好, 窄线宽光纤激光系统存在受激布里渊散射(SBS)、受激拉曼散射(SRS)、TMI等多重非线性效应, 提升输出功率的同时保持光束质量面临较大困难。

最近, 本课题组基于白噪声相位调制技术抑制SBS, 引入高阶模相对损耗抑制TMI, 实现输出功率达~4125 W的高功率、近单模窄线宽光纤激光输出。系统结构如图1(a)所示, 通过对单频种子施加白噪声

信号调制获得中心波长为1071.6 nm、功率为20 mW的窄线宽种子源(Seed); 随后经过三级预放大器(P-As)预放大到~40 W后经过99.9:0.1的耦合器(Coupler)和模式匹配器(MFA)后注入主放大器; 耦合器(Coupler)的0.1%端口用以监测(Monitor)放大过程中的回光变化; 主放大器选用20/400 μm增益光纤(YDF, NA~0.061), 采取双向泵浦方式抽运, 前后向泵浦功率配比约为1:2; 前后向残余的包层光通过滤除器(CL1、CL2)滤除, 放大输出激光通过光纤端帽和准直器(Endcap+CO)输出到自由空间。输出功率与泵浦功率的关系如图1(b)所示, 系统最大输出功率为4125 W, 对应的主放大器斜率效率为~74%。满功率输出时的光谱测量结果如图1(c)所示, 3 dB线宽为~0.44 nm, 在光谱信噪比达55 dB时没有观察到明显的SRS效应; 此外, 图1(c)给出了最高功率下输出激光的远场光斑分布, M^2 因子测量值为1.23。进一步功率提升可能会面临TMI或SRS效应的制约, 对上述两种效应的进一步权衡优化是下一步的工作重点。

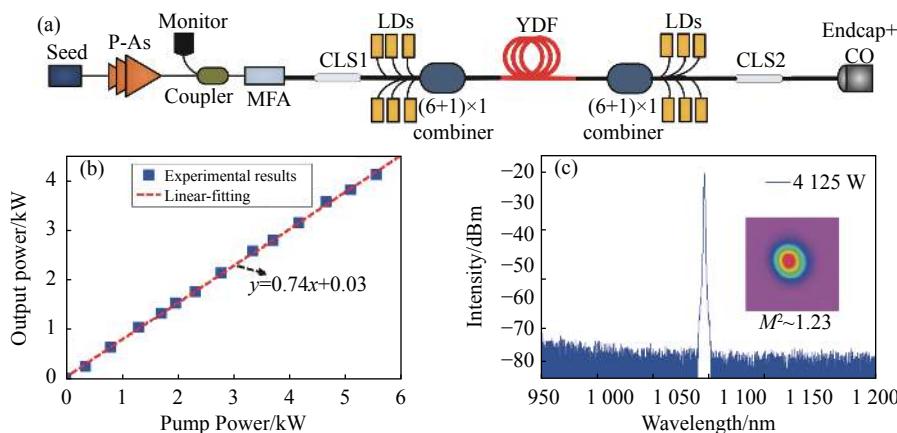


图 1 高功率窄线宽光纤放大器实验结构及实验结果 (a) 实验结构图 (b) 输出功率曲线 (c) 满功率输出时的光谱和远场光斑结果

Fig.1 Structure and output properties of the high power narrow linewidth fiber amplifier: (a) Schematic of the fiber amplifier (b) Output power properties (c) Output spectrum and far-field beam profile at full-power operation

致谢 感谢国家自然科学基金项目(61705264)、湖南省创新研究群体(2019JJ1005)、预研领域基金重点项目等对文中工作的支持; 感谢张汉伟、许将明、姚天

甫、杨保来、肖亮、何加威、喻湘荣、徐小勇、张坤、宋涛等在实验过程中的支持和帮助。

收稿日期:2020-10-30; 修订日期:2020-12-12

作者简介:马鹏飞(1987-),男,副研究员,博士,主要从事高功率窄线宽光纤激光及其合成方面的研究工作。

通讯作者:周朴(1984-),男,研究员,博士生导师,主要从事光纤激光与光束合成等方面的研究。

20200421