

简讯

1.89 kW 窄线宽、单偏振、准单模全光纤放大器

窄线宽、单偏振、准单模光纤激光在非线性频率转换、引力波探测、光束合成等领域有广泛的应用需求。然而,受限于受激布里渊散射效应和模式不稳定等因素,国际上公开报道的窄线宽、单偏振、准单模光纤激光的最高输出功率仍然停留在1 kW左右。最近,国防科学技术大学光电科学与工程学院采用级联相位调制方法抑制受激布里渊散射效应,采用增益光纤盘绕技术抑制模式不稳定,成功研制出1.89 kW窄线宽、单偏振、准单模全光纤放大器。

整个放大链路采用主振荡功率放大结构,其示意图如图1(a)所示。种子源为单频种子经过级联相位调制方法产生的窄线宽激光,输出功率为20 mW。种子激光首先通过两级全保偏预放大系统(Pre-amps),将其功率放大至20 W。预放大之后的激光经过一个保偏耦合器(PM-C)后注入到主放大器。保偏耦合器端口3(Port3)到端口1(Port1)和端口2(Port2)的耦合比分别为99.9%和0.1%。端口2作为监视端用于探测主放大器在功率提升过程中回光的变化。主放大器的增益介质选用20/400 μm 掺镱双包层保偏光纤(PM-YDF-20/400)。实验中,为了抑制模式不稳定,增益光纤的弯曲直径控制在11 cm左右。5台输出功率达600 W、中心波长为976 nm的抽运激光器(LD)通过一个(6+1) \times 1的抽运合束器(PM-PC)抽运主放大器的增益介质。增益光纤的末端依次熔接1 m长的传能光纤和一个自带1.5 m长尾纤的光纤端帽。端帽输出的激光经过准直器准直后输出到自由空间。为了滤除残余的抽运光,1 m长的传能光纤上进行了约40 cm的抽运倾泻。主放大器输出功率与抽运功率的对应关系如图1(b)所示。当抽运功率达2634 W时,整个系统的输出功率为1890 W,斜率效率为74%,偏振消光比为15.5 dB。整个系统在最高输出功率时的光谱如图1(c)所示。在信噪比约为44 dB时未观察到放大的自发辐射(ASE)和受激拉曼散射(SRS)。达到最高功率时,系统的3 dB谱宽为45 GHz (0.17 nm)。在整个功率提升过程中,系统的远场光斑未发生明显退化。输出功率为1520 W时,输出激光的光束质量(M^2 因子)测量值为 $M_x^2=1.19$, $M_y^2=1.27$ [图1(d)]。

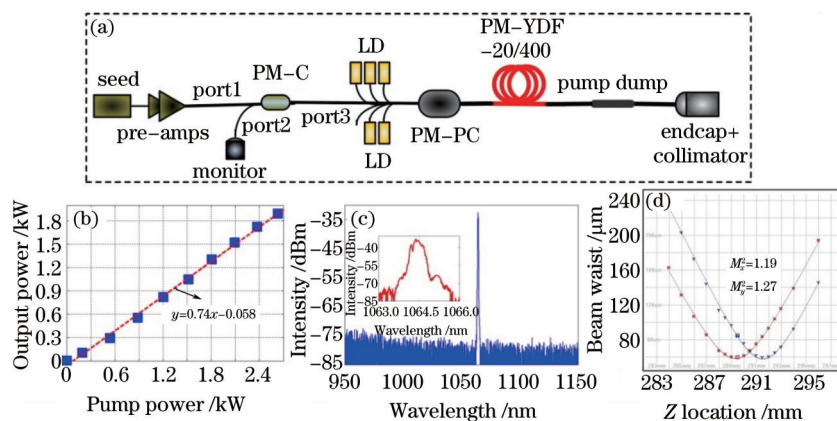


图1 (a) 实验方案示意图; (b) 主放大器输出功率与抽运功率的对应关系; (c) 最高功率时的输出光谱; (d) 1520 W 时的光束质量测量结果

Fig.1 (a) Scheme of the experimental setup; (b) relationship between the output laser power and the absorbed pump power in the main amplifier; (c) output spectra at maximal output power; (d) beam quality measurement result at 1520 W output power

马鹏飞 王小林 栗荣涛 徐小勇 陶汝茂 张汉伟 周朴* 刘泽金

国防科学技术大学光电科学与工程学院, 湖南长沙 410073

*E-mail: zhoupu203@163.com

收稿日期: 2015-12-28; 收到修改稿日期: 2016-01-10