

简讯

全光纤振荡器实现 2.5 kW 单模输出

高功率光纤激光器在工业加工、材料处理等领域有着诸多应用,得到国内外研究机构的广泛关注。目前,高功率光纤激光器主要有两种结构,一种是直接振荡器结构,一种是主振荡功率放大结构。采用振荡器结构的光纤激光器具有结构简单、稳定性好、成本低廉等优点,是目前中低功率激光器市场使用较多的一类方案。2013 年,国防科学技术大学基于单端抽运结构实现了输出功率 1 kW 的全光纤振荡器;2014 年,又将该方案的输出功率提高到 1.5 kW。2014 年,芬兰 CoreLase 公司推出了 2 kW 的全光纤振荡器产品,美国相干公司基于空间结构实现了 3 kW 的光纤振荡器。但是,由于热效应、非线性效应的限制,尚未出现相关输出功率大于 2 kW 的全光纤振荡器报道。

双端抽运方式既能够在一定程度上抑制非线性效应,又能够使热分布更加均匀从而降低热效应的影响,因此具有较好的高功率应用潜力。基于双端抽运方式,在全光纤振荡器中成功实现了 2.5 kW 激光功率输出,其原理结构如图 1 所示。激光谐振腔由高反射光栅(HRFBG)和低反射光栅(OCFBG)构成。前向抽运源利用一个 7×1 的抽运合束器(PC)将 6 个 300 W 的 975 nm 激光二极管(LD)合为一束,并注入到激光谐振腔中;后向抽运合束器为 $(6+1) \times 1$ 的抽运/信号合束器(PSC),同样将 6 个 300 W 的 LD 合束并注入到激光谐振腔中。激光器增益介质采用纤芯、内包层直径分别为 21,400 μm 的大模场掺镱光纤(LMA YDF)。激光谐振腔输出的激光经过包层光滤除(CLS)后,熔接商用的光纤端帽输出。在前后向最大抽运功率为 1.94 kW 和 1.52 kW、总抽运功率为 3.46 kW 时,振荡器输出功率为 2.5 kW,光光转换效率为 72%,如图 2(a)所示。测量了不同功率光谱,如图 2(b)所示,结果表明输出激光中无抽运光和放大自发辐射,与信号相比受激拉曼散射在 20 dB 以下。实现最高输出功率时,测得的光束质量因子 M^2 约为 1.3,并未观察到模式不稳定现象,典型的远场光斑形态如图 2(c)所示。在该结构中,如果能够有效抑制受激拉曼散射,适当增加抽运功率,有望获得更高的激光功率输出。

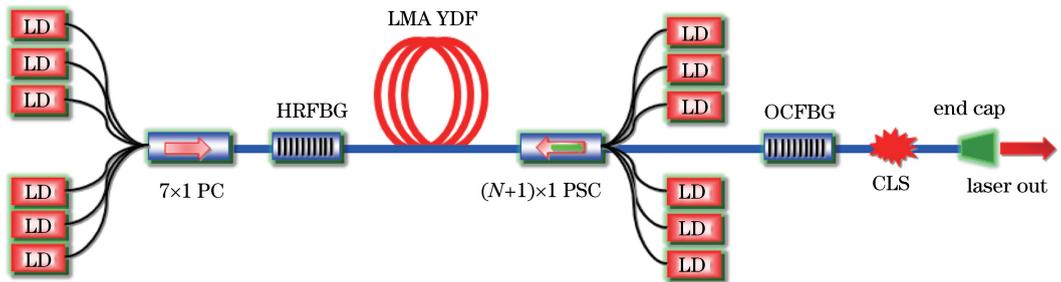


图 1 2.5 kW 全光纤激光器原理

Fig. 1 Schematic of the 2.5 kW all-fiber laser oscillator

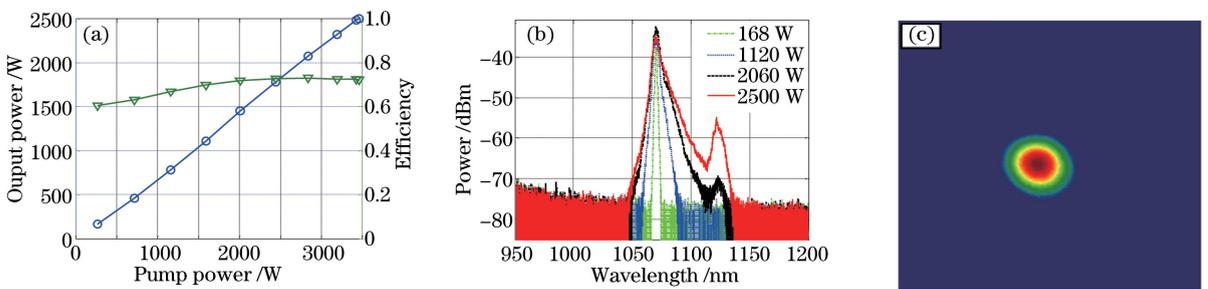


图 2 2.5 kW 全光纤激光器实验结果

Fig. 2 Experimental results of 2.5 kW all-fiber laser oscillator

张汉伟 王小林* 杨保来 史尘 粟荣涛 马鹏飞 周朴 许晓军 陈金宝 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: chinaphotonics@163.com

收稿日期: 2016-07-21; 收到修改稿日期: 2016-09-01