

简 讯

输出功率突破 3 kW 的全光纤激光振荡器

全光纤激光振荡器具有结构简单、稳定性好、成本低廉等优点,是目前光纤激光器工业市场中使用较多的一类激光器。2014 年,芬兰 CoreLase 公司推出了输出功率为 2 kW 的全光纤激光振荡器;同年,美国相干公司基于空间结构实现了输出功率为 3 kW 的全光纤激光振荡器;2015 年和 2016 年,国防科技大学基于单端和双端抽运方案分别实现了输出功率为 2 kW 和 2.5 kW 的全光纤激光振荡器。由于受热效应、非线性效应和模式不稳定效应的限制,基于振荡器结构的全光纤激光器的输出功率都不大于 3 kW。2016 年 7 月,国防科技大学实现了输出功率为 2.5 kW 的全光纤激光振荡器,其输出光谱的受激拉曼散射(SRS)光谱较强,约为 20 dB。

本文在实现了输出功率为 2.5 kW 的全光纤激光振荡器的基础上,综合运用了多种非线性效应和模式不稳定的抑制措施,降低了 SRS 效应,抑制了模式不稳定,使得全光纤激光振荡器的输出功率突破 3 kW。该全光纤激光振荡器的结构示意图如图 1 所示,由高反射光栅(HRFBG)和低反射光栅(OCFBG)组成激光谐振腔。前向 7×1 抽运合束器(PC)将 4 个输出功率为 500 W 的 975 nm 激光二极管(LD)发出的光注入到激光谐振腔中,后向 $(6+1) \times 1$ 抽运/信号合束器(PSC)将 4 个输出功率为 550 W 的 975 nm LD 发出的光注入到激光谐振腔中。激光器增益光纤的纤芯、内包层直径分别为 $21 \mu\text{m}$ 和 $400 \mu\text{m}$ 。激光器的输出激光经包层光滤除器(CLS)后,熔接商用的光纤端帽(QBH)输出。当总抽运功率为 4.35 kW 时,全光纤激光振荡器的输出功率为 3.05 kW,光-光效率为 70%(对应的斜率效率为 72.8%),其不同输出功率对应的光谱如图 2 (b)所示。结果表明,输出激光中无抽运光和放大自发辐射,受激拉曼散射在 29 dB 以下。当激光器的输出功率最大时,测得的光束质量约为 1.4,未发现模式不稳定效应。

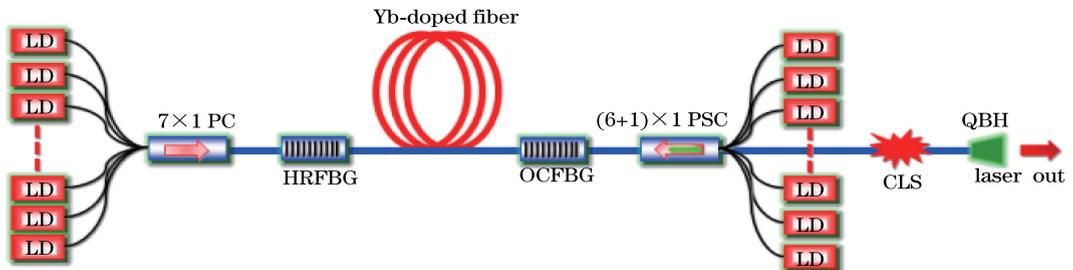


图 1 输出功率为 3 kW 的全光纤激光振荡器的结构示意图

Fig. 1 Structural diagram of all-fiber laser oscillator with output power of 3 kW

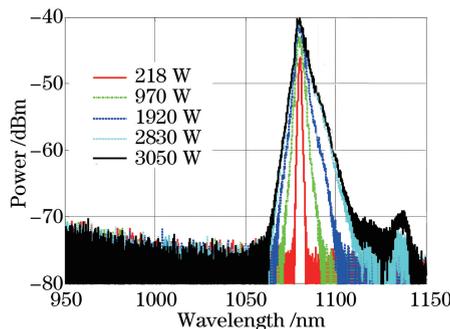


图 2 全光纤激光振荡器不同输出功率对应的光谱

Fig. 2 Spectra of all-fiber laser oscillator with different output powers

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: 2017-01-03; 收到修改稿日期: 2017-01-19