

简讯

# 基于国产 25/400 $\mu\text{m}$ 光栅的 2.7 kW 全光纤激光振荡器

高功率光纤激光振荡器具有结构简单、稳定性好、成本低廉等优点,在工业加工、材料处理等领域有着广阔的应用前景。目前报道的 2 kW 以上单纤全光纤激光输出大多采用放大器实现。2014 年,芬兰 CoreLase 公司推出了 2 kW 的全光纤激光振荡器产品;同年,美国相干公司基于空间结构实现了 3 kW 的光纤激光振荡器;国防科技大学于 2015 年和 2017 年分别基于单端和双端抽运方案实现了 2 kW 和 3 kW 的全光纤激光振荡器;2017 年,日本藤仓公司也报道了 3 kW 全光纤激光振荡器。然而,振荡器功率的继续提升受到受激拉曼散射效应的限制。一种抑制受激拉曼散射的有效方案是采用更大模场面积的光纤搭建振荡器,截止目前并未见利用 25/400  $\mu\text{m}$  或者纤芯直径更大的光纤光栅实现 1 kW 以上光纤激光振荡器的报道。2017 年 7 月,国防科技大学利用中国科学院上海光学精密机械研究所空间激光信息技术研究中心叶青研究员课题组研制的全国产 25/400  $\mu\text{m}$  大模场光纤光栅,实现了输出功率大于 2.7 kW 的全光纤激光振荡器。

大模场光纤光栅具有双包层结构和多模传输模式,通常应用在高功率环境中,其热效应明显,因此在制作的方法和工艺上存在很大不同。基于 25/400  $\mu\text{m}$  大模场光纤光栅振荡器的实验结构如图 1 所示。激光谐振腔由高反射光栅(HRFBG)和低反射光栅(OCFBG)构成。采用前向抽运方案,即利用一个  $7 \times 1$  的抽运合束器(TFB combiner)将 6 组 800 W 的 915 nm 激光二极管(LD)合为一束,并将其注入到激光谐振腔中,剩余一个抽运臂切斜角用于监测功率。激光器增益介质采用纤芯、内包层直径分别为 25  $\mu\text{m}$ 、400  $\mu\text{m}$  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(endcap)并输出。在最大抽运功率为 4.27 kW 时,振荡器输出功率为 2.71 kW,光-光转换效率为 63.5%,如图 2(a)所示。测量了不同输出功率的光谱,结果表明输出激光中无抽运光和 ASE,受激拉曼散射在 30 dB 以下,如图 2(b)所示。在最高输出功率时,测得的光束质量  $M^2$  约为 2.2,典型的远场光斑形态如图 2(c)所示。实验中未观察到动态模式不稳定现象和受激拉曼散射现象,通过增加抽运功率并优化抽运方式,有望获得更高的激光功率输出。

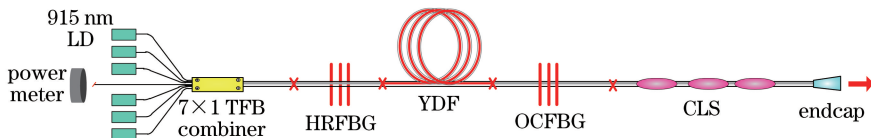


图 1 25/400  $\mu\text{m}$  全光纤振荡器结构示意图

Fig. 1 Structural diagram of 25/400  $\mu\text{m}$  all-fiber oscillator

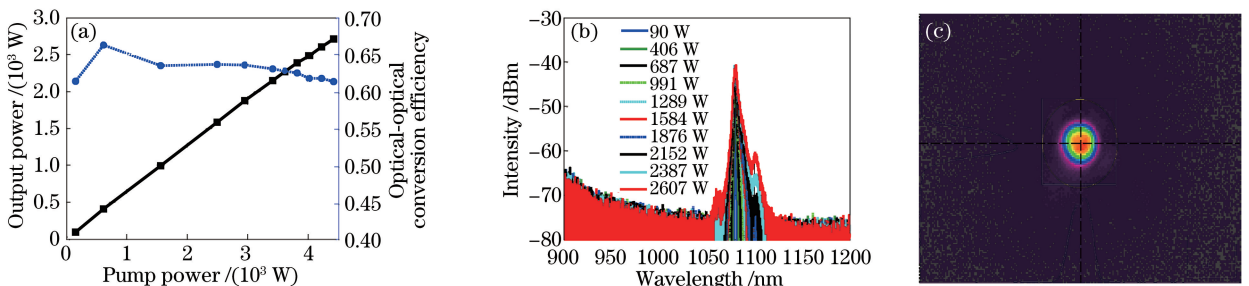


图 2 全光纤振荡器实验结果。(a)输出功率、光-光转换效率随抽运功率的变化;(b)受激拉曼散射谱;(c)远场光斑形态

Fig. 2 Experimental results of all-fiber oscillator. (a) Variations in output power and optical-optical conversion efficiency with pump power; (b) stimulated Raman scattering spectrum; (c) far-field spot pattern

张汉伟, 杨保来, 王小林, 史尘, 陶汝茂, 周朴, 许晓军\*, 陈金宝

国防科技大学光电科学与工程学院, 湖南 长沙 410073

E-mail: xjxu@21cn.com

收稿日期: 2017-09-14; 收到修改稿日期: 2017-10-20