简讯

全国产单纤激光系统获得 10.6 kW 激光输出

高功率光纤激光系统在工业、军事等领域有着重要的应用。如何提高单纤激光系统的输出功率一直是研究的热点。目前,受激光二极管(LD)抽运光源亮度和光纤材料水平的限制,尚未见利用单端注入 976 nm 直接抽运的单纤系统或者国产光纤系统实现 10 kW 级功率输出的报道。

近期,中国工程物理研究院激光聚变研究中心自主设计了一种新结构的 976 nm 直接单端抽运的单纤激光系统,有效解决了上述问题,采用全国产光纤材料和光纤器件,实现单纤激光系统 10.6 kW 的激光输出。该单纤激光系统的光路如图 1 所示。主放级设计了一种 30/900 μm 的增益光纤,包层直径的扩大能有效降低对 LD 抽运源亮度的要求,还能有效控制抽运注入点的热负载,解决了单端抽运注入功率过高使得光纤发热烧毁的问题。主放还设计了一种加油站式结构,在振荡级和放大级之间增加一级信号/抽运合束器,两级合束器可分别注入 1.3 kW 和10.2 kW的抽运激光,提升了主放耦合的抽运激光功率。主放增益光纤和输出匹配光纤为中国电子科技集团公司第四十六研究所按照设计要求研制,主放级的器件均实现全国产化。采用空间光阑滤除包层激光后,单纤激光系统的输出光谱如图 2 所示,中心波长为 1080.02 nm,3 dB 带宽为 3.24 nm,部分 976 nm 残余抽运激光功率占总输出功率的比率为 4.39%。剔除残余抽运激光,则单纤激光系统的总输出功率为 10.6 kW,放大级斜率效率为 86.12%,如图 3 所示。采用 β_{FL} 方法初步测试了该激光系统输出的光束质量,系统输出光束质量优于 $2\beta_{FL}$。实验中,功率计已达到量程上限,但抽运激光仍未达到输出最大值,因此该系统仍具备更高的功率输出能力。

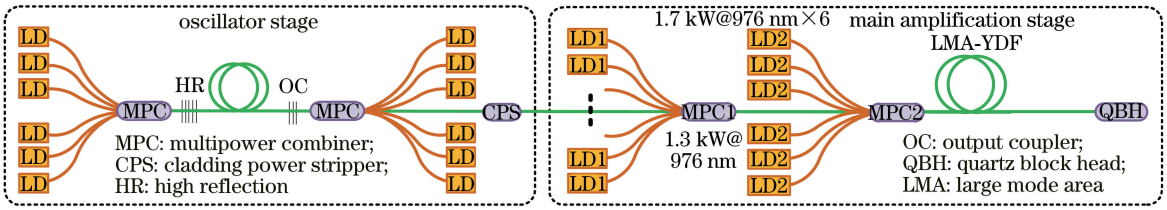

图 1 10 kW 级单纤激光系统光路示意图

Fig. 1 Schematic of optical path of 10 kW fiber laser system

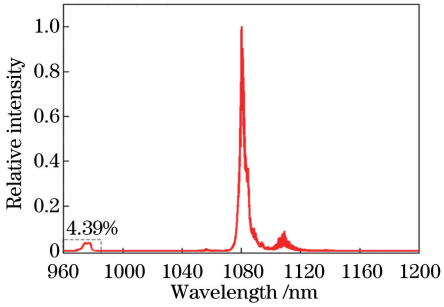

图 2 单纤激光系统的输出光谱

Fig. 2 Output spectrum of single fiber laser system

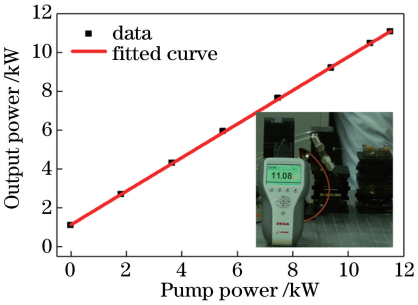

图 3 系统输出功率随抽运功率的变化

Fig. 3 Variation in output power with pump power

该研究成果的取得,标志着该研究团队具备了万瓦级光纤激光系统的自主创新设计与集成验证能力,打破了我国万瓦级高功率光纤激光材料依赖国外进口、核心材料器件受制于人的局面,为具有全自主知识产权的高端全国产化光纤激光系统的研制打下了良好基础,对我国高功率光纤激光技术的发展具有重要意义。

林宏奂, 唐选*, 李成钰, 郭超, 刘玙, 赵鹏飞, 王波鹏, 王建军, 景峰
中国工程物理研究院激光聚变研究中心, 四川 绵阳 621900
E-mail: tangxuan@yinhe596.cn

收稿日期: 2017-12-26; **收到修改稿日期**: 2018-02-14