

5 kW 泵浦增益一体化复合功能激光光纤*

林傲祥, 湛 欢, 黄志华, 王瑜英, 王小龙, 倪 力, 唐 选, 梁小宝,
彭 昆, 高 聪, 王 祯, 贾兆年, 向小雨, 尤阿妮,
林宏奂, 赵 磊, 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)

以 GT-wave 光纤为代表的泵浦增益一体化复合功能激光光纤是分布式侧面泵浦光纤技术的典型代表。GT-wave 复合功能激光光纤具有良好的结构扩展性, 泵浦注入路数可递增, 泵浦光注入吸收和信号光增益放大都自然而均匀地实现, 可有效热管理, 转换效率高, 稳定性好。英国 SPI 公司和美国 IPG 公司均采用此类光纤用于 kW 级高功率光纤激光器的研究和生产, 我国相关研究单位也在逐步进入此研究领域并取得了初步进展。

中国工程物理研究院激光聚变研究中心所属的光纤波导激光技术研究中心经过近两年的持续攻关和不懈努力, 在 2016 年 1 月成功研制了 $(N+1)$ 型 GT-wave 复合功能激光光纤, 研究人员采用双向 $2N$ 路泵浦主控振荡器的功率放大器 MOPA 放大系统实现了 5.07 kW 光纤激光输出。

$(N+1)$ 型 GT-wave 光纤是由一根增益光纤、 N 根泵浦光纤以及低折射率涂覆层所组成(如图 1(a)所示)。以 GT-wave 光纤为主振荡器的 MOPA 放大结构实现信号光增强, 其最大特点是双向 $2N$ 路同时注入数 kW LD 泵浦光(如图 1(b)所示); 第一级种子源输入信号光功率为 1210 W, 第二级 MOPA 放大级在总注入泵浦光功率达到 5.19 kW, 最终实现了 5.07 kW 的激光输出, 其对应的斜率效率(即光-光转换效率)为 74.5%(如图 2(a)所示)。考察该系统在 4.1 kW 激光稳定输出时, 该系统光束质量 M^2 为 3.7, 其中 $M_x^2=3.8$, $M_y^2=3.6$ (如图 2(b)所示)。

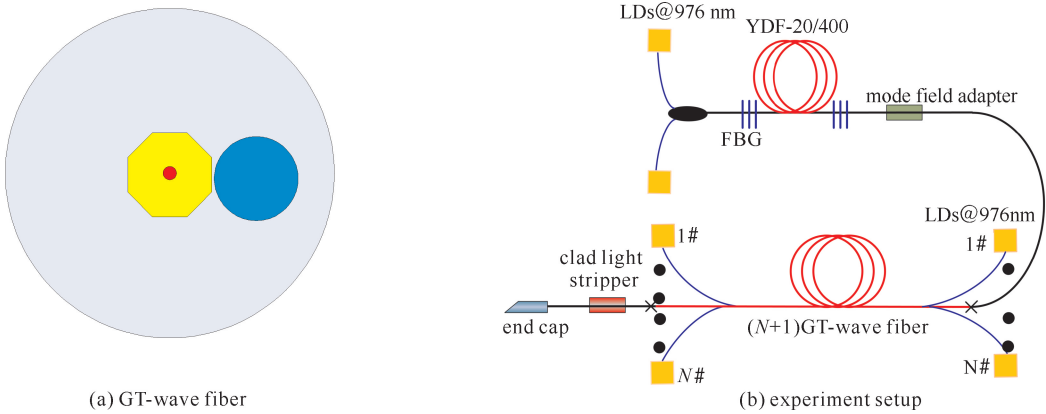


Fig. 1 GT-wave 型光纤横截面及光纤放大器实验结构示意图

图 1 Schematic diagram of GT-wave fiber and it's experiment setup of MOPA system

5 kW 泵浦增益一体化复合功能激光光纤的研制成功, 表明中国工程物理研究院特种光纤材料与制备技术研究团队已经基本掌握了稀土离子掺杂高增益光纤预制棒制备工艺、特种光纤拉制涂覆工艺和高功率光纤激光系统集成等关键技术, 为研制更高功率光纤激光系统奠定了良好基础。

* 收稿日期: 2016-03-07; 修订日期: 2016-03-18

基金项目: 国家自然科学基金项目(11474257, 11404305); 博士后科学基金项目(2015M582756XB); 中国工程物理研究院基金项目(9140C680601130C68244)

作者简介: 林傲祥(1979—), 男, 研究员, 主要从事特种光纤材料与制备技术研究; aoxiang_research@gmail.com。

通信作者: 景 峰(1968—), 男, 研究员, 主要从事高功率固体激光技术研究; jingfeng09@sina.cn。

王建军(1974—), 男, 研究员, 主要从事高功率光纤激光技术研究; wjjcaep@caep.cn。

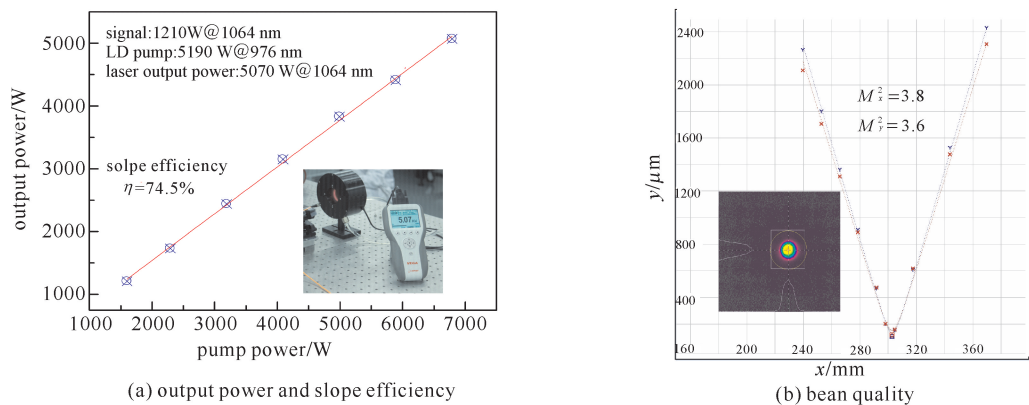


Fig. 2 Laser output power, slope efficiency and laser beam quality M^2

图 2 激光输出功率斜率效率以及输出激光的光束质量 M^2

5 kW ($N+1$) GT-wave fiber

Lin Aoxiang, Zhan Huan, Huang Zhihua, Wang Yuying, Wang Xiaolong, Ni Li, Tang Xuan,
Liang Xiaobao, Peng Kun, Gao Cong, Wang Zhen, Jia Zhaonian, Xiang Xiaoyu,
You Ani, Lin Honghuan, Zhao Lei, Wang Jianjun, Jing Feng

(Research Center of Laser Fusion, CAEP, Mianyang 621900, China)

Abstract: We fabricated ($N+1$) GT-wave fiber suitable for bidirectional pump method. 5.07 kW laser output with optical-to-optical efficiency of 74.5% was generated in bidirectional pump GT-wave fiber amplifier.