

# 中国激光

## 全国产化工业光纤激光器实现单纤 22.07 kW 功率稳定输出

随着工业光纤激光器国产化、产业化的加速,数万瓦光纤激光器已经成为未来工业激光加工的主流。光纤合束容易实现数万瓦的激光输出,但输出光束亮度较差。人们一直在追求单纤单模块输出万瓦以上的高功率激光,但高功率高亮度泵浦源、承受数万瓦大模场增益光纤、高功率光纤器件以及非线性效应等制约了数万瓦以上单纤单模块高功率光纤激光器功率的进一步提升。

武汉光电国家研究中心和武汉锐科光纤激光技术股份有限公司相关团队针对以上技术难点,自主研发了高亮度混合波长半导体激光泵浦源、反向泵浦信号光合束器和大模场双包层掺镱光纤,并搭建了光纤激光器。该激光器采用振荡放大一体化结构,如图 1 所示。前向泵浦为 6 个千瓦级 915 nm 和 970 nm 混合波长半导体激光泵浦,后向泵浦为 18 个

千瓦级 915 nm 和 976 nm 混合波长半导体激光泵浦。泵浦源采用波长合束对两种波长的泵浦激光进行合束,比单一 915 nm 波长半导体激光泵浦源在相同功率下的亮度更高,能更有效地降低熔点和关键器件损坏的风险,同时能提高激光器的光-光转换效率。相对于传统的主振荡功率放大结构,振荡级与放大级共用泵浦不仅提高了泵浦利用率,还极大地缩短了光纤使用长度,有效抑制了非线性。放大级采用两种不同尺寸的大模场掺镱光纤,振荡级与放大级之间通过模场适配器进行模场匹配(以有效控制输出光束的质量)。此外,无源传能光纤采用双锥形光纤,该光纤可在不对光束质量产生较大负面影响的情况下进一步提升拉曼阈值。所设计的光纤激光器采用双向端面泵浦的方式,结构简单,成本较低,便于工业化批量生产推广。

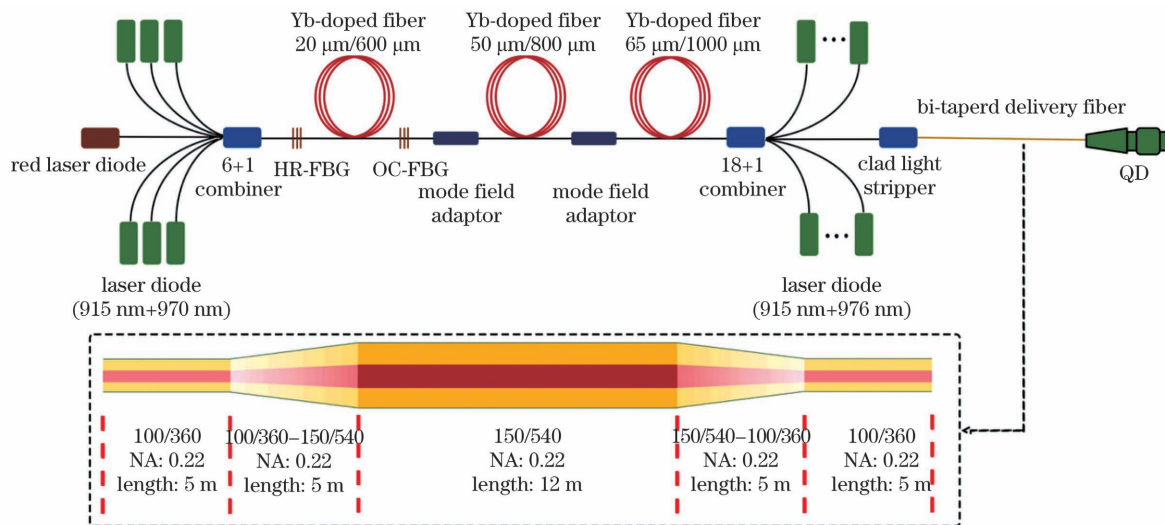


图 1 光纤激光器光学结构示意图

Fig. 1 Schematic diagram of optical structure of fiber laser

实验结果如图 2(a)所示,激光器经 30 m 双锥形光纤光缆实现了 22.07 kW 的激光输出,综合光-光效率为 83.98%。光谱如图 2(b)所示,中心波长为 1080 nm,拉曼抑制比达到了 45.80 dB。光束质量如图 3 所示,激光器输出稳定性测试结果如图 4 所示。

该实验实现的 22.07 kW 输出功率是目前采用端面泵浦方式实现的最高功率水平,标志着武汉光电国家研究中心和武汉锐科光纤激光技术股份有限公司在工业用高功率光纤激光器研制方面取得了突破性成果。

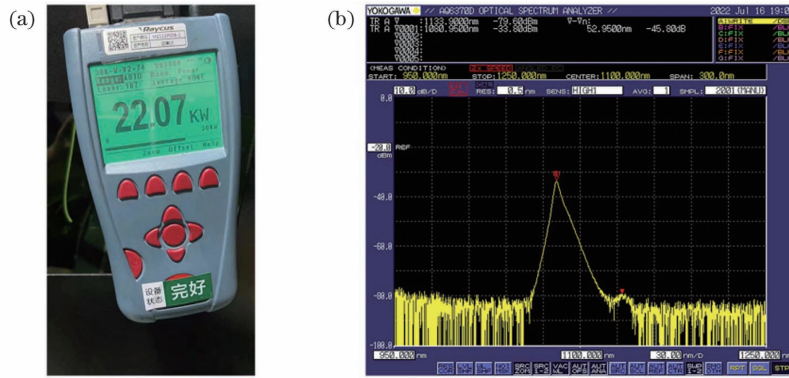


图 2 光纤激光器的最高输出功率以及在最高输出功率下的激光光谱。(a)最高输出功率;(b)激光光谱

Fig. 2 Maximum output power of designed fiber laser and its optical spectrum at maximum output power. (a) Maximum output power; (b) optical spectrum

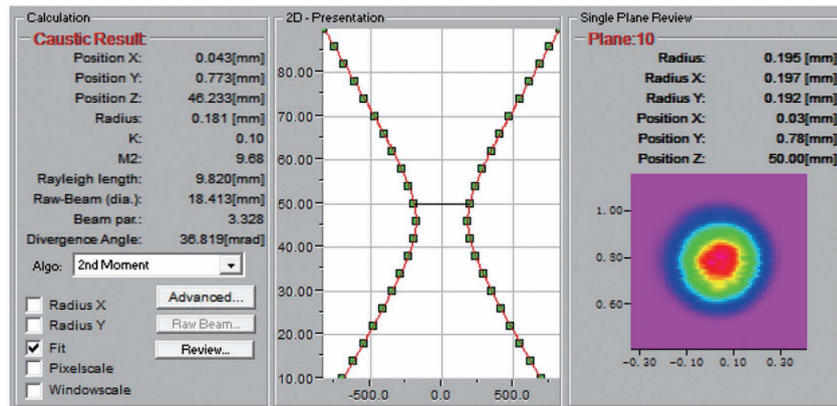


图 3 光束质量

Fig. 3 Beam quality

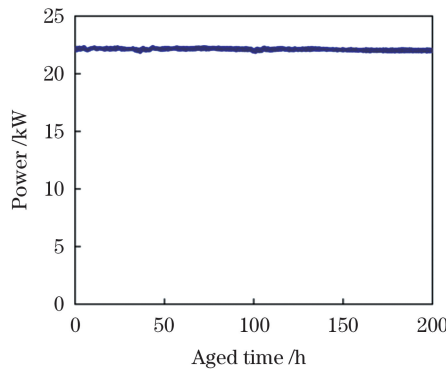


图 4 激光器输出稳定性测试结果

Fig. 4 Stability of laser output

施建宏<sup>1,2\*</sup>, 杜天怡<sup>2</sup>, 马盖明<sup>2</sup>, 祝启欣<sup>1,2</sup>, 胡慧璇<sup>1,2</sup>, 刘锐<sup>2</sup>, 邢颖滨<sup>1</sup>, 李进延<sup>1</sup>, 闫大鹏<sup>1,2\*\*</sup>

<sup>1</sup>华中科技大学武汉光电国家研究中心, 湖北 武汉 430074;

<sup>2</sup>武汉锐科光纤激光技术股份有限公司, 湖北 武汉 430073

通信作者: \*super\_shi@raycuslaser.com; \*\*dyan@raycuslaser.com

收稿日期: 2022-08-15; 修回日期: 2022-09-20; 录用日期: 2022-10-10