

# 光学学报

## 双色镜合束实现万瓦近单模光纤激光输出

光纤激光器具有转换效率高、稳定性好、可柔性传输等优点,广泛应用于工业加工、材料处理等领域。近年来,受限于光纤中的非线性效应和模式不稳定效应,单路光纤激光器的输出功率难以实现大幅度突破。光谱合成技术能够将多路不同波长的激光通过色散元件进行合成,可在保持光束质量的同时实现激光功率的倍增。其中双色镜合成方案对合成元件和光源线宽要求较低,是一种低成本、高可靠性的技术途径。

近期,国防科技大学高能激光技术研究所突破单路光源输出功率的基础上,利用双色镜合束方案实现了输出功率大于 10 kW 的近单模光纤激光输出。整个合束装置由准直器、高反镜、双色镜组成。经过准直器输出的激光光斑直径约为 10 mm,通过精密调节双色镜和高反镜的反射角度,可将两束激光合二为一。合束后的激光经过第二个高反射镜的反射后,绝大部分激光被凹透镜扩束,并注入功率计中进行功率

测量,利用光束质量测量仪对透射光进行光束质量测量。

用于合束的光源为两路自研的 5 kW 级近单模光纤激光放大器。其中:放大器 1 的中心波长为 1064 nm,3 dB 线宽为 5.27 nm,光束质量因子  $M^2$  约为 1.23;放大器 2 的中心波长为 1080 nm,3 dB 线宽为 4.61 nm, $M^2$  约为 1.33。两路激光的线性归一化光谱以及双色镜的透射曲线如图 1(a) 所示。合成后的功率和效率如图 1(b) 所示,在两路激光输出功率分别为 4.83 kW 和 5.35 kW 时,合束后输出功率达到 10.01 kW,最高功率时合成效率为 98.3%。此时的输出光谱和光斑如图 1(c)、(d) 所示,实验测得  $M^2$  为 1.29。实验首次获得了输出功率大于 10 kW 的近单模光纤激光输出。在最高输出功率时,双色镜的温升约为 14 °C,因此通过增加合成路数、提高单路激光器功率,有望实现更高功率的近单模激光输出。

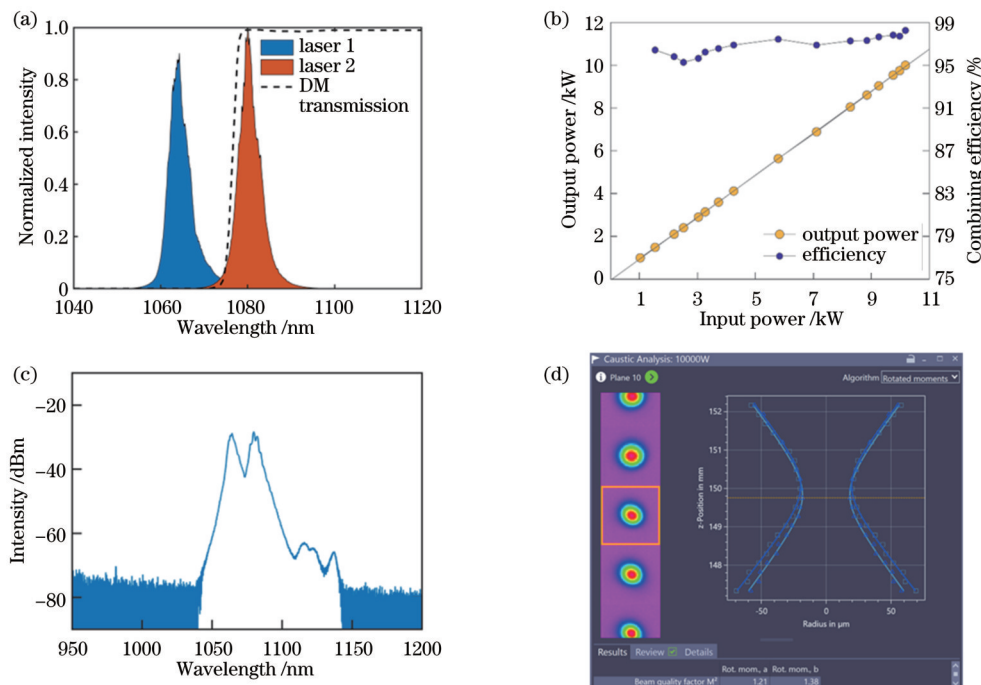


图 1 两路激光双色镜合成实验结果。(a)两路激光光谱与双色镜透射曲线;(b)合成功率与效率;(c)合成输出光谱;(d)合成后光束质量  
Fig. 1 Experimental results of two-channel laser dichroic mirror synthesis. (a) Two-channel laser spectra and dichroic mirror transmission curve; (b) combined power and efficiency; (c) combined output spectrum; (d) combined beam quality

奚小明,王鹏,杨保来,史尘,陈子伦,马鹏飞,张汉伟\*,王小林\*\*,王泽锋,刘文广,韩凯,周朴,许晓军,陈金宝\*\*\*

国防科技大学前沿交叉学科学院,湖南长沙 410073

通信作者:\*zhanghanwei100@163.com;\*\*chinaphotonics@163.com;\*\*\*kdchenjinbao@aliyun.com

收稿日期:2022-10-08;修回日期:2022-10-09;录用日期:2022-10-13