

中国激光

基于宽谱激光双色镜合成的 8 kW 近单模光纤激光器

受到非线性效应、模式不稳定效应等因素的限制,单模光纤激光器的输出功率存在极限。为了提升近单模光纤激光器的输出功率,研究人员提出了光谱合成、双色镜合成等功率提升方法,这些方法既能够提升激光功率,又能保持单路激光良好的光束质量。当前,大部分光谱合成和双色镜合成都是基于窄谱激光实现的。对于中高功率的单模光纤激光,基于宽谱光纤激光器的双色镜合成方案也是一种低成本高可靠性的技术途径。

本课题组基于两台宽谱光纤放大器,利用双色镜进行合成,实现了输出功率为 8 kW 的近单模光纤激光器。实验结构如图 1 所示,采用中心波长为 1064 nm 和 1080 nm 的两个宽谱光纤放大器,利用双色镜(DM)进行合成。其中,1080 nm 放大器(MOPA 1)的输出功率为 5.56 kW,3 dB 线宽为 5.93 nm,光束质量(M^2)约为 1.26;1064 nm 放大器(MOPA 2)的输出功率为 2.80 kW,3 dB 线宽为 3.33 nm,光束质量 M^2 约为 1.25。双色镜对

1071 nm 以下波段的激光高反射,反射率大于 99.1%;对 1078.7 nm 以上波段的激光高透射,透射率大于 99%。通过精密的光轴和位移控制,双色镜对将反射的 1064 nm 波段和透射的 1080 nm 波段激光合为一束,输出激光经过高反射镜(HR)后,主激光经凹透镜扩束后注入功率计(PM1)中进行功率测量,透射光进入光束质量测量仪(LQM)中进行光束质量测量。合成后的功率、效率如图 2(a)所示,当两个激光器总输出功率为 8356 W 时,合成输出功率为 8020 W,合成效率为 96.0%。实验存在 4.0% 的功率损耗,主要是由于两个放大器光谱较宽,部分功率未能有效反射或透射,合成前单路光源的输出光谱如图 2(b)所示,最高合成功率下的合成光谱如图 2(c)所示。最高合成功率下的光束质量如图 2(d)所示, M^2 为 1.5。实验初步验证了宽谱光纤激光双色镜合成的可行性,获得了输出功率大于 8 kW 的近单模光纤激光输出。通过优化单路光谱,同时增加合成路数,提高单路激光器功率,有望实现更高功率的激光输出。

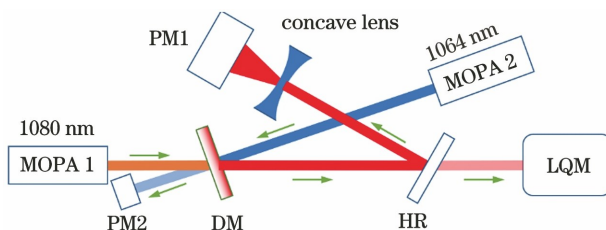


图 1 宽谱激光双色镜合成实验结构

Fig. 1 Experimental setup of DM beam combining based on wide-spectrum lasers

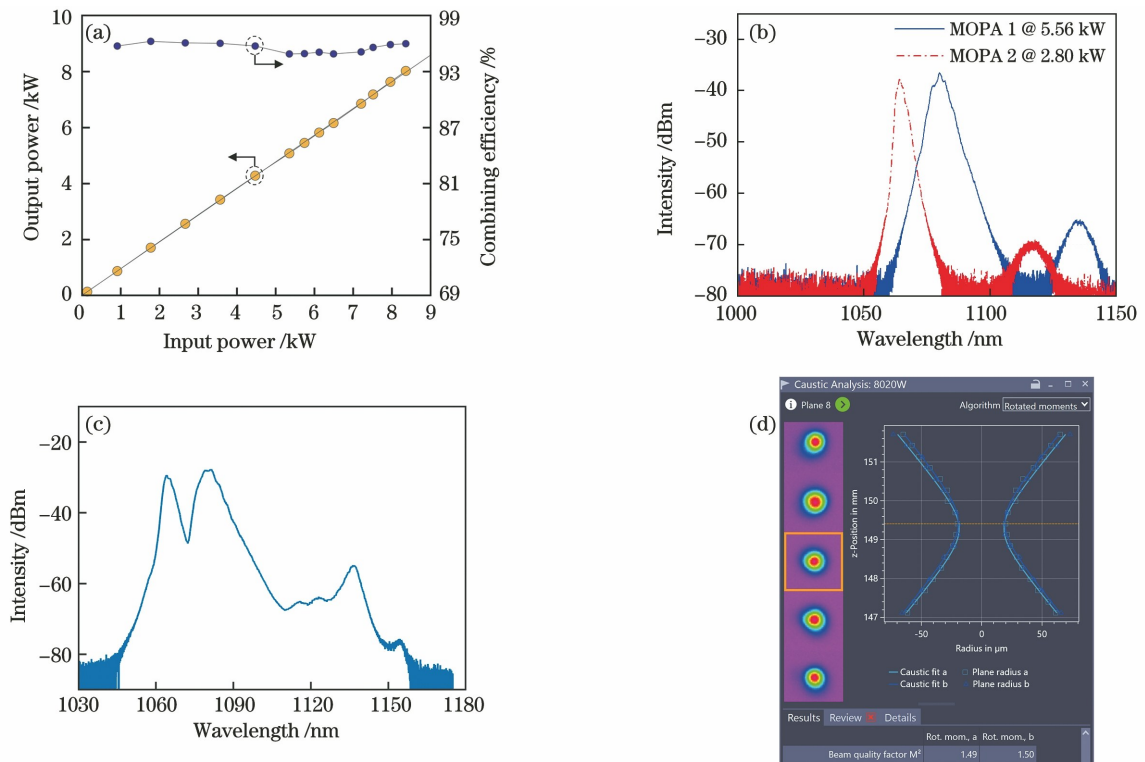


图 2 宽谱激光双色镜合成实验结果。(a)合成功率与效率;(b)合成前单路光源的输出光谱;(c)合成后的输出光谱;
(d)合成后的光束质量

Fig. 2 Experimental results of DM beam combining based on wide-spectrum lasers. (a) Output power and combining efficiency; (b) output spectra of single light source before combining; (c) output spectrum after combining; (d) beam quality after combining

杨保来^{1,2,3}, 王鹏^{1,2,3}, 张汉伟^{1,2,3}, 奚小明^{1,2,3*}, 王小林^{1,2,3**}, 史尘^{1,2,3}, 许晓军^{1,2,3}, 陈金宝^{1,2,3}

¹国防科技大学前沿交叉学科学院, 湖南 长沙 410073;

²脉冲功率激光技术国家重点实验室, 湖南 长沙 410073;

³高能激光技术湖南省重点实验室, 湖南 长沙 410073

通信作者: *exixiaoming@163.com; **chinaphotonics@163.com

收稿日期: 2021-11-15; 修回日期: 2021-12-13; 录用日期: 2021-12-22