

简讯

# 基于输出光纤为 50 $\mu\text{m}$ 的 7 $\times$ 1 光纤功率合束器实现大于 14 kW 的高光束质量光纤激光合成

由于单路光纤激光器受非线性效应、热效应、模式不稳定等多种因素的影响,进一步提升其输出功率存在较大技术挑战。光纤功率合束器可将多个中等功率的光纤激光器进行功率合成,以获得更高功率的光纤激光输出。国防科技大学于 2015 年基于自研的、输出光纤为 100  $\mu\text{m}$  和 50  $\mu\text{m}$  的 7  $\times$  1 光纤功率合束器分别实现了大于 6 kW 的光纤激光合成输出,又于 2016 年基于自研的、输出光纤为 100  $\mu\text{m}$  的 7  $\times$  1 光纤功率合束器实现了 12 kW 的光纤激光合成输出,并实现了长时间的稳定出光,为国产工业化大功率多模光纤激光的产业化迈出了重要的一步。

为了进一步提高合成光纤激光的光束质量,在实现了输出光纤为 100  $\mu\text{m}$  的 12 kW 光纤激光合成输出的基础上,进一步改进了光纤功率合束器的关键技术,包括多根光纤紧密组束、组束光纤的低损耗熔融拉锥、熔锥光纤束的切割及与输出光纤的低损耗熔接等技术,最终实现了输入光纤为 20/400  $\mu\text{m}$  (数值孔径  $NA=0.06$ )、输出光纤为 50/70/360  $\mu\text{m}$  (纤芯  $NA=0.2$ ) 的 7  $\times$  1 光纤合束器的研制。基于实验室自研的 7 台 2 kW 的光纤激光器模块(单元模块的光束质量  $M^2$  在 1.2~1.4 之间),在总输入功率为 14.3 kW 的情况下,经光纤功率合束器后的输

出功率为 14.1 kW,整体传输效率大于 98.5%,实验结果如图 1 所示。将光纤合束器放置于带水冷的热沉上进行制冷。光纤激光器连续运行 10 min,输出功率稳定,稳定时光纤合束器的温升仅为 40  $^{\circ}\text{C}$ ,即温升系数小于 3  $^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ 。在输出功率逐渐增加的过程中,测量的光束质量保持稳定,当输出功率为 14 kW 时测得  $M^2=5.37$ 。实验中所采用的光纤输出头均由课题组自行研制,输出功率为 14 kW 时光纤输出头的温升为 35  $^{\circ}\text{C}$ ,温升系数小于 2.5  $^{\circ}\text{C}/\text{kW}$ 。

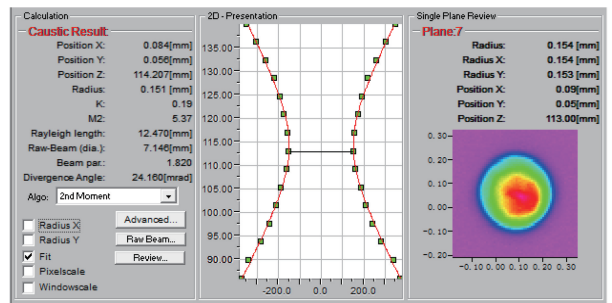


图 1 输出功率为 14 kW 时的光束质量

Fig. 1 Beam quality when output power is 14 kW

致谢 感谢孙杨梅、谢忆娥、刘鹏、陈俊侣、谷炎然、何加威、陈景春、刘金伟在实验中的帮助。

陈子伦\*, 雷成敏, 王泽锋, 周朴, 马闾星, 肖虎, 冷进勇, 王小林, 许晓军, 陈金宝, 刘泽金

国防科技大学前沿交叉学科学院, 长沙 410073

E-mail: zilun2003@163.com

收稿日期: 2018-01-26; 收到修改稿日期: 2018-01-30

基金项目: 国家重点研发计划(2017YFF1014600)