

中国激光

国产铒镱共掺光纤实现 205 W 连续激光输出

1.5 μm 激光具有“人眼安全”、大气传输损耗低以及处于光纤通信窗口等优势,被广泛应用于激光雷达、遥感探测、空气质量监测等领域。随着这些领域研究的不断深入,人们对 1.5 μm 激光实现高功率输出的需求不断提高。铒镱共掺光纤相比掺铒光纤有着更大的吸收截面,可实现 1.5 μm 高功率激光输出。然而,制备高功率激光所采用的光纤均为国外生产,基于国产光纤实现百瓦量级连续激光输出的研究鲜有报道。

为了实现 1.5 μm 激光高功率输出,华中科技大学光纤激光技术团队基于改进的化学气相沉积(MCVD)工艺,成功制备出性能优良的铒镱共掺光纤。通过优化铒镱光纤中 Er、Yb、P 的掺杂含量及比例,提高了 Yb 向 Er 的能量传递效率,同时 1 μm 放

大自发辐射(ASE)减少,其 Er、Yb、P 的粒子数比为 1:19:519。搭建了 1.5 μm 高功率激光实验平台,其实验光路如图 1 所示,其中 MFA 为模场适配器,LD 为激光二极管,EYDF 为铒镱共掺光纤。种子光源的输出功率为 1 W,中心波长为 1550 nm,在光源后接一个隔离器(ISO)以保护种子,防止其被回光打坏。利用预放大级将种子光功率放大至 4 W,以满足百瓦量级的功率放大需求。总功率为 532 W 的 940 nm 泵浦光被(6+1) \times 1 前向泵浦合束器耦合进 6 m 长的铒镱共掺光纤中,其中一个剩余泵浦臂用于监测后向光功率。为了防止光纤端面的菲涅耳反射引起寄生振荡并损坏系统和光纤,最后利用包层泵浦光剥除器(CPS)进行滤模并切 8°斜角输出。有源光纤盘绕在弯曲直径为 30 cm 的水冷板上进行散热,水冷温度设置为 20 $^{\circ}\text{C}$ 。

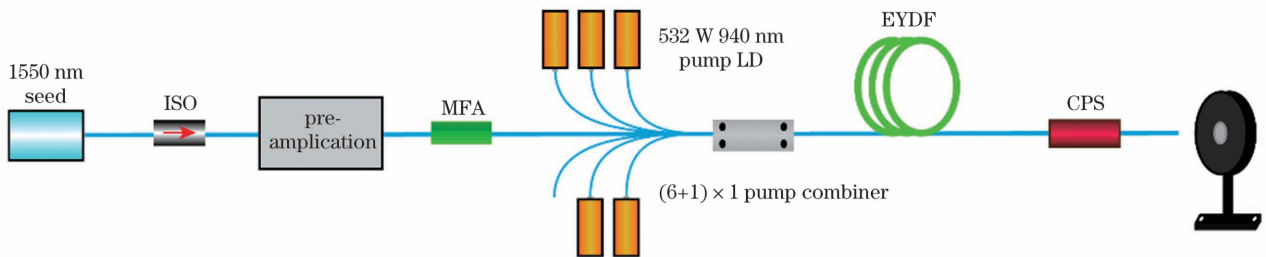


图 1 实验光路结构图

Fig. 1 Structural diagram of experimental optical path

铒镱共掺光纤预制棒的剖面及光纤截面如图 2(a)所示,纤芯直径为 25.36 μm ,台阶直径为 54.57 μm ,包层直径为 298.44 μm ,纤芯相对折射率台阶的数值孔径为 0.13。其输出功率随泵浦功率的

变化如图 2(b)所示,可以看出,随着泵浦功率的增加,输出功率呈线性增长,当泵浦功率达到最大值 532 W 时,输出功率为 205 W,拟合后的斜率效率为 39.6%。同时,从后向功率的变化中可以发现,在泵浦功率超过

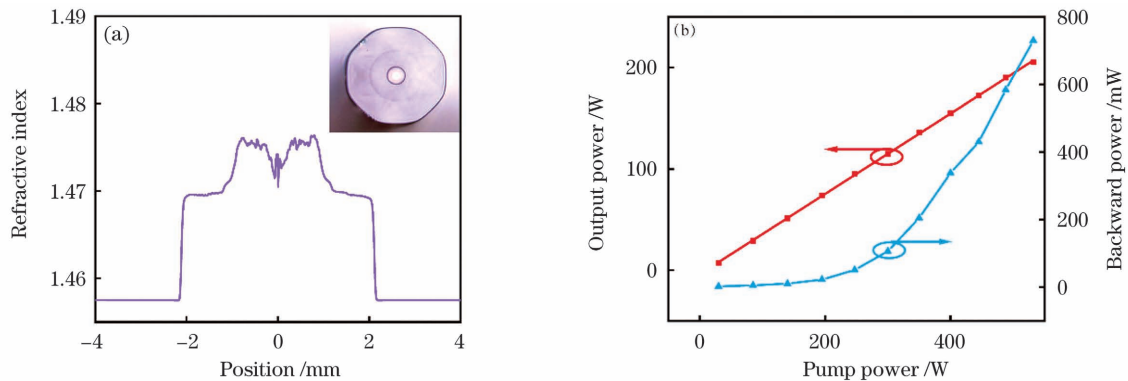


图 2 光纤及高功率表征。(a) 预制棒的折射率剖面及光纤截面;(b) 输出功率及后向功率

Fig. 2 Fiber and high-power characterization. (a) Refractive index profile of prefabricated rod and cross section of fiber; (b) output power and backward power

200 W 后,系统内 $1\ \mu\text{m}$ ASE 明显增多,但当泵浦功率达到最大功率时,其输出功率依然保持线性增长,并未受到 $1\ \mu\text{m}$ ASE 的影响。后续研究将进一步优化光纤

中 Er、Yb、P 的掺杂比例及含量,以提高 $1\ \mu\text{m}$ ASE 产生的泵浦阈值。

李文臻¹, 陈阳¹, 胡雄伟², 褚应波¹, 戴能利¹, 李进延^{1*}

¹华中科技大学武汉光电国家研究中心, 湖北 武汉 430074;

²武汉长进激光技术有限公司, 湖北 武汉 430223

通信作者: * lji@hust.edu.cn

收稿日期: 2022-06-07; 修回日期: 2022-06-11; 录用日期: 2022-06-22