简讯

基于国产光纤的多级级联分布式侧面抽运光纤振荡器实现 2 kW 的功率输出

高功率光纤振荡器因性能稳定、便携性好、成本低等优点，受到广泛关注。2016 年，国防科学技术大学利用自主研发的分布式侧面耦合包层抽运光纤，实现了多级级联分布式侧面抽运光纤振荡器 2 kW 量级的功率输出，并通过引入末级反向抽运方案，实现了对输出端残余抽运光的良好抑制。实验装置示意图如图 1(a)所示。

该激光器为一个全光纤振荡器，振荡器增益光纤由三段长度分别为 10，10，5 m 的分布式侧面耦合包层抽运光纤级联而成，信号纤芯、信号光纤内包层、抽运光纤的直径分别为 25，250，250 μm。振荡器采用末级反向抽运结构，即前两级[图 1(a)中的结构 1 和结构 2]采取双向抽运方式，末级[图 1(a)中的结构 3]采取反向抽运方式。抽运光由 35 个波长为 976 nm 的半导体激光器提供，最大抽运功率为 2980 W。振荡器的最大输出功率可达 1969 W，斜率效率达到 72.2%，中心波长为 1080 nm，3 dB 带宽为 0.98 nm，最高输出功率时的光束质量因子 M^2 为 2.56。输出光谱中未观测到残余抽运光及受激拉曼散射光。图 1(b)为实验测得的信号光输出功率随抽运功率的变化，插图为输出光谱图。图 1(c)为实验得到的光束质量测量结果。

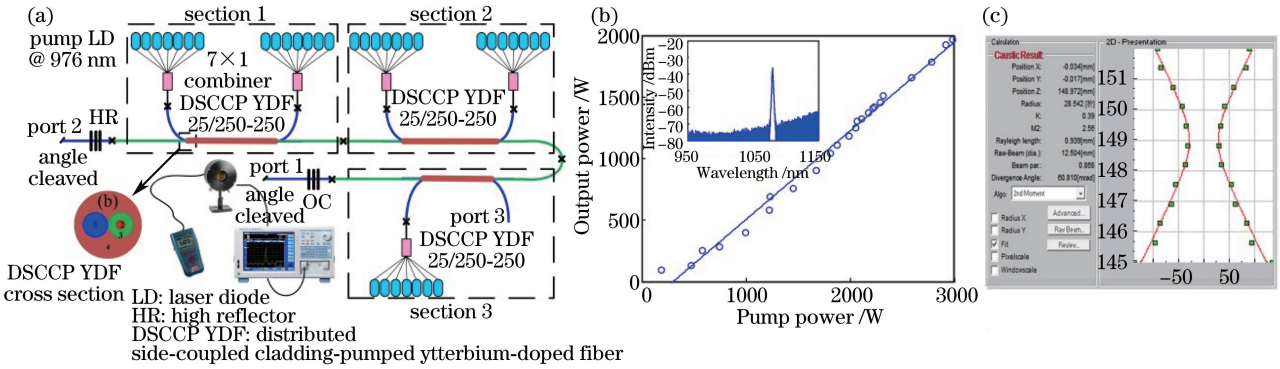

图 1 (a)实验装置示意图；(b)输出功率随抽运功率的变化(插图为输出光谱图)；(d)光束质量测量结果

Fig. 1 (a) Diagram of experimental setup; (b) variation in output power with pump power (inset is output spectrum); (c) experimental data of beam quality

本课题组在分布式侧面耦合包层抽运光纤的设计、熔接处理和振荡器方案等关键技术上取得了突破，基于内包层直径为 250 μm 的增益光纤实现了输出功率为 2 kW 的全光纤振荡器，输出光谱未见残余抽运光，验证了末级反向抽运方案抑制输出端残余抽运光的可行性，解决了由抽运光倾泻带来的热管理和损伤问题。该振荡器使得抽运功率更加分散，从而有利于缓解增益光纤的热效应以及热管理压力。此外，实验中并未观测到受激拉曼散射效应，这意味着该振荡器的功率可以进一步提升。该成果为高功率光纤振荡器提供了新的设计思路，对于我国高功率光纤激光器技术的发展具有重要意义。

陈金宝[1,2,3*]，曹涧秋[1,2,3]，潘志勇[1,2,3]，余 宇[1,2,3]，应汉辕[1,2,3]，奚小明[1,2,3]
王泽锋[1,2,3]，陈子伦[1,2,3]，许晓军[1,2,3]

[1]国防科学技术大学光电科学与工程学院，湖南 长沙 410073；
[2]高能激光技术湖南省重点实验室，湖南 长沙 410073；
[3]大功率光纤激光湖南省协同创新中心，湖南 长沙 410073
E-mail：kdchenjinbao@aliyun.com

收稿日期：2016-11-15；**收到修改稿日期**：2017-01-22