

Yb<sup>3+</sup>/Tm<sup>3+</sup>/Ho<sup>3+</sup> doping concentration on 2 μm wavelength luminescence in germanium glasses [J]. *Acta Optica Sinica*, 2009, **29**(11): 3143~3147  
 于春雷, 何冬兵, 汪国年等. 锗酸盐玻璃中 Yb<sup>3+</sup>/Tm<sup>3+</sup>/Ho<sup>3+</sup> 掺杂浓度对 2 μm 发光的影响[J]. *光学学报*, 2009, **29**(11): 3143~3147

12 Brian M. Walsh, Norman P. Barnes, Donald J. Reichle *et al.*. Optical properties of Tm<sup>3+</sup> ions in alkali germanate glass[J]. *J. Non-Cryst. Solids*, 2006, **352**(50-51): 5344~5352

13 Xia Haiping, Lin Qiongfeng, Zhang Jianli *et al.*. 2 μm mid-infrared optical spectra of Tm<sup>3+</sup>-doped germanium gallate glasses[J]. *Journal of Rare Earths*, 2009, **27**(5): 781~785

14 Jianfeng Wu, Zhidong Yao, Jie Zong *et al.*. Highly efficient high-

power thulium-doped germanate glass fiber laser[J]. *Opt. Lett.*, 2007, **32**(6): 638~640

15 N. P. Barnes, B. M. Walsh, D. J. Reichle *et al.*. Tm: germanate fiber laser: tuning and Q-switching[J]. *Appl. Phys. B*, 2007, **89**(2-3): 299~304

16 F. Fusari, A. A. Lagatsky, Gin Jose *et al.*. Laser operation of a bulk Tm<sup>3+</sup>: germanate glass laser around 2 μm with 50 % internal slope efficiency[C]. LEOS Annual Meeting Conference Proceedings, 2009. 745~746

17 F. Fusari, A. A. Lagatsky, G. Jose *et al.*. Femtosecond mode-locked Tm<sup>3+</sup> and Tm<sup>3+</sup>-Ho<sup>3+</sup> doped 2 μm glass lasers[J]. *Opt. Express*, 2010, **18**(21): 22090~22098

## 百瓦级全国产全光纤主振荡功率放大激光器系列

基于主振荡功率放大(MOPA)结构的全光纤激光器无需空间光路调节,具有结构紧凑、工作稳定等优势,是高功率光纤激光器的重要发展方向。高功率光纤激光的国产化对于突破国外长期以来形成的价格垄断和技术封锁,实现具有自主知识产权的光纤激光器具有重要意义。

本课题组采用 MOPA 结构成功实现多种不同波段的百瓦级全国产全光纤激光器系列。激光器由级联放大结构组成,其中种子光为自行搭建的输出功率在百毫瓦量级的单模光纤激光器。种子激光经隔离器后注入级联放大器。级联放大器第一级将种子光功率放大到 3 W 左右。第二级放大器为功率主放,放大器的抽运源为 4 个工作在 976 nm 附近,尾纤输出的 50 W 级国产激光二极管(LD,北京凯普林光电科技有限公司生产)。经测定同时开启 4 个抽运源时总抽运功率可达 175.2 W。经预放大的种子光和 4 个 LD 输出的抽运光经一个国产(6+1)×1的抽运合束器(深圳朗光科技有限公司提供)注入双包层掺杂光纤,第一、二级放大器所使用的增益光纤为中国电子科技集团第 23 研究所提供的国产大模场双包层掺 Yb<sup>3+</sup> 光纤,纤芯和内包层直径分别为 11 μm 和 130 μm,在 976 nm 附近的吸收系数约为 5.5 dB/m。整个激光器系统除 LD 采用水冷外(水温保持在 25 ℃),其他部件均依靠空气对流散热。光纤激光器的输出光功率与主放注入的抽运光

功率的关系如图 1 所示。当最大抽运功率为 175.2 W 时,得到了 126 W 的激光输出,光-光转换效率为 72%。实验室中激光器单次可以稳定运行数小时,累计拷机时间已超过 20 h。目前仅使用了抽运合束器 6 个抽运端口中的 4 个,进一步增加抽运功率有望获得更大的输出功率。

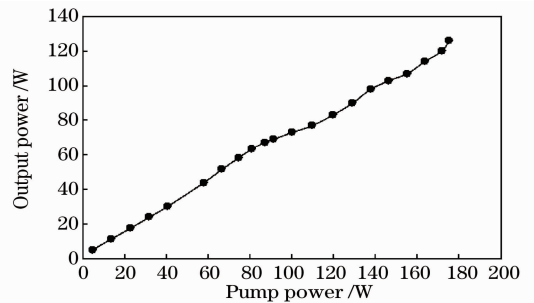


图 1 激光功率随抽运功率的变化曲线

Fig. 1 Output power versus the pump power

本文报道的全光纤激光器还具有结构模块化的特性。利用掺镱光纤具有较宽的发射谱这一特性,只需更换百毫瓦级的种子激光器,即可实现不同波长的百瓦级高功率全光纤激光输出。目前课题组已经实现了 1040, 1053, 1064, 1080 和 1091 nm 等波段的高功率输出。

董小林 肖虎 周朴 王小林 马阎星  
 冷进勇 郭少锋 许晓军 刘泽金

(国防科学技术大学光电科学与工程学院,长沙,410073)