

简讯

# 1 W 中红外光纤输出量子级联激光器

利用量子级联激光器(QCL)产生中红外波段(3~5  $\mu\text{m}$ )激光并实现光纤输出是目前的研究热点。受中红外量子级联激光器光源功率和光纤材料水平的限制,国内尚未见利用光纤输出 QCL 实现 1 W 级功率输出的报道。

最近,本实验室通过 4 路 QCL(QCLa~QCLd)的空间合束和光纤耦合实现了 1 W 级中红外激光输出,结构如图 1 所示。4 路 QCL 中,每一路激光经非球面透镜的准直整形后,输出激光模式近单模,质量因子  $M^2$  优于 1.3。4 路 QCL 合束后,光束质量有所劣化, $M^2$  约为 2.9。合束前 4 路 QCL 的输出激光功率分别为 0.78,0.96,0.93,0.87 W。每一路准直激光经微型反射镜实现空间合束,经合束透镜聚焦进入同一中红外氟化物光纤(芯径 105  $\mu\text{m}$ ,数值孔径  $NA=0.2$ )。光纤输出激光经非球面透镜的准直后用于参数测试。如图 2(a)所示,输出激光功率达 1.036 W。实验中未发现光纤损伤,光纤输出激光功率尚有提升空间。激光光谱为中红外波段,如图 2(b)所示,4 路激光光谱的中心波长略有差

别,谱线宽度也有差别,光谱峰值强度的高低不代表整体激光功率的大小。光纤输出激光经准直后,光斑近似为直径为 7 mm 的圆形。输出激光近场图像如图 2(c)所示,激光近场整体上呈中间强、两边弱的分布趋势。采用长焦透镜进行聚焦后测量远场图像,光纤输出经准直后的远场发散角为 4.5 mrad [图 2(d)]。

该研究成果的取得标志着该研究团队具备了 1 W 量级光纤输出 QCL 系统的自主创新设计与集成验证能力,为具有全自主知识产权的光纤输出 QCL 系统的研制打下了良好基础,对我国中红外 QCL 技术的发展具有重要意义。

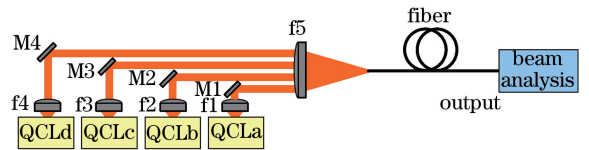


图 1 1 W 中红外光纤输出量子级联激光器结构示意图  
Fig. 1 Structural diagram of 1 W-power mid-infrared fiber coupled quantum cascade lasers

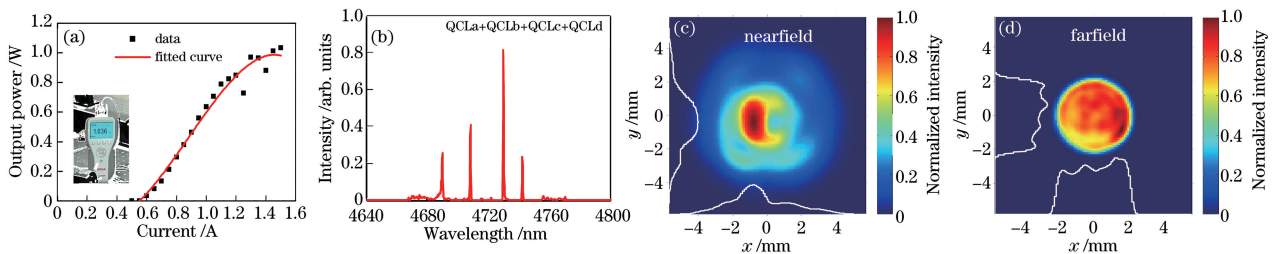


图 2 1 W 中红外光纤输出量子级联激光器输出结果。(a)输出功率随注入电流的变化;  
(b)输出激光光谱;(c)1 m 处光纤输出激光近场光斑;(d)输出激光远场光斑

Fig. 2 Output of 1 W-power mid-infrared fiber coupled quantum cascade lasers. (a) Relationship between output power and current; (b) output laser spectrum; (c) output near field at 1 m distance from fiber; (d) output far field

李森森<sup>1,2\*</sup>, 王毕艺<sup>1</sup>, 周冠军<sup>1</sup>, 毕祥丽<sup>1</sup>, 刘强虎<sup>1</sup>, 许宏<sup>1</sup>, 张景胜<sup>1</sup>,  
吴凡<sup>2</sup>, 王津楠<sup>2</sup>, 李玉<sup>2</sup>, 杨瑞瑶<sup>2</sup>, 王巾<sup>2</sup>, 赵万利<sup>1</sup>, 王立新<sup>1</sup>, 吴卓昆<sup>2</sup>, 闫秀生<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 光电信息控制和安全技术重点实验室, 天津 300308;

<sup>2</sup> 中国电子科技集团公司光电研究院, 天津 300308

\* E-mail: sensli@163.com

基金项目: 国防科技重点实验室基金(6142107180303)

收稿日期: 2020-08-11; 修回日期: 2020-08-17; 录用日期: 2020-09-02