

简讯

## 2.3~9.5 μm 全光纤中红外超连续谱光源

生物医学、光谱学、光学相干层析和环境科学等领域对 2~10 μm 波段中红外超连续谱光源有着广泛的需求。目前氟化物光纤在产生 3~5 μm 波段超连续谱方面具有明显优势,但是因受传光窗口限制,其无法产生更长波段的超连续谱。为了获得波长大于 5 μm 的超连续谱,通常要选择声子能量更低的硫系玻璃光纤。基于硫系玻璃光纤的超连续谱光源的研究难点在于硫系玻璃光纤的零色散波长通常大于 4.5 μm,远离目前发展较为成熟的光纤激光器的工作波长,难以产生孤子自频移等非线性效应。采用中红外固体激光器抽运硫系玻璃光纤,是研究硫系玻璃光纤产生超连续谱最直接也最有效的实验方案。但是固体激光器的体积普遍庞大且不易维护,这势必会限制其实际应用。近年来采用级联光纤的抽运方案成为了针对硫系玻璃光纤产生超连续谱的研究中的一大热点。

2020 年 8 月,本课题组采用 2~2.5 μm 掺铥光纤放大器作为抽运源,通过级联泵浦氟化铟(InF<sub>3</sub>)光纤和硒化砷(As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub>)光纤,获得了输出功率大于 6 mW、光谱范围覆盖 2.3~9.5 μm 的中红外超连续谱。光源结构如图 1(a)所示,掺铥放大器的输出功率为 626 mW,输出尾纤与 InF<sub>3</sub> 光纤直接熔接,熔接点如图 1(b)所示,熔接损耗为 0.03 dB。为了提高 InF<sub>3</sub> 光纤输出端面的抗潮解能力,光纤输出熔接一段长约 30 μm 的氟化铝(AlF<sub>3</sub>)光纤作为端帽,端帽显微照片如图 1(c)所示。端帽后输出远场光斑如图 1(d)所示,呈现良好的高斯分布。InF<sub>3</sub> 光纤输出经滤波后的功率为 157 mW,输出光经滤波后通过透镜耦合进入 As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> 光纤,在光纤输出端倾泻包层光。图(2)为 InF<sub>3</sub> 光纤和 As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> 光纤中产生的超连续谱,受 InF<sub>3</sub> 材料长波损耗限制,超连续谱在 InF<sub>3</sub> 光纤中的展宽

被限制在 5 μm 以下。通过级联 As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> 光纤,可将光谱进一步拓展至 9.5 μm。输出光谱的 20 dB 带宽为 6950 nm,对应的波长范围为 2330~9280 nm。光谱中 5.5~7.5 μm 波段起伏是由单色仪中的水汽分子吸收所致。图 2 中插图为 As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> 光纤输出远场光斑,其高斯分布的特征说明输出模式为很好的基模。

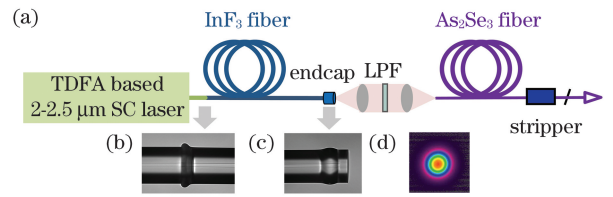


图 1 2.3~9.5 μm 全光纤中红外(IR)超连续谱光源实验结构图。(a)实验系统示意图;(b)石英光纤-InF<sub>3</sub> 光纤熔接点;(c)AlF<sub>3</sub> 光纤端帽;(d)AlF<sub>3</sub> 光纤端帽输出光斑

Fig. 1 Structure of all-fiber mid-IR supercontinuum source from 2.3 to 9.5 μm. (a) Diagram of experimental setup; (b) fusion-splicing joint between silica and InF<sub>3</sub> fibers; (c) AlF<sub>3</sub> fiber endcap; (d) output beam profile of AlF<sub>3</sub> fiber endcap

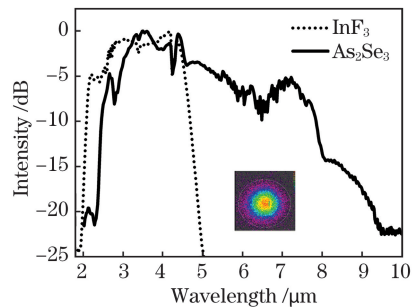


图 2 InF<sub>3</sub> 光纤和 As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> 光纤的输出光谱。插图为 As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> 光纤输出光斑

Fig. 2 Output spectra of InF<sub>3</sub> and As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> fibers. Inset is output beam profile of As<sub>2</sub>Se<sub>3</sub> fiber

姚金妹, 张斌, 侯静\*

国防科技大学前沿交叉学科学院, 湖南 长沙 410073

\*E-mail: houjing25@sina.com

基金项目: 国家自然科学基金(61235008, 61405254, 61435009, 61805282)、国家高技术研究发展计划(2015AA021101)、国家公派留学基金(201803170210)、湖南省研究生科研创新项目(CX2018B008)

收稿日期: 2020-09-20; 修回日期: 2020-09-23; 录用日期: 2020-10-10