

光纤气体激光实现超长波长输出

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/31980.html>

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

光纤气体激光实现超长波长输出。导读

近日，国防科技大学王泽锋教授课题组在中红外光纤激光领域取得重要进展。研究人员基于一氧化碳（CO）气体填充的纯石英反谐振空芯光纤，实现了4.6-4.8 μm 波段超长波长激光输出。该工作突破石英基光纤激光的波长输出极限，有望推进新型红外激光器和下一代光源的产生。

该研究成果以4.8- μm CO-filled hollow-core silica fibre light source为题发表在Light: Science Applications。论文通讯作者为国防科技大学王泽锋教授，国防科技大学李炫熹博士生、杨林永助理研究员和周智越助理研究员为共同第一作者。

中红外光纤激光位于大气传输窗口，包含了许多气体、固体、液体分子的吸收峰，在光谱学、生物医疗、遥感、光电对抗等领域具有重要的应用。然而，中红外激光技术的进一步发展受限于高质量低损耗光纤的获取。在光通讯及近红外激光领域大放光彩的传统实芯石英光纤在中红外波段却成了光的暗区。石英玻璃在中红外波段具有极高的损耗，在2.5 μm 便达到2dB/m，而在4.8 μm 处更是达到了惊人的13,000dB/m（如图1所示）。面对石英玻璃如此高的损耗，研究人员不得不将目光转移到在中红外波段具有低损耗的软玻璃光纤上。然而软玻璃光纤自身的种种缺陷使得中红外光纤激光的发展也很快遇到了瓶颈。

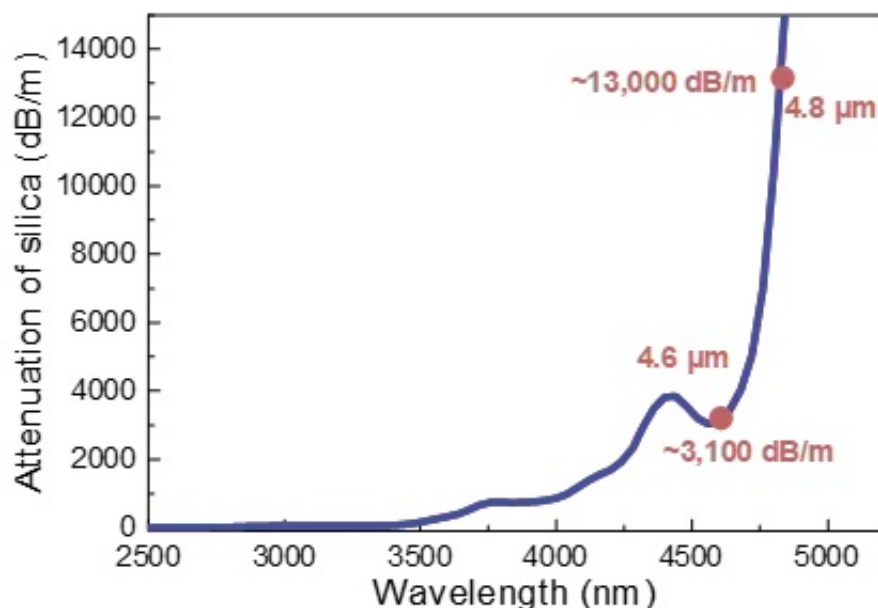


图1：体块石英玻璃在中红外波段的损耗谱。

近年来，空芯光纤的出现极大地改变了中红外波段光纤激光发展的趋势。一方面，与软玻璃光纤相比，石英基空芯光纤在一定程度上保持了实芯石英光纤的鲁棒性，具有优异的热机械性能。另一方面，空芯光纤的微米级纤芯区域为光与物质的相互作用提供了良好的环境。更重要的是，空芯光纤的纤芯区域与石英材料的模场重叠十分有限，使得空芯光纤在中红外波段可以保持极低的传输损耗。当空芯光纤与气体介质相结合后，兼具传统光纤激光和气体激光双重优势的空芯光纤气体激光器就此诞生。CO气体是传统气体激光器中常用的增益气体。CO气体自身的能级特性使得其可以产生 $4.4\sim 4.9\ \mu\text{m}$ 激光输出，但早期空芯光纤在 $4\ \mu\text{m}$ 波段以上的损耗较大，难以实现激光输出，因此光泵浦CO气体激光器都局限于传统气体腔结构中。

为了突破现有瓶颈，首先设计拉制了宽带低损耗反谐振空芯光纤（如图2a、b所示）。该空芯光纤在泵浦波段（ $2.3\text{--}2.6\ \mu\text{m}$ ）和激光波段（ $4.6\text{--}4.8\ \mu\text{m}$ ）均具有较低的传输损耗（如图2c所示）。

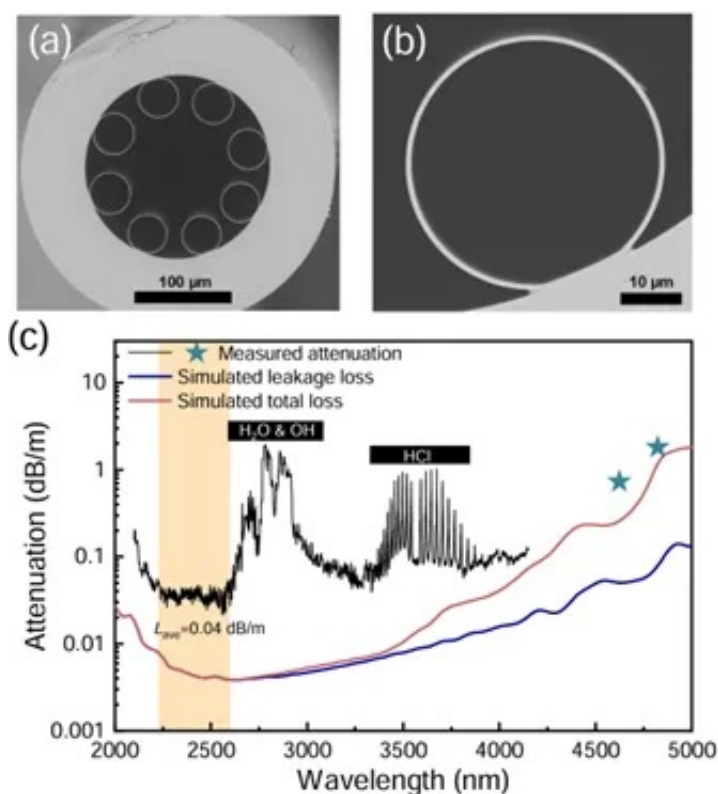


图2：（a）空芯光纤横截面的SEM图像。（b）毛细管局部放大图。（c）空芯光纤模拟损耗和实测损耗的比较。

为获得与CO气体第一泛频吸收线相匹配的泵浦光源，该课题组同步开发了 $2.33\ \mu\text{m}$ 波段窄线宽光纤激光器（如图3a所示）。利用商业化DFB激光器作为种子源，该激光器可实现 $\sim 7\ \text{nm}$ 调谐范围，覆盖CO气体分子R(5)~R(9)共5条吸收线，输出功率达到2 W（如图3b、c所示）。

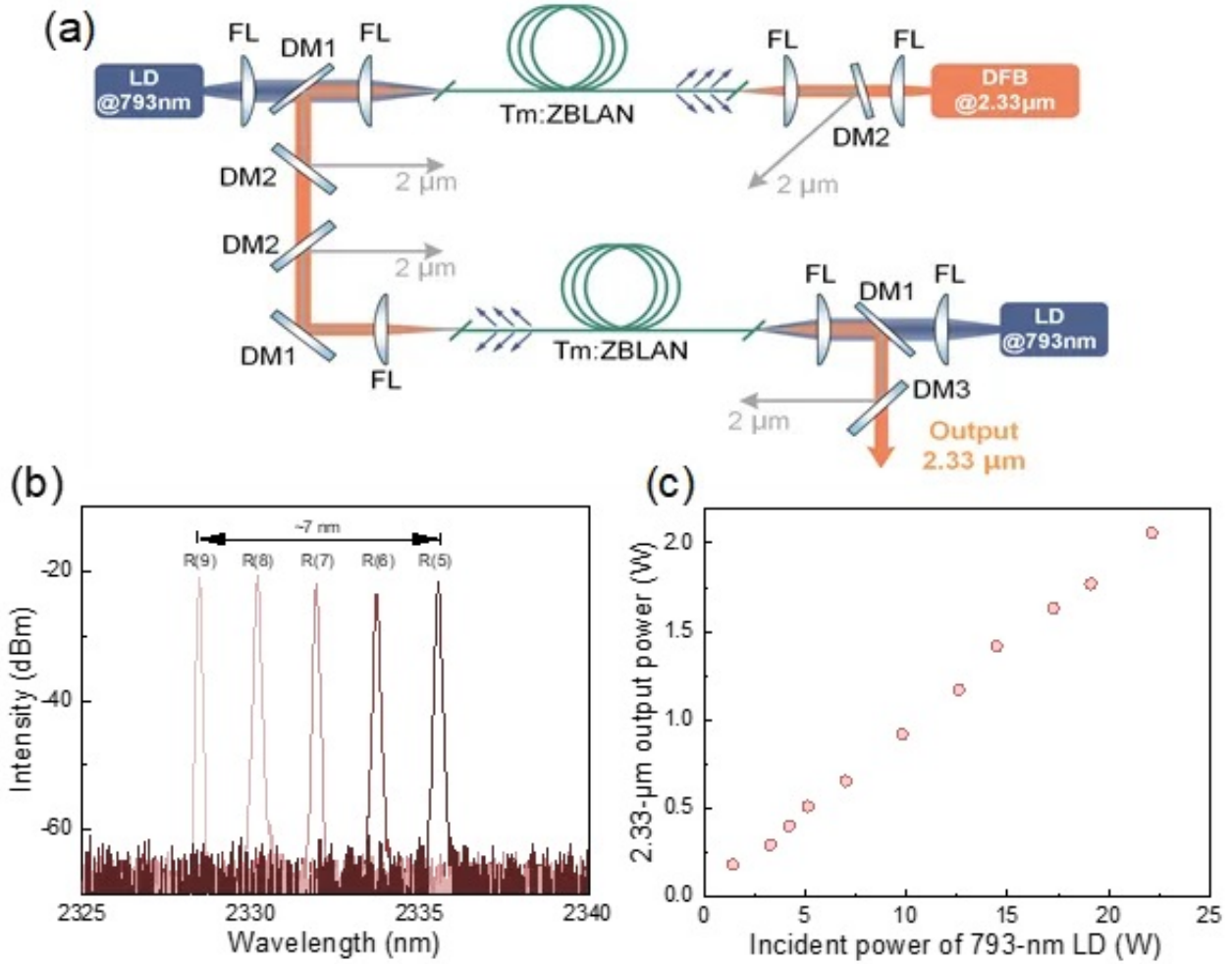


图3：（a）2.33 μm 波段窄线宽光纤激光器结构。（b）调谐光谱。（c）输出功率曲线

将CO气体冲入空芯光纤，并利用典型的单程结构，获得了R（9）至P（11）共计10条谱线输出，波长覆盖4.64~4.82 μm 。在最高输出功率下，空芯光纤CO气体激光保持良好的光束质量。

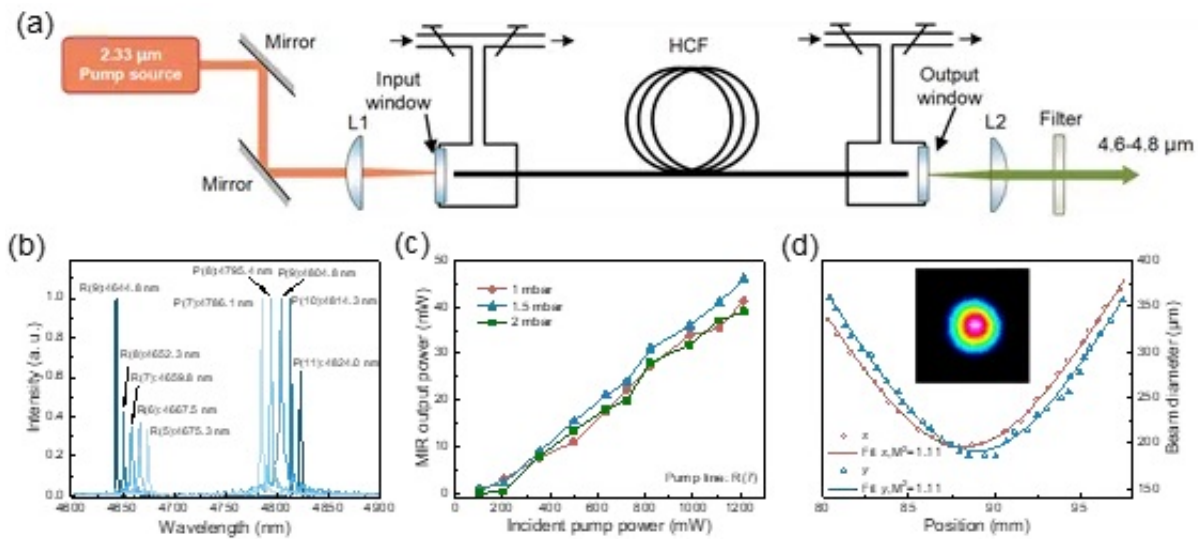


图4：（a）空芯光纤CO气体激光器结构。（b）输出光谱。（c）R（7）泵浦线下的输出功率曲线

线。(d)最高功率下光束质量。

CO气体具有极为丰富的能级结构。除去本研究所采用的第一泛频吸收线，CO气体的第二至第四泛频吸收线与Yb、Er等成熟的实芯石英光纤激光器相匹配。同时结合更为先进的嵌套型或软玻璃空芯光纤，空芯光纤CO气体激光有望实现更长波长输出。（来源：中国光学微信公众号）

相关论文信息：<https://doi.org/10.1038/s41377-024-01615-x>

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费事宜，请与我们联系。

作者：王泽锋等 来源：《光：科学与应用》

更多 科学进展 请访问 <https://www.iikx.com/news/progress/>

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，[爱科学iikx.com](https://www.iikx.com)转发