

简讯

# 高空间分辨率长距离分布式光纤振动传感系统

相位敏感光时域反射仪( $\varphi$ -OTDR)以其具有动态监测性能而被广泛研究。在传统  $\varphi$ -OTDR 中,传感距离和空间分辨率存在矛盾的关系。光纤中脉冲光功率受限,且空间分辨率由脉冲宽度决定,而脉冲宽度的减小会导致传感距离减小。目前,大多数  $\varphi$ -OTDR 系统在传感距离大于 10 km 时,空间分辨率仅能达到数米至数十米。本课题组提出的扫频脉冲(FSP) $\varphi$ -OTDR 采用扫频脉冲作为探测光,在接收端对信号进行类似于匹配滤波的处理,并进行相位解调。扫频脉冲经过匹配滤波后,其强度分布近似呈很窄的 sinc 型函数。该 sinc 函数的 3 dB 脉宽即空间分辨率与扫频范围成反比,而与脉冲宽度无关。

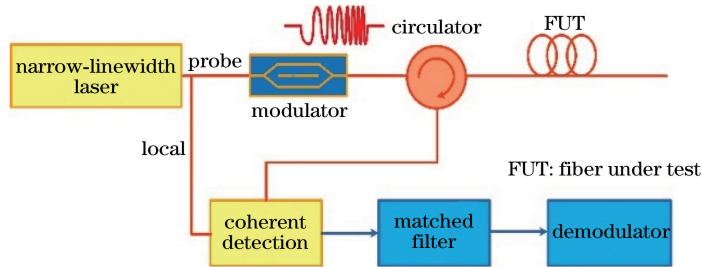


图 1 FSP  $\varphi$ -OTDR 系统原理图

Fig. 1 Schematic of FSP  $\varphi$ -OTDR system

之前实验中,采用任意波形发生器(AFG3252C, Tektronix, 美国)结合压控振荡器(VCO)的方式来产生扫频脉冲,实现的传感距离为 19.8 km,空间分辨率为 30 cm。由于 VCO 的频-压响应存在非线性,且存在温漂误差,因此对原实验结构进行了优化。采用了更加稳定的任意波形发生器(WS8352, Tabor, 以色列)来产生线性扫频脉冲。实验中,扫频脉冲宽度为 1.5  $\mu$ s,扫频范围为 0~105 MHz(受限于信号发生器的带宽)。在无中继放大的情况下,实现的传感距离为 75 km,空间分辨率为 0.95 m,如图 2 所示。解调出信号的时域和频域特征如图 3 所示。该系统在无中继放大的情况下实现的传感距离为 75 km,空间分辨率为 0.95 m。

所提系统克服了传感距离与空间分辨率的矛盾。后期优化实验中,若采集卡的采样率大于 20 GSa/s,探测器带宽大于 1 GHz,脉冲扫频范围大于 1 GHz,则理论空间分辨率能达到 1 cm。

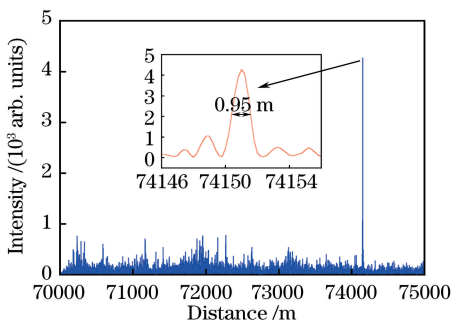


图 2 强度分布曲线

Fig. 2 Intensity distribution

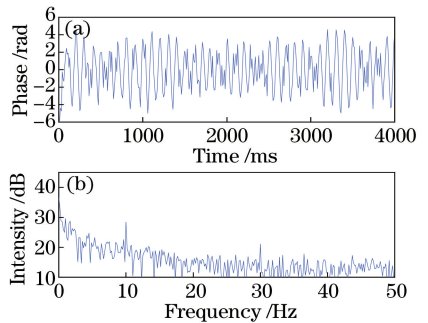


图 3 解调出的(a)时域信号和(b)频域信号

Fig. 3 Demodulated (a) time domain signal and (b) frequency signal

卢 斌<sup>1,2</sup>, 王照勇<sup>1</sup>, 郑汉荣<sup>1,2</sup>, 王 校<sup>1,2</sup>, 梁嘉靖<sup>1,2</sup>, 李鲁川<sup>1,2</sup>, 叶 青<sup>1</sup>, 蔡海文<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>中国科学院上海光学精密机械研究所空间激光信息技术研究中心, 上海 201800;

<sup>2</sup>中国科学院大学, 北京 100049

\* E-mail: hwcai@siom.ac.cn