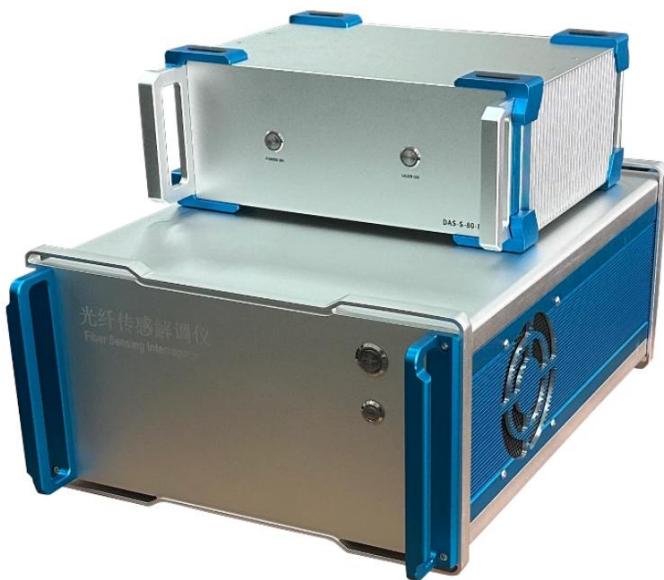


啁啾型 DAS 技术原理及优势解析

分布式光纤声波传感系统（Distributed Acoustic Sensing，DAS）是一种基于光纤作为传感介质的分布式传感技术。该技术通过向光纤中注入激光脉冲，分析光纤内部瑞利散射信号的变化，实现对光纤沿线振动、应变及声学信号的实时监测。由于光纤可作为天然的长距离传感单元，DAS 广泛应用于油气管道监测、周界安防、地震监测、交通监测以及基础设施健康监测等领域。

随着应用场景对灵敏度、稳定性和监测距离要求的不断提高，传统 DAS 架构逐渐暴露出信噪比不足、相干衰弱严重等问题，啁啾型 DAS 技术应运而生。作为国内分布式光纤传感技术的领先公司之一，上海锟联科技长期致力于高性能 DAS 系统的研发与工程化应用，积极推动技术创新与行业落地。



一、传统 DAS 面临的关键技术挑战

在传统 DAS 系统中，通常采用窄线宽、固定频率的激光脉冲作为探测光源，其主要问题包括：

1. 相干衰弱现象明显

光纤内部大量随机分布的散射中心会产生相位随机叠加，导致某些位置出现信号幅度极低甚至“盲区”。

2. 信噪比受限

在长距离或弱振动场景下，瑞利散射信号本身较弱，系统抗噪声能力不足。

3. 系统稳定性依赖激光性能

对激光器线宽、频率稳定性要求极高，系统整体鲁棒性有限。

这些问题在复杂环境和高精度应用中尤为突出，限制了 DAS 技术的进一步发展。

二、啁啾型 DAS 的基本原理

为克服上述技术瓶颈，上海锟联科技提出并实现了基于线性调频啁啾脉冲的 DAS 系统（以下简称“啁啾型 DAS”）。该技术核心是：

- 在激光脉冲发射阶段，对光的瞬时频率进行线性变化调制，使脉冲在时间维度上对应不同的频率成分。
- 当啁啾脉冲在光纤中传播并产生瑞利散射后，通过数字解调和匹配滤波等算法，可以将频率变化信息映射为高精度的相位与应变

信息，从而实现更稳定、更高灵敏度的分布式振动检测。

三、啁啾型 DAS 的核心技术优势

1、抑制相干衰弱，提升信号可靠性

啁啾调制带来频率丰富性，通过对不同频率成分的叠加分析，可显著降低传统 DAS 在某些空间位置出现的衰弱或盲区现象。

2、增强整体信噪比（SNR）

啁啾信号在解调过程中具备处理增益，使系统对微弱振动信号的检测灵敏度明显提升，尤其在远距离与弱信号场景中更具优势。

3、改善系统稳定性与一致性

相较于固定频率脉冲，啁啾调制对激光相位噪声的依赖性降低，使系统在长期运行以及复杂环境中展现更高的稳定性。

4、适应更长距离和高分辨率需求

通过结合高性能数据采集与 FPGA 数字信号处理能力，上海锟联科技的啁啾型 DAS 能在保持空间分辨率的同时，实现更大的监测纵深，满足管道、边界和基础设施监测的高标准需求。

四、啁啾型 DAS 的典型应用

上海锟联科技将啁啾型 DAS 技术广泛应用于多个实际工程场景：

➤ 油气管道泄漏与第三方破坏监测

系统可实时识别泄漏声、挖掘干扰、撞击行为等异常事件，具备低误报和高可靠性的判断能力。

➤ 地震与微震监测

在地质监测应用中，啁啾型 DAS 对低频、弱振动信号具备更高的灵敏度，有助于实现连续、全天候的地震监测。

➤ 边界安防与周界入侵检测

在噪声复杂的环境下，依托高信噪比与多频率信息处理能力，有效提升异常检测的准确性。

➤ 轨道交通与基础设施健康监测

系统可对轨道振动、桥梁健康状态提供持续监测支撑，为安全评估与运维提供数据支撑。

啁啾型 DAS 是分布式光纤声波传感技术的一项重要创新，通过线性调频啁啾技术与数字信号处理手段，从根本上改善了传统 DAS 在相干衰弱、信噪比和稳定性方面的局限。作为推进 DAS 技术发展的领军企业，上海锟联科技将啁啾型 DAS 技术持续优化，并在更多工程应用领域实现落地，为行业客户提供高性能、可靠的分布式光纤传感解决方案。