

编号:

《仪器性能合格测试报告》

测试时间: 2021.09.14

设备名称: 分布式光纤温度&应变测量系统

设备型号: Vision Dual 型

测试结果: 符合要求

测试内容:

用 Vision Dual 型分布式光纤温度&应变测量系统, 通过温度、应变相关实验, 进行分布式光纤的温度和应变测量, 检验设备测量的准确性。

一. 实验目的:

通过 Vision Dual 型分布式光纤温度&应变测量系统的操作试验, 使用仪器测量分布式光纤相关应变和温度, 在验证设备运行准确性和稳定性的同时, 掌握仪器操作。

二. 实验仪器:

Vision Dual 型分布式光纤温度&应变测量系统

三. 仪器概述:

Vision Dual 型分布式光纤温度&应变测量系统在大型建筑物的健康监测中有着非常广泛的应用, 并且与传统传感器相比, 有着抗干扰能力强、检测范围广和易于安装等特点。用于结构物、大型土建、铁路桥梁、煤矿隧道的温度及应变监测。

四. 实验原理

布里渊光时域分析是一种基于受激布里渊背向散射原理的分布式光纤传感技术, 可以同时获得沿光纤路径上被测量范围内在时间和空间上的连续分布的温度和应变信息。将激光脉冲注入传感光纤, 激光脉冲和光纤中的声波场相互作用会发生非弹性散射(布里渊散射), 光纤应变/温度的变化会引起光纤材料密度和折射率的变化, 引起光纤中的声波场发生改变, 从而改变布里渊频移和布里渊散射的强度, 从而可以利用光纤的布里渊散射效应来实现应变/温度的分布式测量。

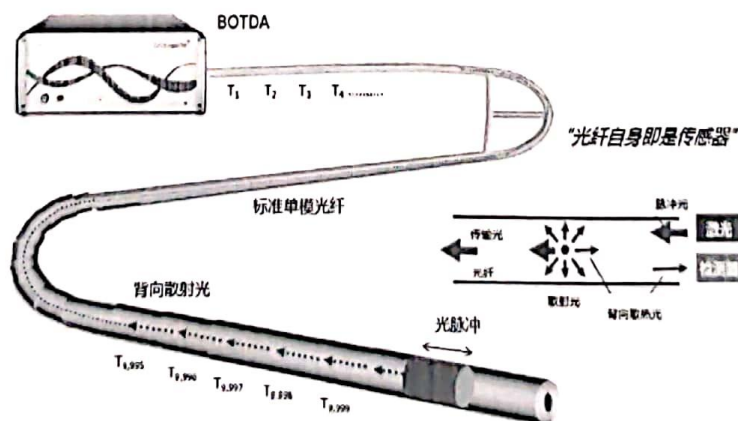


图 1 BOTDA 原理示意图

光纤的布里渊频移和光纤应变或温度的变化量成正比。因此，布里渊频移可以下面的公式来表示：

$$\nu(\epsilon, T) = \nu(0, 0) + C1 * \epsilon + C2 * T$$

其中 ϵ 为应变， T 为温度， $C1$ 和 $C2$ 分别为应变和温度系数。

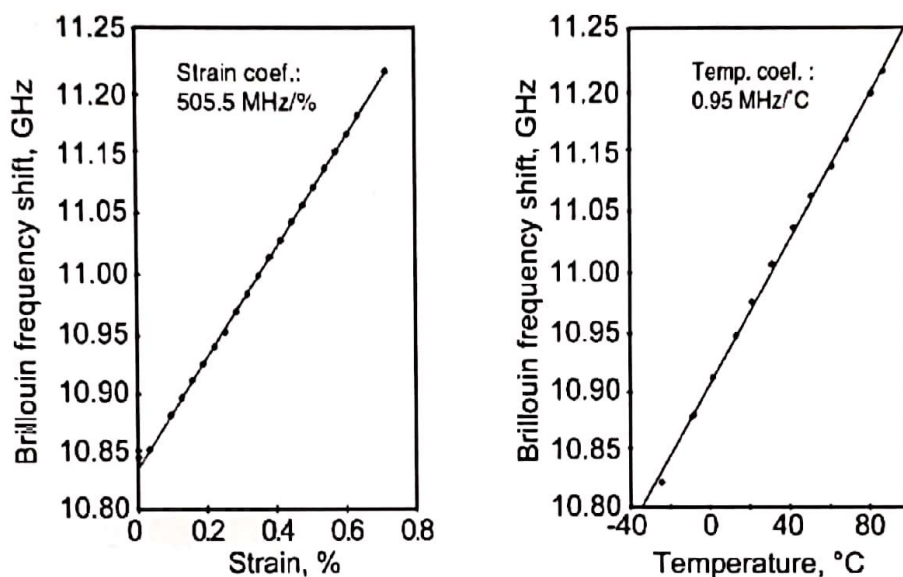


图 2 布里渊频移与应变及温度变化的对应关系示例

五. 实验过程:



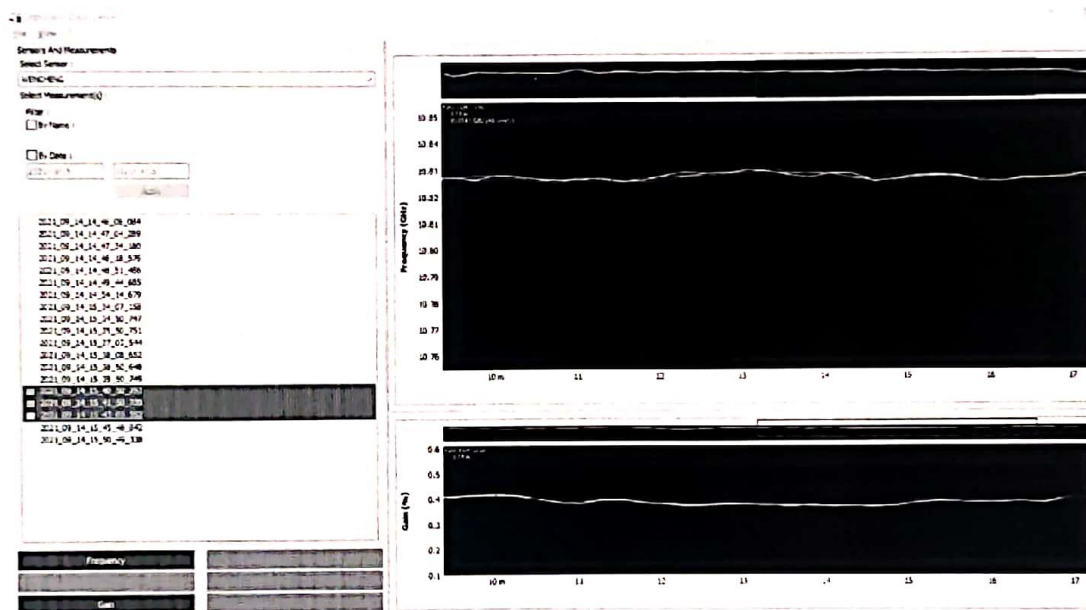
设备培训现场照片

a. 应变测量

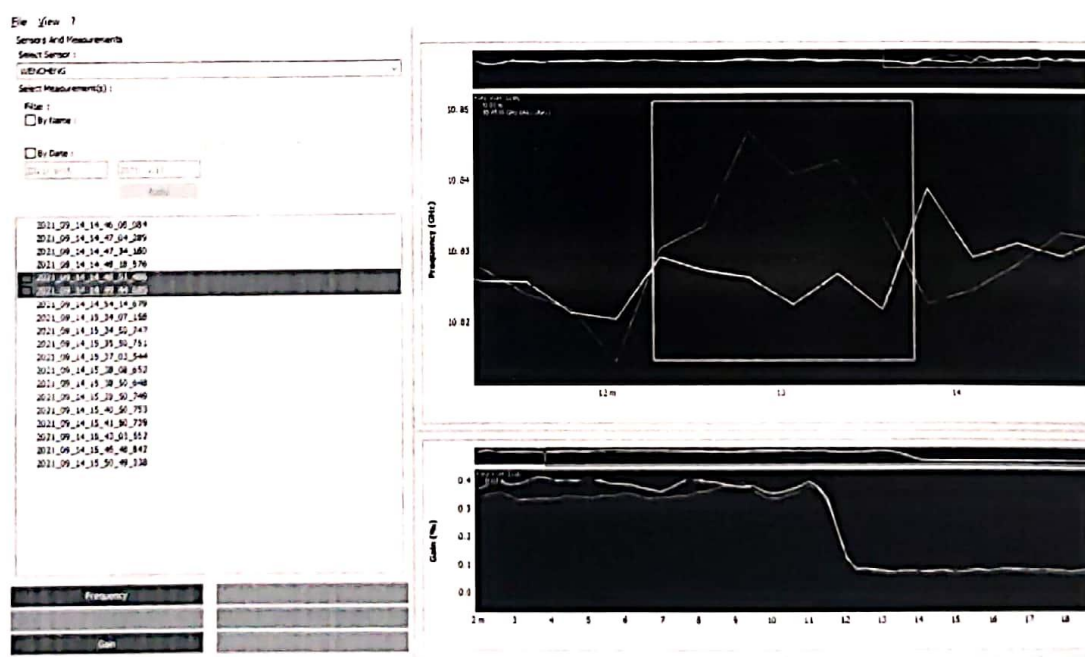
培训人员掌握软件操作后，验证试验由培训人员在指导下进行操作。

首先进行应变测量，先进行待测光纤的初始状态进行连续的三次测量，得到初始的中心频率曲线，然后对光纤其中一段约 1 米进行人工拉伸（根据用户现场条件可进行调整），再进行测量。

根据测量的曲线与初始状态的三条曲线对比，查看曲线在对应拉伸位置是否有处有一段明显的突起，转换至应变曲线后得到具体的应变数值。



图一 初始应变频率曲线



图二 12-14 米处应变拉伸频率曲线

白色的是初始曲线，红色是发生应变变化后的曲线，通过对比，可以看出在光纤在 12-14m 处有明显的事件变化，通过频率与应变的对应转化关系（ $1\text{MHz}=20\mu\epsilon$ ），与初始做差，得到拉伸的应变量大约为 $830\mu\epsilon$ ，验证了仪器的分辨率和应变精度，且验证了定位精度。

b. 温度测量

为了验证测量数据的准确性，温度的测量采用已知的水温进行测量。首先用户使用其可设定温度的热水壶制了一壶热水，将其倒入一次性水杯中，随后将其中一段（约 1m）待测光纤浸泡在热水中，再进行测量。

测量的曲线和初始曲线比较，根据测量的曲线与初始状态的三条曲线对比，查看对应位置是处有明显频移，转换成温度曲线后得到具体的温度数值，再根据室温校准（以光纤初始状态为室温），得到温度峰值，判断仪器测量的精度。

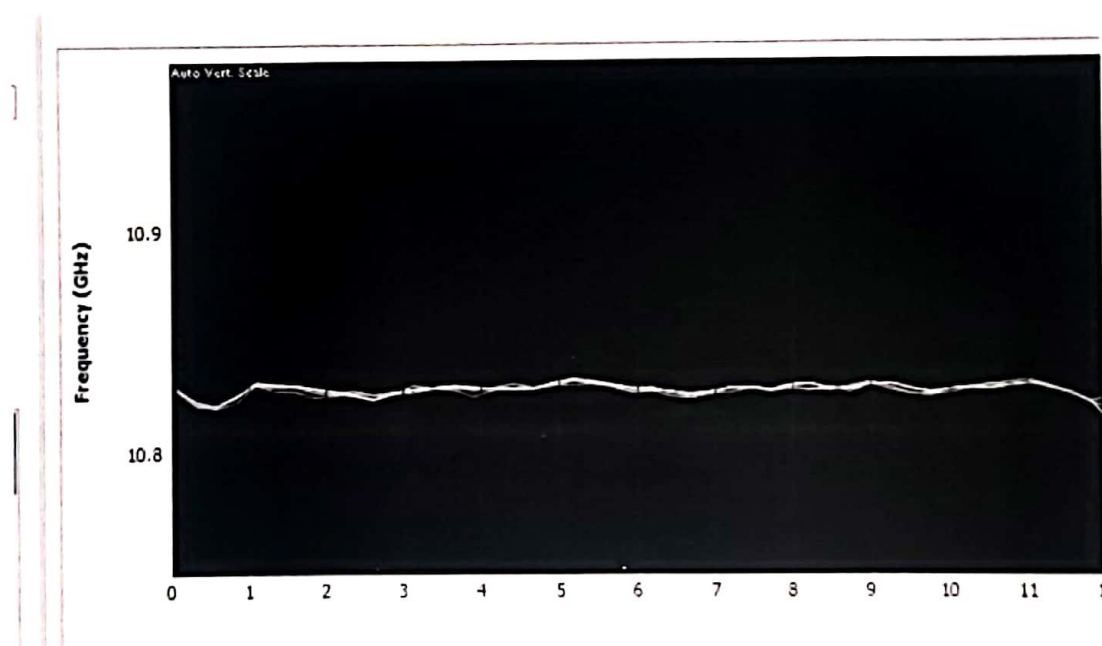


图 3 测试的初始三组温度频率曲线

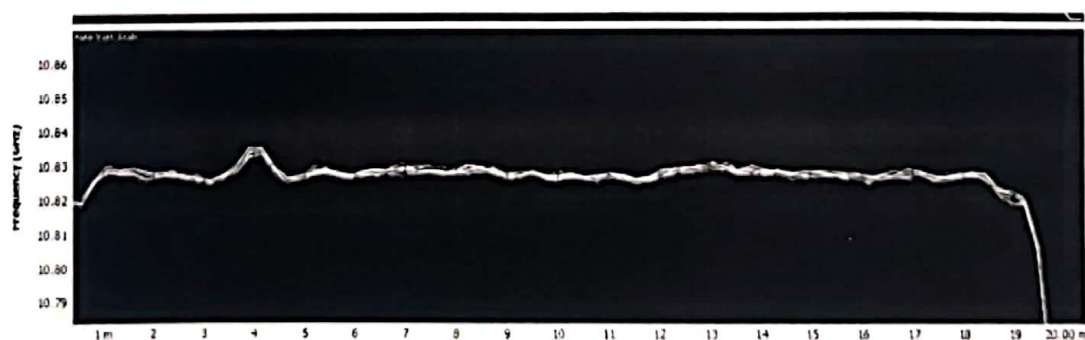


图 4 4 米处放置于温水中对应的温度测试频率曲线

测量的曲线和初始曲线比较,显示在 4m 处有明显频移动,转换成温度曲线后得到具体的温度数值,再根据室温校准(以光纤初始状态为室温 20℃),得到温度峰值为 28℃,通过对于冷水的测量得到起温度约为 28℃,用户认可了仪器测量的精度。

六. 实验结论:

应力测试结论:现场采用人工拉伸光缆的方式进行试验,先测量三次取初始的平均值后,分别进行了三次不同力度的拉伸测试,通过对比可以发现,布里渊中心频率的频移大小和拉伸的力度有关,第一次拉伸强度最高,因此,布里渊中心频率的频移最大,接下来的两次实验,力度分别有不同程度的降低,对应的布里渊中心频率也有不同程度的降低;而布里渊中心频率的大小表征了应变变化的大小,说明后两次的实验,测试光缆所受到的应力也在逐渐的减小(由 830 $\mu\epsilon$ 降至 350 $\mu\epsilon$)。而每次拉伸的位置都是相同的(12-14m 处),因此验证了 Vision Dual 的应变测试精度。

温度测试结论:现场采用温水进行温度测试实验,先测量三次取温度初始的平均值后,将对应待测段光纤放置于温水中,温水中植入温度计,作为温度参考;在测试的过程中,温度放置于空调房中会处于一直降温的状态,多次测量发现,对应的温度布里渊频移也在一直下降的变化过程中,在对温度进行现场标定后发现,与温度计显示温度一致(从 55℃降至 28℃),而放置于温水中的测试光缆位置固定(4m 处),因此验证了 Vision Dual 的温度测试精度。

通过上述温度和应变测试实验,验证设备的功能和技术均满足相关要求,符合合同要求标准。

甲方负责人签字:

乙方代表签字:

2021 年 9 月 18 日

