

光纤光栅土压计
ZX-FBG-T-1

使
用
说
明

智性科技南通有限公司

V1.0 版本

目录

一、 产品介绍 :	1
1.1 概述:	1
1.2 产品原理:	1
1.3 产品优势:	3
二、 主要技术参数:	3
三、 安装步骤:	4
3.1 注意事项:	4
3.2 初始检验:	4
3.3 传感器安装:	4
3.3 光缆连接:	6
四、 数据读取和处理:	7
五、 问题处理:	8
附录:	9

一、产品介绍：

1.1 概述：

光纤光栅土压力计可用来测量填土和堤坝的总压力。光纤光栅土压力计主要是由压力盒和压力敏感元件两部分组成。其测量原理如下：压力盒将其所感受到的土压力转换为内部敏感元件光纤光栅的波长变化，再由光纤光栅分析仪处理获得相应压力值大小。

1.2 产品原理：

光纤 Bragg 光栅(FBG, Fiber Bragg Grating)由于其结构简单、性能稳定，已被广泛的应用于各型传感器中。

当光经过光纤 Bragg 光栅时，满足 Bragg 相位匹配条件的光会被反射回来；对不满足 Bragg 相位匹配条件的光，几乎全部会被投射出去。并且其传感特性会随着周围环境的变化而变化，利用光纤光栅对温度、压力的敏感特性，可制成各型温度、压力传感器。

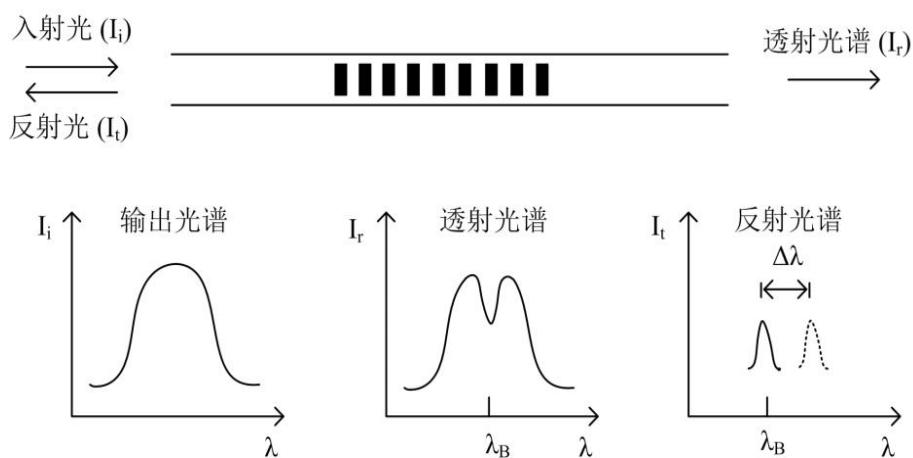


图 1.2.1 光纤 Bragg 光栅的基本传感原理

基于光纤光栅的传感原理可知，光纤光栅的信号是波长编码的信号，但在实际应用中，光纤光栅传感器主要是用于测量温度、应力等物理量，就需要将这些物理量转变为波长信号。

由耦合模理论可知：当满足相位匹配条件时，光栅的谐振波长为：

$$\lambda_B = 2n_{eff} \wedge$$

式中 λ_B ——光纤光栅的谐振波长；

n_{eff} ——光纤光栅传播模式的有效折射率；

\wedge ——光栅周期；

其中任何一个参量的改变，都会引起光纤光栅谐振波长发生偏移。由此，可以得出光纤 Bragg 光栅谐振波长的偏移量 $\Delta\lambda_B$ 为：

$$\Delta\lambda_B = 2\Delta n_{eff} \wedge + 2n_{eff} \wedge \wedge$$

当光纤光栅受到的外界应力或者环境温度发生变化时，引起 n_{eff} 和 \wedge 的变化，应力变化通过弹光效应进而引起了光纤光栅谐振波长的偏移，通过光谱仪或者光电检测系统，检测出谐振波长的偏移量，就可通过相应算法计算出相应的应力、温度的变化量。



图1.2.2: ZX-FBG-T-1 光纤光栅土压计

1.3 产品优势：

- (1) 安装、布设简便、性能稳定、抗疲劳、耐久性强、抗电磁干扰；
- (2) 内部光纤感知区采用悬空封装，长期零点稳定、温度漂移小、安装操作简便、动态特性良好；
- (3) 尾部传输线采用耐腐蚀 PE 披覆铠装光缆，具有优异的耐温和耐腐蚀性能。

二、主要技术参数：

1. 名称：光纤光栅土压计 ZX-FBG-T-1
2. 光栅中心波长：1528~1568nm
3. 光栅反射率：>90%
4. 标准量程：2MPa (可定制)
5. 压力精度：0.3%F.S
6. 压力分辨率：0.1%F.S
7. 使用温度：-30°C~+70°C
8. 外形尺寸：Φ70mm*20mm
9. 尾纤形式：铠装光缆
10. 连接方式：熔接或FC/APC
11. 用途：测量土体结构表面压力盒土中自由场压力

三、安装步骤：

3.1 注意事项：

土压力计在安装时应避免由于碾压对仪器造成损坏。应保证回填土与压力盒能密实接触。避免由于大的石块、沉降等原因，在监测区域产生局部架空现象。

3.2 初始检验：

光纤光栅传感器安装前，首先需检测外观是否完整、有无破损，然后将其连接到解调仪上，查看是否有波长数据正常输出，待数据稳定后，检查波长与相关参数设置是否接近，检测无误后可安装应用。

3.3 传感器安装：

光纤光栅土压力计通常是水平安装，用以监测垂直应力变化。但它们也可以安装在其他方向，用以测量与压力盒垂直方向应力变化。

在确定好压力盒安装位置和方向之后，将压力盒周围较大的颗粒清除，然后在安装位置底面填上一层砂或较细的材料，并且压平、压实。然后放置土压计，在压力盒上回填覆盖层。注意：土压计安装必须避免压力盒直接接触大的岩石，因为这种接触将使得压力盒局部变形，以至于外部压力不再整体传递到内部液体上。因此，凡是粒径大于 **10mm** 的颗粒必须从压力盒周围材料中去除。即安装部位与土压计直接接触的底层(**200mm** 厚内)及回填覆盖层应不含大于 **10mm** 粒径的骨料，最好使用细土。然后分层回填不同尺寸骨料组成的过渡层。回填应采用人工方法，回填层厚度达到 **250mm** 厚时，可使用夯实机夯实，达到 **500mm** 厚时，可使用碾压设备碾压（使用振动碾时

不能振动），超过 1m 厚时可使用机械回填、使用振动碾振动碾压。

安装示意图如下：

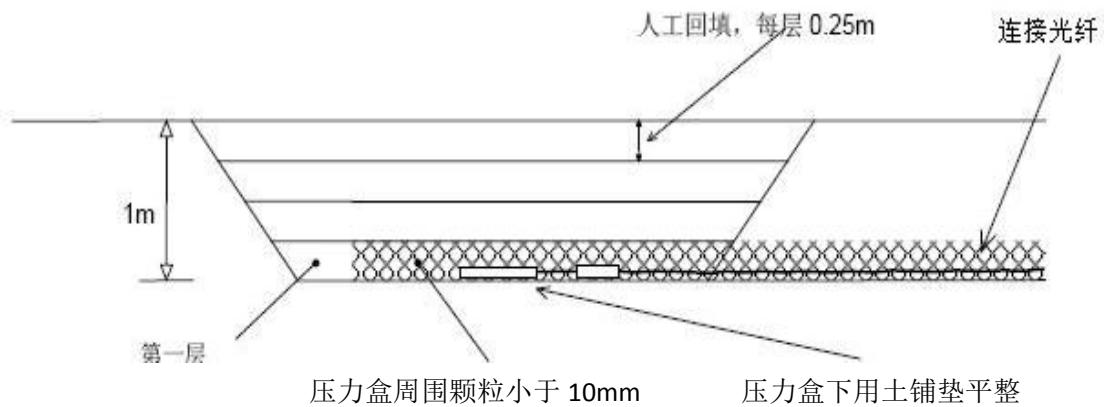


图 3.3.1 光纤光栅土压力计安装示意图（一）

埋设光缆时，可与安装土压力计使用同样的方法对光缆进行保护，最好使用光缆保护管。铠装光缆最小弯曲半径不能小于 100mm。将整个传感器链路连接、固定、保护、调试好后，将光纤光栅分析仪与传感器链路接通，此时需要记录土压计的初始波长。

3.3 光缆连接:

传感器和光缆接头应采取相印的保护措施，使其免受机械损伤，建议根据现场实际情况用角钢或槽钢加工成盖板扣在传感器顶部。

安装好的光缆每隔一定距离应当以线扣或扎带进行固定，以保证光缆走线整齐不松散为准，一般间隔 1.5 米固定一次，并将光缆穿入软管内进行二次保护，软管尽量放置在安全区域。

每个传感器安装后都应采集初始波长读数，以供后期对照，但传感器安装后存在徐变过程，因此建议安装 2-3 天后再进行采集。应变传感器需配备温度传感器进行温度补偿，补偿温度变化所导致的波长变化，从而剔除掉温度的影响。

法兰盘连接：一般用于 1 至 3 个光栅传感器串联、传输距离较短的情况下使用，直接将传感器的 FC/APC 接头与法兰盘对接，然后旋紧螺帽即可。对接过程中应该注意，FC/APC 接头上的卡栓与法兰盘上的凹槽位置相对应。

熔接方式：此种方式一般用于传感器布设数量较多，传输光缆距离较长的情况下使用。建议由专业的光纤维维修工或熟练技工完成。

注意：光纤在熔接前，要将光缆的 FC/APC 头接入解调仪，确保该传感器的波长正确及损耗在合理范围内，否则，需检查光缆通道，排查问题后，方可将该传感器尾纤熔接到通道光缆。

四、数据读取和处理：

数据读取：

光纤光栅传感器采用相应配套的光纤光栅解调仪读取数据。将光纤传感器传输线通过 FC/APC 接头接入光纤光栅解调仪，打开光纤光栅解调仪上位机软件对传感器进行扫描即可读出相应波长值，在软件界面传感器设置栏进行相应参数设置，便可将波长的变化转化为对应的物理量变化值。

每个传感器安装后都应采集初始波长读数，以供后期对照，但传感器安装后存在徐变过程，因此建议安装 2-3 天后再进行采集。传感器需配备温度传感器进行温度补偿，补偿温度变化所导致的波长变化，从而剔除掉温度的影响。

计算方程：

土压力计算方程式： $\varepsilon = \frac{\lambda - \lambda_0 - (\lambda_t - \lambda'_t) \times \frac{1}{a} \times b}{K}$		
λ :土压测量光栅测量波长 (nm)	λ_0 :土压测量光栅初始波长 (nm)	
λ_t :温度补偿光栅测量波长(nm)	λ'_t :温度补偿光栅初始波长(nm)	
a:温度补偿光栅温度灵敏度系数	xxxxx	nm/°C
b:土压测量光栅温度灵敏度系数	xxxxx	nm/°C
K:土压测量光栅压强灵敏度系数	xxxxx	nm/MPa

五、问题处理：

光纤光栅传感器的日常保养只需周期检查光缆的连接处是否牢固，定期用酒精棉球清洁跳线接头。传感器内部密封，用户不可拆开维修。

常见问题：连接解调仪器后无波长读数，查看接口是否对准；光谱图显示波长峰值较低则表明数据传输过程中能量损耗较大，传输线路弯折或出现断点，需要修复；如果传感器测量值与被测物体的实际值存在偏差，检查解调仪对应传感器参数设置是否正确。

ZX®
智性科技
Zhixing S&T Ltd.

智性科技南通有限公司

电话： 0513-89168088

传真： 0513-89168078

地址： 江苏省南通市经济技术开发区景兴路 300 号

网址： <http://www.zhixingst.cn>

附录：

光纤光栅土压计尺寸示意图：

