HBM 传感器 数据采集系统和测量放大器 软件 服务与支持 公司 HBM 传感器 > 光纤传感器 > 布拉格光栅技术的常见问题

> 技术 ■ 布拉格光栅如何工作?

以下是我们的专家给出的答案:

■ 如何测量应变?

■ 应变测量对温度是否敏感? ■ 什么事温度补偿,如何工作? ■ 在恶劣的环境下,FBG技术可以应用于哪里? ■ 光纤可以实现的最大传输距离是多少?

■ 什么是光纤传感器的压力效应

光纤传感器 ■ 光纤传感器有什么优势? 量应力?还是温度效应?

布拉格光栅技术和系统的常见问题

吗?

距离为5nm,有什么具体原因?

■ 在应力和温度双重影响的情况下,是否可能仅测 ■ 我能用布拉格光栅传感器测量薄片的弯曲应变 ■ FS Line 传感器的标准布拉格波长距离为 6.4nm, OP Line传感器的标准布拉格波长 ■ 光纤应变传感器是否具有有效栅丝长度?

■ 湿度/水对粘合剂的粘合强度有什么影响?

■ 几乎所有的传感器的工作温度范围从[-20,80]°C,

■ 为何风力涡轮机叶片上需要使用光纤传感器,而

■ 是否为每种类型的光纤传感器预定义了特定的波

■ 温度传感器是否具有自己的多项式校准功能?

温度影响,为什么?

不是传统的电阻应变片?

■ 一个光纤中可以集成多少个传感器?

■ 如何将光学传感器连接到被测件上?

■ 温度传感器的响应时间是多少?

■ FBG传感器的最大采样率是多少?

为什么?

基于光纤布拉格光栅(FBG)的光纤传感器正变得越来越受欢迎。它们易于安装,免受电磁干扰,可用于可能爆炸的环境。但是布拉格光栅如何工作?

光纤解调仪 仪兼容? 格光栅传感器?

■ 静态和动态解调仪有什么区别?

Q

■ 是否可以将测量数据无线传输到PC?

■ BraggMONITOR 软件是否与静态和动态光纤解调 ■ 如果解调仪的范围有限,是否可以连接多个布拉 ■ 解调仪是否需要校准?

■ HBM FiberSensing 数据采集系统是否便携? ■ 是否可以在其他系统中集成 HBM FiberSensing 光纤解调仪? ■ 是否有可用的驱动程序来控制解调仪? ■ FS22 工业 BraggMETER SI 提供的存储容量是多

■ FS22 工业 DI 解调仪是否带有内部存储容量?

■ 使用解调仪时,我需要一台电脑吗?

■ 是否可以物理访问 FS22 工业 SI 解调仪内部存储

■ 对于倾角传感器来说,布拉格光栅是否需要消除 ■ 倾角灵敏度是否取决于倾斜传感器的初始定位角

器并更换它?

布拉格光栅如何工作?

布拉格光栅是波长非常小的的光纤,其包括多个可反射特定波长反射点。光栅结构可以通过强烈 UV光对光纤芯影响产生。 - DEFERME

布拉格光栅的反射点之间的距离总是相等的。精确匹配两个反射点距离的波长由光栅反射,而其他波长不被反射或被阻止。布拉格光栅传感器信号是每个 光栅反射产生的窄光谱。 09.04.2008 15:14:26

解调仪可以测定独立反射峰的波长。一旦布拉格光栅遭受应力变化,反射点距离将会改变,并且反射不同的波长。这样布拉格波长变化就可以被测量。类 似于电阻应变片: λ 布拉格光栅的基本波长 (测量开始时的波长)

Δλ 施加到光栅的应变产生的波长变化 k k 系数 8 应变

如何测量应变? 通过布拉格光栅传感器,光栅解调仪测定的是窄光谱的峰值波长。当应变导致光栅 传感器波长变化时,解调仪测定的波长峰值与应变成正比。其中应变系数或传感器 灵敏度被用作比例系数。 HBM FiberSensing 解调仪带有图形化用户界面和强大的采集和数据分析软件,例 如 catman®.

应变测量对温度是否敏感? 光纤布拉格光栅对应变和温度都很敏感。这意味着经受应变和温度的传感器的应变测量也受温度变化的影响。但这种效 应是很好的特点并容易补偿。有几种方法可以补偿这种影响: ■ 采用另外一个光栅传感器在相同温度变化下只进行温度测量 ■ 采用另外一个光栅传感器作为样件(安装在相同材料上,但不施加应变);

■ 采用另外光栅传感器确保施加的应变相同,但带有不同信号(例如一个在悬臂顶部,一个在底部); 采用无热应变传感器以补偿应变测量中的不期望的温度效应; 什么事温度补偿, 如何工作?

布拉格光栅 (FBG) 应变依赖性 布拉格光栅的应变依赖性由下式给出:  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = k\Delta\varepsilon$ 

k- 布拉格光栅的 k 系数

布拉格光栅 (FBG) 温度依赖性 布拉格光栅的温度依赖性由下式给出:  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = (\alpha + \zeta)\Delta T$ 

这里: α-光纤的热膨胀系数

ζ- 热光系数 (折射率对温度的依赖性) 固定布拉格光栅 (FBG) 的温度依赖性

如果光纤应变仪被固定到刚性无应变结构,温度可以改变光纤的折射率,但是其膨胀由结构固定。这等同于考虑固定光 纤的热膨胀=0。光纤布拉格光栅测量应变的温度依赖性为:  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = \zeta\Delta T$ 当测量应变时,该温度引起的波长变化与应变混淆。实际由温度引起的测量应变为:  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} = k\Delta\varepsilon = \zeta\Delta T \leftrightarrow \Delta\varepsilon = \frac{\zeta}{k}\Delta T$ 因此,对温度的交叉敏感性 (TCS) 由下式给出:

 $TCS = \frac{\Delta \varepsilon}{\Delta T} = \frac{\zeta}{k} \left[ \mu m / m / {}^{\circ}C \right]$ 

 $\Delta \varepsilon = \frac{1}{k} \frac{\Delta \lambda}{\lambda} - TCS. \Delta T$ 

(FBG) 传感器。

有什么具体原因?

有效应变应该由应变传感器测量的应变减去温度的影响:

这种变形的校正没有考虑温度对固定传感器结构变形的影响。

固定在结构上的布拉格光栅(FBG)的温度依赖性

为了补偿由于温度效应引起的结构的变形, 计算应当考虑结构的热膨胀系数 (CTE) 来进行。 结构的总应变变化为:  $\Delta \varepsilon = \Delta \varepsilon_{\text{Load}} + \Delta \varepsilon_{\text{Temperature}} = \Delta \varepsilon_{\text{Load}} + \text{CTE}_{\text{Structure}} \Delta T$ 固定到承受负载和温度的结构的传感器的波长变化由下式给出:  $\frac{\Delta \lambda}{\lambda} = k\Delta \varepsilon + \zeta \Delta T = k \left( \Delta \varepsilon_{\text{Load}} + \Delta \varepsilon_{\text{Temperature}} \right) + \zeta \Delta T = k\Delta \varepsilon_{\text{Load}} + kCTE_{\text{Structure}} \Delta T + \zeta \Delta T$  $= k\Delta\varepsilon_{\text{Load}} + k\left(\text{CTE}_{\text{Structure}} + \frac{\zeta}{k}\right)\Delta\text{T} \leftrightarrow$  $\leftrightarrow \Delta \varepsilon_{\text{Load}} = \frac{1}{k} \frac{\Delta \lambda}{\lambda} - (\text{CTE}_{\text{Structure}} + \text{TCS}) \Delta T$ 

相比传统应变片,布拉格光栅传感器具有更大厚度,在测量弯曲应变时,不可避免地会产生较大的误差,但可以通过一 项方式补偿: ε<sub>OF</sub> 部件的表面应变 ε<sub>Anz</sub> 通过光纤测量的应变 h 部件的厚度 d 部件表面到光纤的距离 另外,光纤具有更小的弯曲半径。HBM OP Line 传感器具有弯曲表面的应变测量能力,考虑的距离 d=0.5 mm.

布拉格波长是布拉格光栅生产时进行的定义。为了简化生产,定义了标准值。

由于历史原因导致 FS Line 和 OP Line 波长不同。

■ 热核反应堆中的应变,温度和位移监测;

光纤可以实现的最大传输距离是多少?

什么是光纤传感器的压力效应

一个光纤中可以集成多少个传感器?

连接器,接头,光纤长度...)以及布拉格光栅的反射率。

据不同的反射波长来分配传感器。

温度传感器的响应时间是多少?

■ 航天器监控等

实际上,可在 1500 nm 和 1600 nm 波长之间进行定制。

这意味着为了补偿由于温度效应引起的结构的变形,有必要知道传感器固定在其上的结构的材料的CTE值。

为了仅测量应力,需要补偿温度的影响。有几种方法,其中包括使用特殊的机械结构或使用额外的布拉格光栅

FS Line 传感器的标准布拉格波长距离为6.4nm,OP Line传感器的标准布拉格波长距离为5nm,

在应力和温度双重影响的情况下,是否可能仅测量应力?还是温度效应?

例如通过裸光纤,或是光纤补偿传感器 OTC 或是 FS63 光纤温度传感器来实现

我能用布拉格光栅传感器测量薄片的弯曲应变吗?

在恶劣的环境下,FBG技术可以应用于哪里? HBM FiberSensing 光学系统现已经成功部署的恶劣环境包括:高温,高辐射,高真空,高压和低温环境。 例如以下应用: 大功率发电机的振动和温度监测; ■ 电力变压器热点监测; ■ 风力叶片监控; ■ 飞机燃料箱中的应力监测;

光纤中的距离衰减非常小。 结合HBM FiberSensing光学解调仪,光纤长度可以达到几十公里。

当光栅经受压力时,反射峰上存在波长偏移。 波长变化约为  $\frac{\Delta\lambda}{\lambda} \cong 1.9 \times 10^{-3} \Delta P[Pa]$ 然而,与由应变或温度变化引起的波长变化相比,这种效应非常小,因此通常被忽略。 在遭受压力,光纤传感器经受点横向负载时,会发生双折射现象。 这意味着将出现新的峰 (两个峰将同时共 存),并且其偏移也可以被量化。 光纤传感器

光纤传感器有什么优势?

栅传感器是绝佳的替代方案。

光纤布拉格测量技术提供的一个主要优点是几个传感器可以集成在单个光纤中。前提是这些传感器要具有不同的布拉格

布拉格波长会随温度和应变的影响而产生变化。因此,必须保证传感器间的间隙距离不发生重叠。这样,解调仪可以根

影响传感器数量的另一个特性是接收布拉格光栅反射时的可用功率。这取决于解调仪的发射功率,沿途的损耗 (弯曲,

在需要使用传感器数量较多,或者传输距离长,以及特殊的环境下,布拉格光

例如,传感器数量超过30个,布拉格光栅传感器更具成本优势。长距离(以

光纤传感器可以以不同的方式连接到被测件上。HBM FiberSensing 光纤传感 器可以通过粘合, 点焊方式连接到金属结构上, 嵌入到混凝土或复合材料中,

km为单位)或非常特定的应用(例如,高磁场,强EMI/RFI,爆炸风险 等) ,则光纤传感器可能是唯一的解决方案。电磁效应 (EMI, RFI, 火花...) 以及电隔离和低温环境也同样如此。 FBG传感器的优点: ■ 潜在爆炸性环境中安全操作; ■ 高复用性,允许连接大量不同类型的传感器到单根光纤,减少网络和安装复杂性; ■ 体积小, 重量轻, 适合难以到达的位置和测量点; ■ 遥感: 传感器和解调仪之间的距离超过几公里: ■ 无机械故障和高抗疲劳性; ■ 提供绝对测量量而不需要参考值: 基于绝对参数的测量 - 布拉格波长 - 与功率波动

是否为每种类型的光纤传感器预定义了特定的波长? 布拉格光栅 (FBG) 波长在传感器的生产期间被定义,并且可以被调节为1500nm和1600nm之间的任何值。可以用任 何波长生产所有类型的传感器 (温度, 应变, 倾斜, 位移等)。但是在单根光纤中, 不同的传感器应该具有不同的波 长,并且彼此间不可以重叠。当如果他们处于解调仪不同的通道中,可以具有相同的波长。 如何将光学传感器连接到被测件上?

或者仅用螺栓固定...

有很多情况会影响传感器的数量,一般来说,单根光纤上推荐使用13或14个传感器。

温度对传感器的影响是立即的,它只取决于通过材料的热传递。 温度传感器是否具有自己的多项式校准功能?

所有温度传感器都附带包括多项式校准功能的校准数据表。

光纤应变传感器是否具有有效栅丝长度?

对应于大约6mm的光栅长度。

去除。

和电阻应变片不同, 光纤传感器没有有效的栅丝长度。

湿度/水对粘合剂的粘合强度有什么影响? 冷固化粘合剂不断增加的相对湿度下不提供长期稳定性。这特别是 Z70。 然而, 环氧树脂 (X280) 可以抵抗湿度的影响。 请注意,湿度会导致所用材料的膨胀。对于光纤来说,这将产生影响布拉格光栅的 力。这对测量点的稳定性有负面影响。 无论如何, 我们建议使用类似于电阻应变片所用的保护层。

对于倾角传感器来说,布拉格光栅是否需要消除温度影响,为什么?

标距长度取决于传感器封装,并在传感器技术参数表中说明。在使用裸光纤或附接全长光栅传感器的情况下,标距长度

倾角传感器包括两个布拉格光栅,并且两者都需要在没有温度影响的情况下获得角度测量。两个布拉格光栅以推挽结构 工作,这意味着当一个传感器由于传感器位置而被拉紧时,另一个被以相同的应变值压缩。利用这种配置,我们可以通 过波长变化识别角度变化,波长变化在数值上相等但具有相反的信号。温度效应对布拉格产生相等的波长变化,因此被

倾角灵敏度是否取决于倾斜传感器的初始定位角度? 倾斜的灵敏度不取决于传感器的初始角度。然而, 传感器采用摆锤方式操作, 因此角度测量范围以垂直为中心±5度摆 动,并且传感器将不会在这范围外工作。

几乎所有的传感器的工作温度范围从[-20,80]°C,为什么?

FS line 传感器的温度限制为-20°C至80°C。极限是由纤维的丙烯酸酯涂层决定的。

为何风力涡轮机叶片上需要使用光纤传感器,而不是传统的电阻应变片?

对比其他光纤技术

内部光谱参考 - 长期精度

每 10 ms 自动校准 - 无需重新校准

BraggMONITOR 软件是否与静态和动态光纤解调仪兼容?

态光纤解调仪 FS22 Industrial BraggMETER DI.

在传感器编辑期间,必填的中心波长值对应于需要计算波长变化( $x = \Delta \lambda$ ,nm)的波长( $\lambda 0 nm$ )值。这意味着在瞬时

SO 值对应于校准过程中的参考温度,因此要获得绝对温度值,必须使用校准表的相同中心波长来计算x:测量中使用的

该变形将始终从定义为"零"的时刻被记录,意味着x值将总是采用传感器安装之后"零"时刻的波长来计算。

HBM FiberSensing 解调仪通过以太网进行通信。这样,可以通过Wi-Fi 或 GSM连接它们。但是,必须注意传输数据的

光学传感器不包括任何通信,因为传感器不具有任何电子器件。光学传感器是无源的,并且仅依赖于裸光纤。

FS22工业解调仪和 FS42 便携式解调仪在生产时进行校准,并包括可溯源的内部参考,以确保其长期精度。

可靠性。例如,在具有较高采集速率的动态解调仪上,为确保无缝数据传输,所需的带宽很高。

虽然接口非常相似,但HBM FiberSensing有两种不同的应用: BraggMONITOR SI 用于静态工业解调仪 FS22 Industrial BraggMETER SI, BraggMONITOR DI 用于动

更宽的波长范围 - 更多传感器

选择光纤传感器监测风力涡轮机叶片有很多原因。下表给出了我们传感器的特点:

布线少 - 单根光纤可集成多个传感器 极化效应免疫 - 信号稳定性 无需焊接 高反射率传感器 (>70%) - 它们之间的距离没有限制 您可以在此处找到有关用于监视和测试风力涡轮机应用的 HBM FiberSensing 光纤系统的更多信息. FBG传感器的最大采样率是多少? 我们可以说光纤布拉格光栅(裸光纤)有"无限制"。 采样率的限制在解调仪端。 HBM FiberSensing 标准解调仪目前限 制为1000 S / s, 但内部采集速率高达10 kS / s。 对于封装的传感器, 周围有一些机械设备, 虚拟极限可能不真实, 因 为机械装置限制了到光栅的应变传递。

具有稍微更大的精度和分辨率值,但在没有附加PC的情况下没有内部存储器来存储数据。

SPD 对于静态解调仪是唯一的. 点击这里了解详情

t (xt, Δλt) 中传感器的波长变化的结果是:

CWL 字段必须与传感器校准表中的值相同。

光纤应变传感器和变形之间存在依赖性:

这里 k 是应变传感器 k 系数,S 是校准表描述的应变灵敏度。

S2 是二阶灵敏度,

S1 是一阶灵敏度,

使用应变传感器示例

 $\Delta \varepsilon = \frac{1}{k} \frac{\Delta \lambda}{\lambda} = Sx$ 

S0 是温度偏移.

 $x_t = \Delta \lambda_t = \lambda_t - \lambda_0 [nm]$ 9 9 9 9 其中 At 是在时刻t测量的传感器的波长。 如果用户的目的是从一个时刻"零"测量,则要在CWL字段上插入的值应该是在该特定时刻测量的值。另一方面,如果用 户需要绝对测量 (例如,对于温度传感器),则使用的CWL应该采用传感器包装中校准表上的定义值。 使用温度传感器示例 在HBM FiberSensing温度传感器的校准表上,温度采用波长变化的二阶多项式描述:  $T[^{0}C] = S_{2}x^{2} + S_{1}x + S_{0}$ 

使用BraggMONITOR软件时,应该在中心波长 (CWL,λ0)字段使用哪个值?

如果解调仪可以寻址的传感器的数量存在限制,例如[1500; 1600]。然而,只要每个传感器的布拉格波长是不同的,并 且在它们的测量范围内不重叠,仍然可以连接单个光纤(几十或甚至几百个传感器)中的多个传感器。 作为示例, 询问器范围是[1500; 1510] nm, 并且希望具有在该范围内测量的3个传感器。 如果传感器的布拉格波长如下: sensor1 = 1502 nm sensor2 = 1505 nm sensor3 = 1508 nm 并且所有传感器在测量期间具有+/-1nm的波长偏移,在测量期间将不存在重叠。 例如,如果测量导致的传感器波长偏移为+/-3nm,则将发生布拉格波长重叠,其中一个将受到限制。

如果解调仪的范围有限,是否可以连接多个布拉格光栅传感器?

HBM FiberSensing 数据采集系统是否便携? HBM FiberSensing BraggMETER 解调仪非常携带。然而,FS22工业解调仪需要电源和一个带接口的PC。 FS42 便携式 BraggMETER 解调仪专为移动应用而设计。这是个独立的解调仪,可以在多个位置提供测量,并与任何类 型的FBG传感器(温度,应变,倾角等)一起使用。它们包括电池,触摸屏界面和内置软件。在传感器网络的安装期 间,在现场使用这些便携式解调仪是非常常见的,或者进行实况测量。

是否可以将测量数据无线传输到PC?

解调仪是否需要校准?

然而, 可以随时对所有解调仪执行经认证的校准。

是的, FS22 工业光纤解调仪带有以太网与TCP / IP 通讯接口, 可以进行集成。 对于 FS42 便携式解调仪来说, 答案是否定的。 是否有可用的驱动程序来控制解调仪? 14/09/2016 10:54

是的,解调仪包装中带有相应的驱动程序。

是否可以在其他系统中集成 HBM FiberSensing 光纤解调仪?

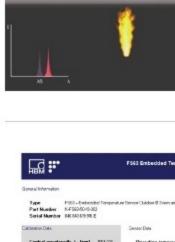
静态解调仪的存储容量为2 GB。对于 25个传感器/通道和8通道解调仪,则2 GB将足以存储大约3000小时的数据。 FS22 工业 DI 解调仪是否带有内部存储容量? 没有,不过,FS22 DI 带有缓存,可确保几秒钟的测量不会丢失,例如,在通信瞬间丢失的情况下。 智能峰值检测功能 (SPD) 在静态和动态询问器中都可用吗?

是否可以物理访问 FS22 工业 SI 解调仪内部存储器并更换它? 不可以, 仅可以访问存储文件, 或删除它们。 使用解调仪时, 我需要一台电脑吗? HBM FiberSensing FS22 工业解调仪需要一台PC进行配置,数据管理和可视化。 配置测量后,静态 FS22 SI 解调仪可以作为独立模块保留,数据可在本地存储。只是某个时刻需要一台PC来进行数据

智能峰值检测功能 SPD 仅能用于 FS22 Industrial BraggMETER SI 静态解调仪。

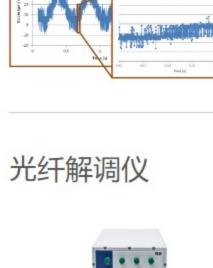
相关页面



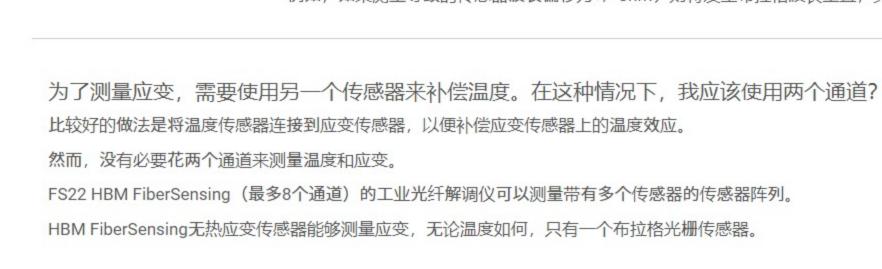


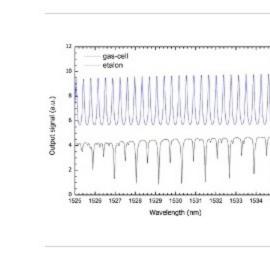




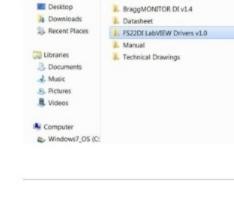








**BraggMETER** 

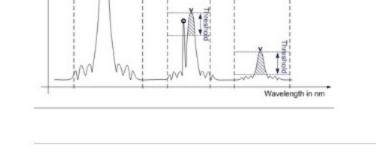


14/09/2016 10:54

14/09/2016 10:54 14/09/2016 10:54

14/09/2016 10:54

FS22 工业 BraggMETER SI 提供的存储容量是多少?



动态FS22工业布拉格DI读取器的情况是不同的,因为它没有存储能力,需要PC来接收测量数据。

静态和动态解调仪有什么区别? 静态和动态解调仪之间的根本区别在于它们的采样率: 第一种用于静态应用, 第二种用于准静态或动态应用, 具有更高 的采集速率。请浏览 HBM FiberSensing 解调仪页面 和可用的选项。 由于它们的设计不同,在性能方面也存在一些差异。静态解调仪提供更好的精度和分辨率,并且可以独立操作,而动态

对比传统电阻应变片

无源传感器 - 可抵御雷击

复用性 - 单根解调仪可连接不同传感器