

# 武汉中地恒达科技有限公司企业标准

ZDHD-QS-JS033-1.0-2020

---

## 光纤光栅式拉杆位移计使用说明书

2020-6-1 实施

---

本说明书由武汉中地恒达科技有限公司 编制

## 1. 概述

### 1.1 简介

FBG-WY01 光纤光栅式拉杆位移计用于测量建筑物表面接缝的开合度，例如：建筑、桥梁、管道、大坝等混凝土等的裂缝。

传感器包括光纤光栅，弹簧、连接杆、传动机构、万向节等组成。传感器完全密封，当连接杆从传感器主体拉出，弹簧被拉长导致张力增大并由光纤光栅感应元件所感知，通过光纤光栅分的波长可测量出裂缝的开合度。



图 1 光纤光栅位移计实物图

### 1.2 特点

(1) 采用波长解调技术，测量精度高：

利用布拉格光栅与应变的关系，通过独有算法解调，实现高精度测量。

(2) 在线监测：

配合光纤光栅解调仪可实现 24 小时不间断在线测量与监控。

(3) 不受电磁干扰：

光信号在光纤中实现测量与传输，不受电磁波干扰，保证信号测量和传输的准确性。

(4) IP67 防护，可适应高湿环境：

外壳防护等级达到短时间浸水无损坏，可适应堤坝、桥梁、隧道等高湿环境。

## 2. 主要技术指标

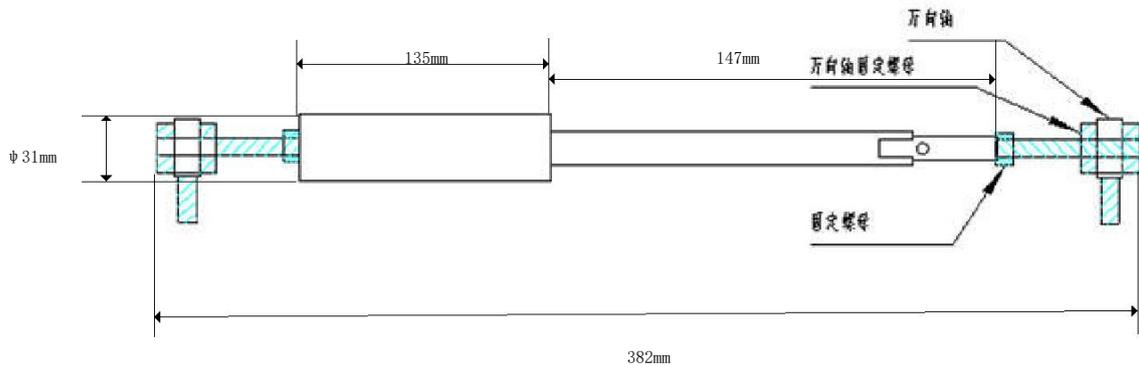


图 2 光纤光栅位移计外尺寸图

表 1 主要技术指标

标准量程	25、50、100mm
测量精度	<1% FS
分辨率	0.1%FS
线性度	直线拟合后 $R^2 > 0.999$
波长范围	1525nm~1565nm
光栅反射率	>85%
测量时间	<1s
温度补偿	内部补偿
封装形式	不锈钢外壳封装
防护等级	IP67(可以定制达到 IP68)
出纤形式	单模单芯 双端出纤
使用环境	温度-30 °C~+80 °C，湿度<95%无凝露

## 3. 安装步骤

### 3.1 安装前测试

把传感器与光纤光栅读数仪相连并读数，此时应能看到传感器内有两只波长不同的光栅（温补型）。其中一只光栅会随着拉杆的拉动而变化波长读数，这就是用来感知裂缝开合的光栅，温补光栅并不随拉杆的伸缩而变化。

### 3.2 安装方向

安装光纤光栅式位移计可由二种类型的锚杆（固定装置）实现。

- 1、 焊接式锚杆：用于在钢铁部件上安装位移计
- 2、 膨胀螺栓或灌浆锚头用于在混凝土和岩石上安装位移计。

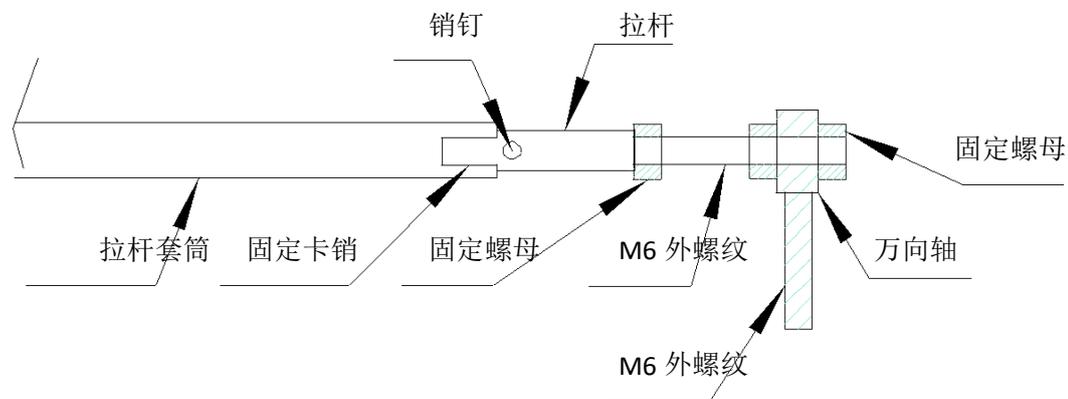


图 3 位移计安装详图

注意：不要旋转位移计传递杆，以免传感器损坏。传感器拉杆上有一个销钉和内部卡座，用于定位拉杆，以免拉出或者缩进。

拉杆头部装有 M6 螺杆，将万向轴穿在 M6 螺杆上，并用 M6 螺母锁紧螺杆和万向轴。万向轴安装在锚头上，万向轴根部有一个 M6 螺母，当位移计安装完毕后，用于锁紧万向轴同拉杆的相对位置，可以加镙纹坚固胶或环氧胶，以便长期使用。

#### 3.2.1 钢结构表面安装



图 4 焊接锚头示意图

安装步骤：

- 1) 将准备焊接的钢材表面作一下处理，如去锈，打磨等；
- 2) 将定位锚头焊接到相应的部位；

- 3) 如上图所示,将两个万向轴拧到安装底座上去,适当拧紧 M6 固定螺母。可以适量加一些环氧胶或螺纹紧固胶
- 4) 用 M6 螺杆穿过其中一个万向轴,拧在位移计拉杆的 M6 螺纹孔上去,然后再将上面的二个螺母拧牢。拧动的时候,注意不要拉开位移计,不可转动拉杆,以免转动位移计的內部;
- 5) 将测杆拉出到合适的位置,如拉到中间量程位置则即可以测裂缝的增大也可以测裂缝的缩小。将 M6 螺杆穿过另一端的万向轴,拧在位移计的底部,并将螺杆上的二个 M6 螺母锁紧,拧动螺母的时候,注意不要转动位移计,以免转动内部零件;
- 6) 用光纤光栅分析仪读数,检测安装位置是否合适。

注意:在拧紧螺母的时候,可以用改锥先固定螺杆,然后再拧动螺母,这样,位移计就不会跟随转动了。

### 3.2.2 使用灌浆锚头(锚杆)或膨胀螺栓安装

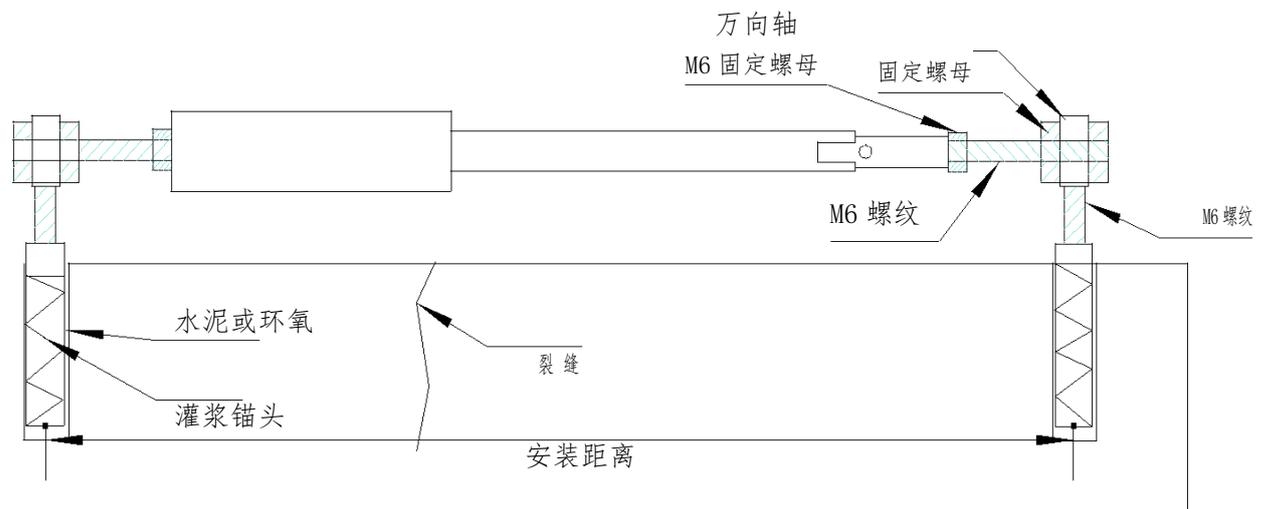


图 5 用可浇注锚杆安装

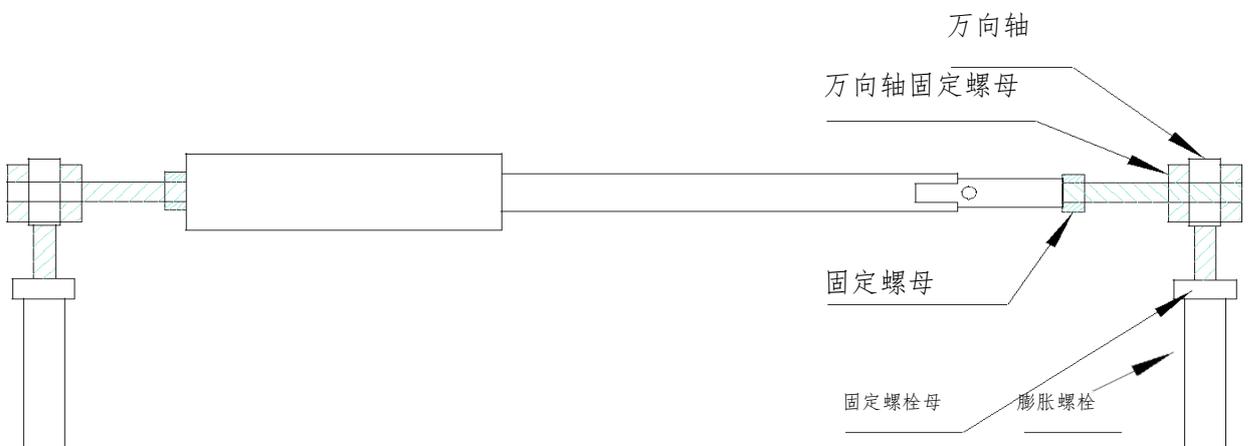


图 6 用膨胀螺杆膨胀锚安装

安装步骤如下：

- 1) 将膨胀螺栓或锚杆安装在合适的位置上；
- 2) 使用速凝水泥或环氧树脂灌浆（用于锚杆）；
- 3) 如上图所示，将两个万向轴拧到安装底座上去，适当拧紧 M6 固定螺母，可以适当加一些环氧胶或螺纹紧固胶；
- 4) 用 M6 螺杆穿过其中一个万向轴，拧在位移计拉杆的 M6 螺纹孔上去，然后再将上面的二个螺母拧牢。拧动的时候，注意不要拉开位移计，不可转动拉杆，以免转动位移计的内部；
- 5) 将测杆拉出到合适的位置，如拉到中间量程位置则即可以测裂缝的增大也可以测裂缝的缩小。将 M6 螺杆穿过另一端的万向轴，拧在位移计的底部，并将二个 M6 螺母锁紧，拧动螺母的时候，注意不要转动位移计，以免转动内部零件；
- 6) 用光纤光栅分析仪读数，检测安装位置是否合适。

注意：在拧紧螺母的时候，可以用改锥先固定螺杆，然后再拧动螺母，这样，位移计就不会跟随转动了。

### 3.3 光缆安装

(1) 光缆走线应尽可能安全，以减少由于移动设备、碎石或其它原因造成的损害；

(2) 现场安装光缆固定要尽量美观，扎带约每 50cm 固定一道，并剪去扎带尾巴。

## 4. 软件计算公式

将波长读数转化为位移量，可由光纤光栅分析仪完成。理论计算可用下面的公式进行：

$$\Delta L = K1(\lambda_1 - \lambda_2 - \Delta\lambda_0)$$

$$\text{或 } \Delta L = K1(\lambda_1 - \lambda_{10}) - K1(\lambda_2 - \lambda_{20})$$

其中， $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  为光栅的波长， $\lambda_{10}$ 、 $\lambda_{20}$  为波长的初始值，单位取 nm。 $\lambda_0$  为初始的波长差值  $\lambda_0 = (\lambda_{10} - \lambda_{20})$ ，K1 为位移计波长的变化系数，单位为 mm/nm。

下面举例说明位移计的位移量计算：

设： $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ 、 $\lambda_0$  的初始值在  $\Delta L = 0$  的情况下分别测得为 1542nm、1540nm、2nm，K1 = 50mm/nm，那么当  $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$  分别变化为 1543nm、1540.5nm 时，求得裂缝：

$$\Delta L = K1(\lambda_1 - \lambda_2 - \Delta\lambda_0) = 50 * (1543 - 1540.5 - 2) = 25\text{mm}$$

## 5. 现场安装注意事项

- 1) 光纤光栅式传感器不同于电子传感器，熔接头更容易被污染；
- 2) 光缆要避免过小直径的走向，最小直径不能小于 20mm；
- 3) 传感器本身是密封的，不能打开检查；
- 4) 传感器为精密测量器件，使用过程中切勿碰砸、暴力安装搬卸。，若现场出现传感器被砸坏，厂家概不负责；
- 5) 可以用通讯用红光笔同光纤头对接，检查另外一端是否有光泄出，如果没有光泄出，说明有可能是光纤断裂或者损耗过大；
- 6) 若传感器没有读数之后，要检查一下传感器的反射光谱，具体操作参见光纤光栅解调仪操作说明，看传感器光谱的波形是否异常，反射能量的高低等，如仍不能解决，可向厂方咨询。

## 6. 故障排除

表 2 故障说明

故障描述	故障分析	解决方法	备注
传感器连接后，软件上无应变显示，光谱显示界面无对应光谱。	传感器与解调仪的连接缆断裂。	更换传感器。	
传感器连接后，软件上无应变显示，光谱显示界面有光谱，但峰值能量较低。	1.传感器与解调仪的连接损耗过大； 2.寻峰参数设置不正确。	1.清洁连接头表面； 2.整理连接缆，保证无弯折，弯曲半径大于 2cm；3、调整光谱设置参数。	
传感器光谱显示正常，峰值能量较高，寻峰参数设置正常，但无应变参数显示。	传感器参数配置错误。	调整传感器参数配置里的中心波长参数、上下限波长参数。	