

南京葛南实业有限公司企业标准

QS: XK07-003-00027

Q/3201GNSY018—2010

VWD 型振弦式位移计 使 用 说 明

2010—01—01 实施



本使用说明由南京葛南实业有限公司 编制

VWD 型振弦式位移计使用说明

本使用说明仅适用于本公司生产的 VWD 型振弦式位移计，其中包括有 VWD-20、VWD-50、VWD-100 等系列型号。

1 用途

VWD 型振弦式位移计适用于长期测量水工结构物或其它混凝土结构物伸缩缝的开合度(变形)，亦可用于测量土坝、土堤、边坡等结构物的位移、沉陷、应变、滑移，并可同步测量埋设点的温度。

加装配套附件可组成基岩位移计、多点位移计、土应变计等测量变形的传感器。振弦式位移计有温度自动补偿功能，经试验温度修正系数甚小，使用中不需要温度修正。振弦式位移计具有智能识别功能。

2 规格及主要技术参数

规格代号	VWD-20	VWD-50	VWD-100
仪器外径: mm	30.5	30.5	30.5
仪器长度: mm	300	340	400
测量范围: mm	0~20	0~50	0~100
灵敏度k: mm / F	≤0.01	≤0.02	≤0.04
测量精度:	±0.1%F.S		
温度测量范围:	-40℃~+150℃		
灵敏度:	±0.1℃		
耐水压:	≥1MPa		
绝缘电阻:	≥50MΩ		

注: 频率模数 $F = \text{Hz}^2 \times 10^{-3}$

3 结构及工作原理

3.1 结构

VWD 型振弦式位移计由万向节、不锈钢护管、二级机械负放大机构、观测电缆、振弦及激振电磁线圈等组成。



3.2 工作原理

当被测结构物发生变形时将会引起位移计的位移,经万向节传递给二级机械负放大机构,经负放大后的位移传递给振弦转变成振弦应力的变化,从而改变振弦的振动频率。电磁线圈激振振弦并测量其振动频率,频率信号经电缆传输至读数装置,即可测出被测结构物的位移量。同时可同步测出埋设点的温度值。

3.3 计算方法

a) 当外界温度恒定位移计仅受到轴向变形时,其位移量 L 与输出的频率模数 ΔF 具有如下线性关系:

$$L = k \Delta F$$

$$\Delta F = F - F_0$$

式中: L — 位移计的测量值, 单位为 mm;

k — 位移计的测量灵敏度, 单位为 mm/F;

ΔF — 位移计实时测量值相对于基准值的变化量, 单位为 F;

F — 位移计的实时测量值, 单位为 F;

F_0 — 位移计的基准值, 单位为 F。

b) 当位移计不受外力作用时 (仪器两端标距不变), 而温度增加 ΔT 时, 位移计有一个输出量 $\Delta F'$, 这个输出量仅仅是由温度变化而造成的, 因此在计算时应给以扣除。

实验可知 $\Delta F'$ 与 ΔT 具有如下线性关系:

$$L' = k\Delta F' + b\Delta T = 0$$

$$k\Delta F' = -b\Delta T$$

$$\Delta T = T - T_0$$

式中: b — 位移计的温度修正系数, 单位为 mm/°C;

ΔT — 温度实时测量值相对于基准值的变化量, 单位为 °C;

T — 温度的实时测量值, 单位为 °C;

T_0 — 温度的基准值, 单位为 °C。

c) 埋设在混凝土结构物内或其它结构物上的位移计, 受到的是变形和温度的双重作用, 因此位移计的一般计算公式为:

$$L_m = k\Delta F + b\Delta T = k(F - F_0) + b(T - T_0)$$

式中: L_m — 被测结构物的变形量, 单位为 mm。

注: VWD 型振弦式土体位移计具有温度自动补偿功能, 经试验测得其温度修正系数小于最小读数, 实际使用计算中不需要温度修正, 计算时用公式 a。

4 埋设与安装

4.1 简述

位移计的使用场合很广, 仪器经加装一些专用附件就可以组装成裂缝计 (表面测缝计)、位错计、基岩位移计、多点位移计等测量位移的仪器。这些仪器适应的工作场合不同, 安装条件和埋设方法也各不相同, 下面对位移计应用在水电大坝上的埋设方法进行简单叙述。

4.2 位移计在混凝土坝上的安装

位移计适用于监测坝体与岸坡交界面处的剪切位移或坝体内部较大的相对位移, 具体的埋设方法如下:

根据设计确定的埋设位置和方向, 在定位的基岩上打孔并埋设定位锚杆, 或在被测结构物测点处安装固定配件。

用读数仪检查位移计工作是否正常, 确定正常后方能使用。同时检查位移计的各种安装配件是否齐全、完好, 确认后将位移计、万向节、加长测杆装配在一起。各部件连接时要可靠牢固, 并保证万向节能活动自如。

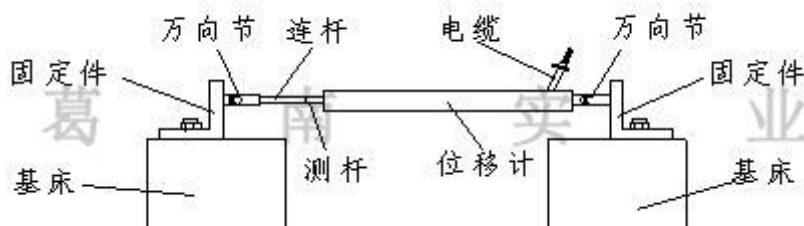
将装配好配件的位移计与安装部位的固定锚杆或固定配件连接在一起 (按实际需要确定是否需要安装测杆保护管), 然后确定好位移计测杆的初始位置, 调整好各连接件的相互位置并紧固 (螺纹连接处可涂少量的胶)。

位移计测杆的初始位置是根据实际测量范围, 确定位移计测杆的初始位置。即根据实际需要合理分配位移计拉和压的测量范围, 以满足监测量程的需要。

位移计与万向节连接时一定要用细钢钎 (或钉子、粗铁丝) 穿在位移计测杆上的横向小孔中, 防止位移计测杆在旋紧万向节时转动。滑动测杆只允许滑动不允许转动, 位移计标定和安装时都应注意此问题。

仪器安装完成后应及时测量位移计的初始值, 并按设计编号记录仪器的编号、电缆长度、初始模数, 并存档。

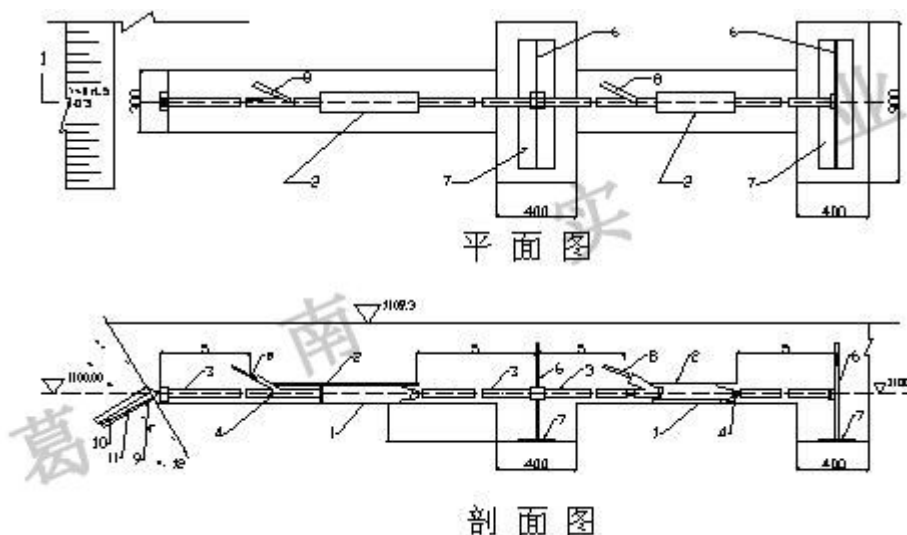
安装好的位移计电缆应按设计走向埋设固定好,集中引出,并注意保护仪器的引出电缆。



(图 1) 测量结构物相对位移的位移计安装示意图

4.3 位移计在土石坝上的安装

土石坝中安装的位移计也称土应变计，在土石坝监测中一般布置在心墙内外，观测心墙顺坝轴线方向的变形，或者观测岸坡与心墙接合面的位移，也常用来观测反滤层堆石体与心墙之间的位移。具体埋设方法如下：

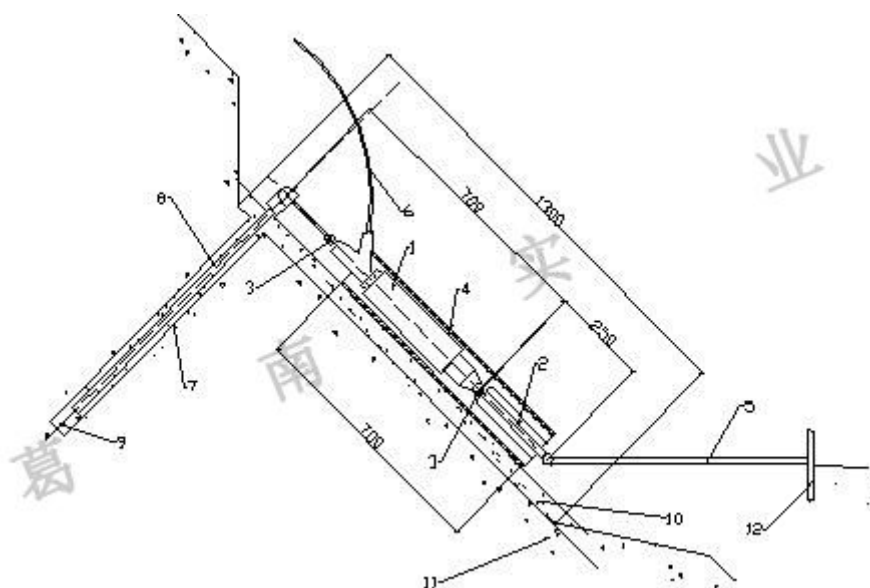


(图 2) 位移计坑式埋设法示意图 (单位: CM)

1—位移计；2—保护钢管；3—塑料保护管；4—万向铰；5—拉杆；6—锚固板；7—垫板；8—电缆；9—钻孔（ $>60\text{MM}$ ， $L=1000\text{MM}$ ）；10—锚固钢筋（ 20MM ， $L=1000\text{MM}$ ）；11—充填水泥砂浆；12—混凝土。

观测岸坡与心墙接合面的位移,一般先在岸坡上钻孔,孔中用砂浆埋入锚固杆,将位移计平放在土体上已挖好的沟中,采用坑式埋设方法(见图2)。一端与岸坡锚固杆连接,位移计安放在挖好的坑中装配好,另一端与坑中的锚固板连接。埋设时位移计用钢管保护,测杆用塑料管保护。上部回填人工夯实的保护层,保护层按设计要求处理,厚度一般 $\geq 1.5\text{m}$ 。

观测岸坡与心墙接合面的剪切位移,多采用表面埋设方法(见图3)。埋设方法仍是先在岸坡上钻孔,孔中用砂浆埋入锚固杆,顺岸坡安装位移计。安装位置用水泥砂浆铸成一稍大于位移计的半圆模,水泥砂浆凝固后将位移计安放在半圆模中,一端与钻孔中锚固杆联接,另一端与下部埋于土中的锚固板连接。安装完成后位移计用圆弧形保护罩盖住,加以保护。另一种方法,位移计全部用保护罩套住,然后放在砂浆垫层上。回填人工夯实的保护层,保护层按设计要求处理。



(图 3) 剪切位移计表面埋设法示意图 (单位: CM)

1—位移计; 2—拉杆; 3—万向节; 4—保护钢管; 5—锚固板; 6—电缆; 7—钻孔 (>60MM), L=1000MM; 8—锚固钢筋 (20, L=1000MM); 9—回填砂浆; 10—砂浆垫层; 11—混凝土垫层; 12—现场焊接。

观测心墙与堆石体反滤层相对位移时, 埋设方法是: 当坝面填筑超过埋设高程约 1m 时, 沿埋设线挖沟槽至埋设高程以下约 1.2m, 回填反滤料 0.2m 并夯实整平, 用保护管套住全部位移计, 安放在回填反滤料上, 并与固定在心墙、反滤层、堆石体中的锚固板连接牢固, 回填反滤料 (心墙回填心墙料) 并分层夯实, 达到坝面高程以上可恢复正常填筑碾压施工。

当观测心墙本身的水平位移时, 其埋设方法与上述方法 (图 2) 基本相同。不同的是位移计的两端都连接在坑内的锚固板上。

4.4 位错计埋设方法

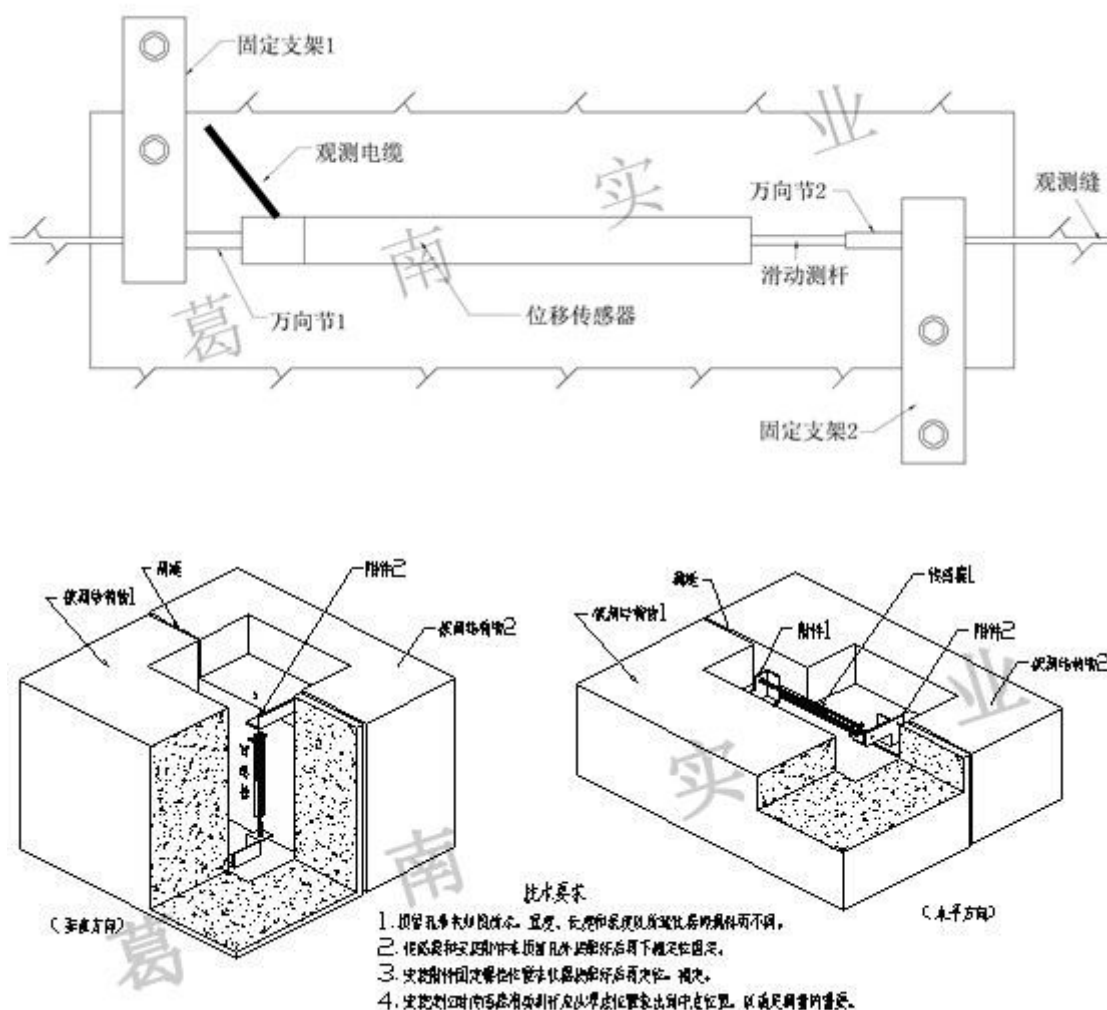
位错计是位移计的一种埋设方法, 主要用于观测岩体和混凝土结构物内部或表面的接缝或裂缝错动位移的变化量。

位错计的安装埋设通常都设置在被测结构物的表层内部, 这是为了便于仪器的保护与安装。位错计的安装埋设视被测结构物是已建或在建, 其方法略有不同。主要区别在于仪器安装埋设孔槽的建造方法不同, 已建结构物采用凿坑法, 在建结构物采用预埋模盒法。位错计安装埋设孔槽的尺寸视所选位移计的规格不同而不同, 测量范围大的仪器埋设孔槽的尺寸就大些。

位错计分为单向位错计和双向位错计以及三向位错计, 下面就位错计的安装埋设方法进行简单介绍。其中双向位错计以及三向位错计仅作参考。

4.4.1 单向位错计 (图五)

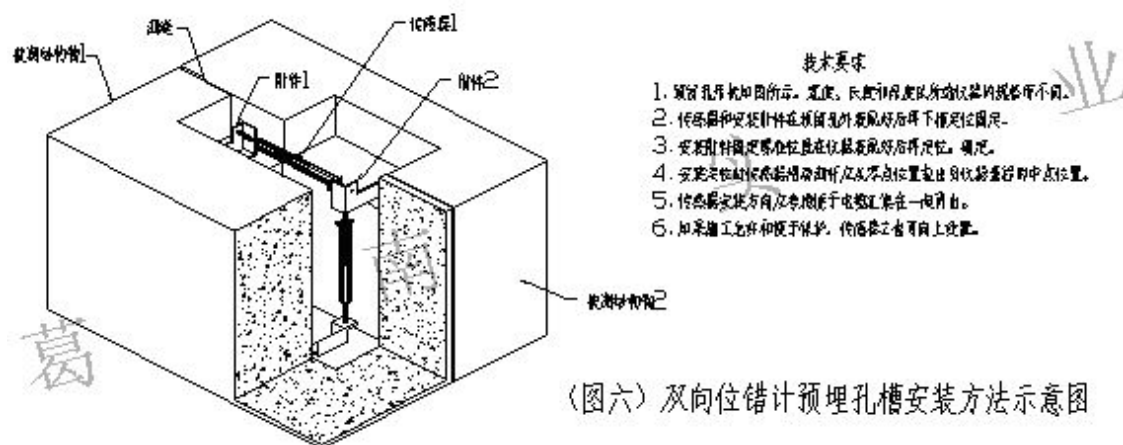
单向位错计只测量一个方向的位错移动量, 分为水平位错和垂直位错两种。其中垂直方向的测量, 由于安装埋设所需孔槽较深, 因此只适用于在建坝预埋模盒法安装。



(图五) 单向位错计预埋孔槽安装法示意图

4.4.2 双向位错计 (图六)

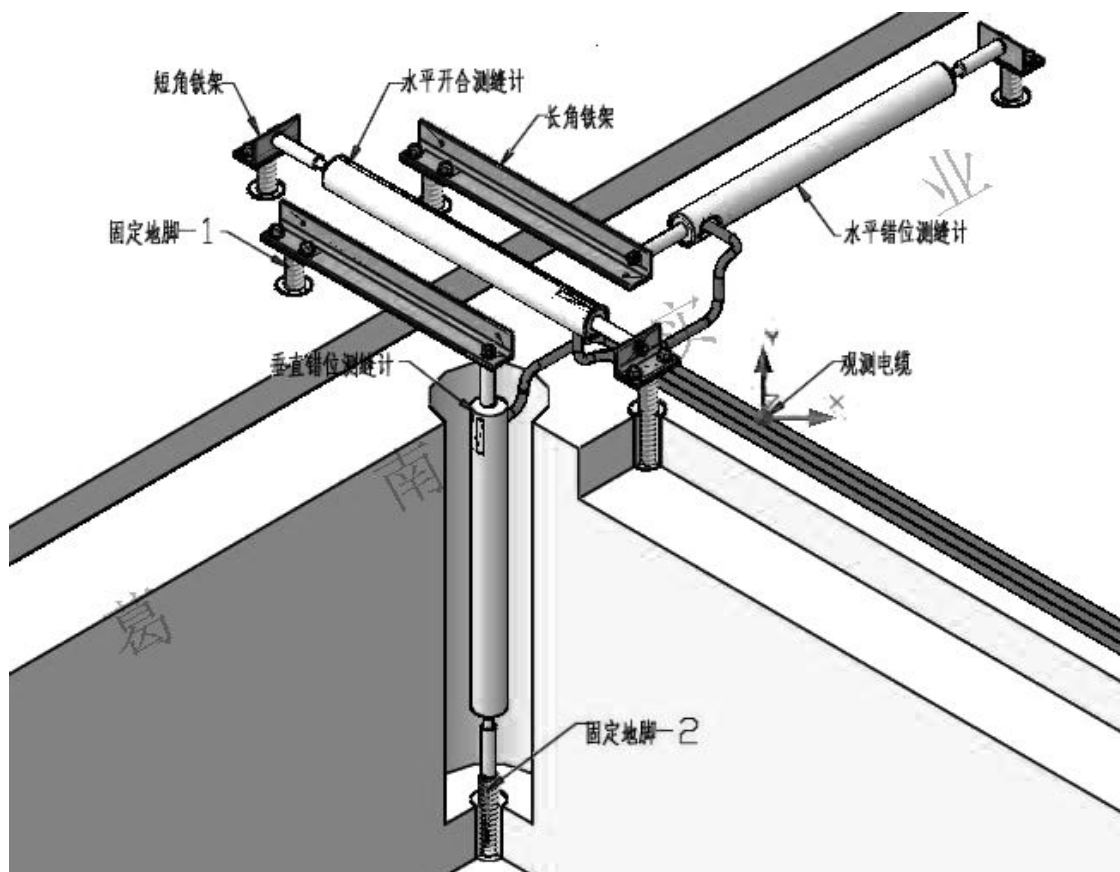
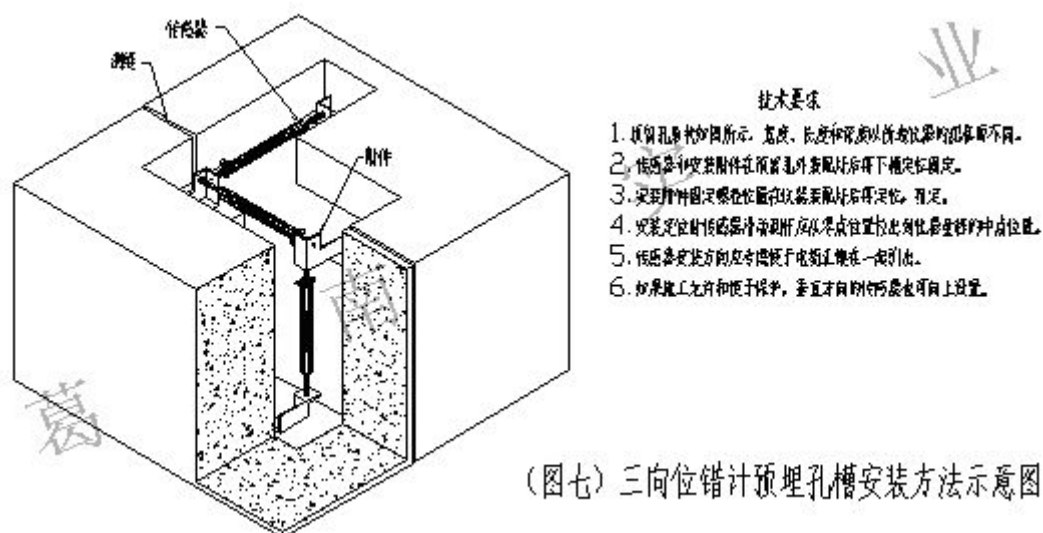
双向位错计可同时测量两个方向的位错移动量，是两个单方向(水平和垂直)的组合。由于垂直方向的位移计和附件安装固定在结构物较深的内部，安装操作稍微困难些，因此双向位错计使用很少。



(图六) 双向位错计预埋孔槽安装方法示意图

4.4.3 三向位错计（图七）

三向位错计其实是在双向位错计的基础上，外加一支横跨方向（水平）的位移计，测量缝的开合（伸缩）度。由于垂直方向的测量受到安装埋设条件的限制，只测量水平方向的位错和伸缩。



4.5 注意事项

位移计观测的变形一般都比较小，因此位移计引出电缆如埋设不当就特别容易被拉断，所以在埋设时应特别注意引出电缆合理长度，紧靠位移计的引出电缆应特别放松，切不可填土时将此段电缆拉紧。

摆放位移计的基床平整方法及压实要求：沟槽开挖深度 0.5-1.2m（粗粒料坝体用深度上限）。对粗粒料坝体，须以过渡层形式人工压实和整平基床。对细粒料坝体，应避免超挖。其次在埋设位移计的位置浇筑厚约 10cm 的混凝土基床，并用水平尺校准位移计的水平，其不平整度允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。管路基床坡度为 1%-3%（预计测点及沿线沉降量大时取上限），位移计周围现场浇 10cm 厚钢筋网混凝土保护。粗粒料坝体中以过渡层形式人工压实回填原坝料，细粒料坝体中回填原坝料，人工压实后，才可按正常碾压施工。

位移计安装埋设后应及时测读初始读数。一般在埋设前，仪器放入安装位置，回填保护层后和埋设完毕恢复正常填筑施工时都应测读，选取正确的初始读数参与计算。将测定的位移量除以锚固板的间距便可获得应变值。

任何方法埋设安装位移计都要调整好位移计测杆的初始位置，以满足测量拉和压两方面位移的需要。

埋设安装完成后将电缆集中引出，按设计走向埋设固定好。根据仪器编号和设计编号作好记录并存档，严格保护好仪器的引出电缆。

5 测量

现场测量位移计用 VW-102A 型读数仪，将测量线快速插头插入读数仪的左边插座，将测量线的各色夹子对应连接上位移计的输出电缆，黑、红测频率，白、绿测温度。位移计内附有智能识别芯片，其内存贮有该位移计的编号、标定系数 K、温度修正系数 b 等信息。用读数仪测量时会自动将识别信息读出，顺序存入读数仪内，通讯给计算机，方便快速统计计算及查询，使测量工作实现人工智能无纸化操作。

工程现场多支位移计电缆被意外挖断，仅用读数仪测量一遍，就可自动识别出每支位移计所对应的编号及身份信息。

6 位移计故障检查

当位移计测量出现故障时，可用万用表检查位移计电缆芯线间的电阻值，其正常状况红、黑芯线电阻值通常为 $200\sim 450\ \Omega$ 左右；绿、白芯线电阻值在温度 25°C 时应为 $3\text{k}\ \Omega$ 左右；红、黑线对绿、白线或对屏蔽线（裸线）间绝缘电阻值应 $> 50\text{M}\ \Omega$ （测量绝缘电阻时可使用 100V 直流兆欧表，万用表测量绝缘电阻应用 $\text{M}\ \Omega$ 档，其值应为无穷大 ∞ ）。

7 电缆故障检查

位移计电缆接长用型号为 YSPT-4 水工专用观测电缆，其电缆电阻值约为 $50\ \Omega/\text{km}$ 左右。

7.1 用万用表测量（黑、红芯线）的电阻值：正常情况为 $200\sim 450\ \Omega$ 左右，再加上电缆的电阻值。

- a) 如果电阻测值正常，可能仪器损坏或进水；
- b) 如果电阻测值非常大或无穷大，电缆或接头断路；
- c) 如果电阻测值非常小，电缆或接头短路。

其表现为读数仪测量不出频率值。

7.2 用万用表测量（白、绿芯线）的电阻值：正常情况在温度 25°C 时应为 $3\text{k}\ \Omega$ 左右，再加上电缆的电阻值。

- a) 如果电阻测值正常，请检查读数仪及其测量连接线；
- b) 如果电阻测值非常大或无穷大，电缆或接头断路；
- c) 如果电阻测值非常小，电缆或接头短路。

其表现为读数仪测量不出温度值。

7.3 用 100V 直流兆欧表或万用表测量位移计电缆芯线（红、黑线对地线，白、绿线对地线，红、黑线对白、绿线）的电阻值，其测值如果很小 $< 5\text{M}\ \Omega$ ，可能电缆接头进水短路。其表现为读数仪测量正常，MCU-32型分布式模块自动测量单元测量频率值可能会引起测值不稳，测量温度值将比正常值偏低 $10\sim 20^\circ\text{C}$ 左右。

8 读数仪测值不稳

- a) 将屏蔽线并接到读数仪测量线的黑线夹子上;
- b) 可能电缆接头处进水, 将其剪掉, 重新连接;
- c) 确定位移计的频率范围, 正确选择读数仪的激励类型;
- d) 确定位移计的温度电阻基值, 正确选择读数仪的电阻基值;
- e) 检查附近是否有干扰源, 如电动机、发电机、天线或交流动力电缆, 远离上述干扰源。

9 注意事项

位移计安装就位前、后应及时测量频率和温度值, 根据位移计编号和设计编号作好记录并存档, 特别注意保护位移计信号引出电缆。

10 验收与保管

用户开箱验收仪器, 应先检查仪器的数量(包括附件)及出厂检验合格证等是否与装箱清单相符。开箱后每支仪器应先用 100V 兆欧表量测电路与密封壳体之间的绝缘电阻, 其测值应满足绝缘电阻规定要求。验收时每支仪器应用读数仪测量, 检查仪器是否正常。

仪器应保管在干燥、通风的房间中。

11 附言

VWD 型振弦式位移计自出厂之日起壹年内, 如性能低于技术条件要求且系属产品质量问题, 本公司负责免费维修或更换。

本使用说明由南京葛南实业有限公司编制

使用说明中的型号、参数、公式、文字如遇有修改, 恕不另行通告, 谨请以最新版本为准。