



节段式位移计 使用说明书

版 本 V3.5
更新日期 2025-11-05

www.aiterich.com

目录

一、 产品用途.....	1
二、 应用原理.....	1
三、 应用中的影响因素.....	1
四、 产品监测内容.....	1
五、 产品介绍.....	1
5.1、 产品配件介绍	1
5.2、 产品标识说明	2
5.2.1、 通讯线缆	2
5.2.2、 柔性连接件	2
5.2.3、 末节节段	3
5.3、 产品外观尺寸图.....	3
5.4、 产品出货形式	4
六、 安装流程.....	4
6.1、 安装注意事项	4
6.2、 连接节段与节段.....	4
6.3、 连接组与组	7
6.4、 安装地面固定器.....	8
6.5、 安装通讯线缆	9
6.6、 放入测斜井	10
6.7、 确认方向	11
6.8.1、 确定监测方向	11
6.8.2、 方向说明	11
6.8.3、 使用手机获取角度	12
6.8.4、 使用刻度盘获取角度	13
七、 防护与维护.....	14
八、 术语解释.....	15
九、 接口和技术参数.....	16
9.1、 线缆定义	16
9.2、 技术参数	16
十、 常见问题.....	17
十一、 测斜孔的打孔方法介绍.....	17
11.1、 钻孔埋设法	17
11.2、 绑扎埋设法	19
十二、 连接示意图.....	20

前言

感谢您选用我公司产品，如果您有什么疑问或需要请联系我们。

在进行操作前，请仔细阅读本手册，如不遵照本手册操作造成的一切严重后果用户自担。

*本文档中尺寸标注单位为 mm(除特别说明外)。

一、产品用途

节段式位移计用于监测深基坑、边坡、水库大坝、地质灾害、尾矿库等结构体内部的三维位移变化，可实现多点空间姿态与位移量的连续监测，适用于长期在线监测。

二、应用原理

节段式位移计由多个内置九轴 MEMS 传感器的节段通过柔性连接件组成。每个节段采集自身姿态角，融合得到空间姿态，结合安装结构，解算各节之间的相对变形与整体位移变化。通过 RS485 信号把数值传输到信号采集系统，经过分析计算，测出各节段的相对位移量而分析被测物的相对位移量。

三、应用中的影响因素

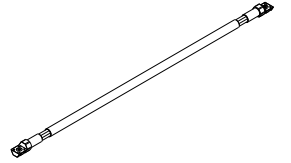
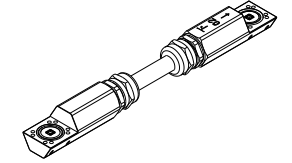
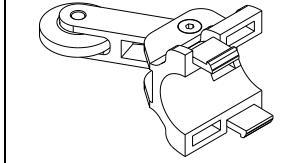
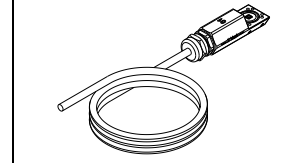
- 1、震动的影响
- 附近有震动源时，会影响角度的测量，进而影响位移测量结果。实际应用中，可通过一定的滤波算法消除。
- 2、强电强磁的影响
- 安装的环境中有强电流或强磁场可影响实际测量结果。实际应用中，应规避该类影响因素。

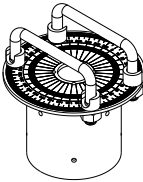
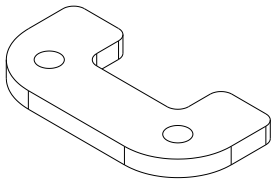
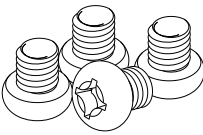
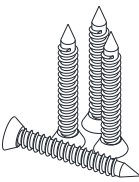
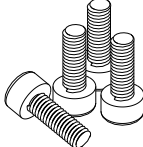
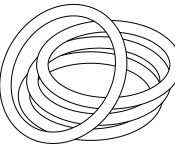
四、产品监测内容

监测方向位移变化量。

五、产品介绍

5.1、产品配件介绍

			
节段 Xn	柔性连接件 Xn	中心导轮卡扣 Xn	通讯线缆 X1

			
地面固定器 X1	U 型固定片 X2	M4x8 X4	3#自攻螺丝 X8
			
M3x8 内六角螺丝 Xn	备用防水胶圈 X10		

数量说明：节段根据实际使用数量确定，如实际需要 3 个节段，则柔性连接件的数量为 $3-1=2$ 个，中心导轮卡扣的数量为 $3\times 4-2=10$ 个，M3*8 螺丝的数量为 $3\times 8-4=20$ 颗。其它配件数量以表中列出的数量为准。

5.2、产品标识说明

一套节段位移计系统中，有且只有一个末节节段，约定和通讯线缆连接的节段为首节，和通讯线缆距离最远且带堵头的节段为末节。

*限于节段长度，部分内容的图片只截取有标识的部分进行展示说明。

5.2.1、通讯线缆

通信线缆接头标记有 X-Mark 方向和地址码。通讯线缆标配长度 5 米，可根据实际应用场景中的节段式位移计的出线端与网关/采集仪之间的距离定制长度，节省现场接续线缆的繁琐步骤。

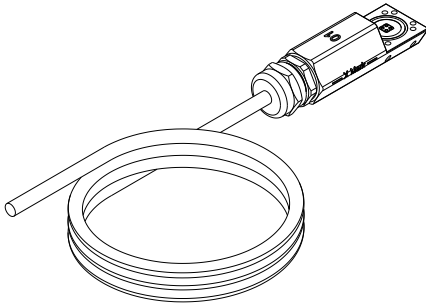


图 5.2.1-1

图 5.2.1-1 中：——X-Mark：X-Mark 方向，用于确定监测方向和首节节段 X 方向的夹角，通讯线缆和安装在地面固定器的节段连接，组成首节，默认地址码 01。

5.2.2、柔性连接件

柔性连接件标记有组装方向和地址码。每个柔性连接件的地址码不同。默认从 02 开始，最大支持地址码 254。约定所有柔性连接件标记有组装方向、地址码的一端指向末端节段方向。

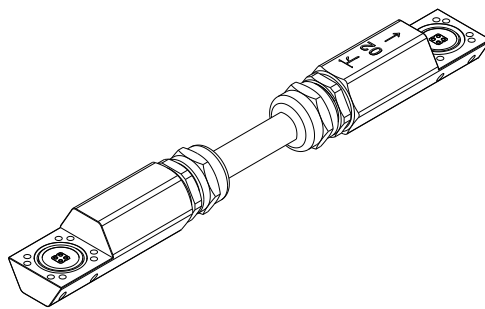


图 5.2.2-2

图 5.2.2-2 中：下→：组装方向，用于统一所有节段的安装方向，指向末端节段方向。

5.2.3、末节节段

节段位移计系统不带水压计，则末节带堵头。节段位移计系统带水压计，则末节节段带水压计。

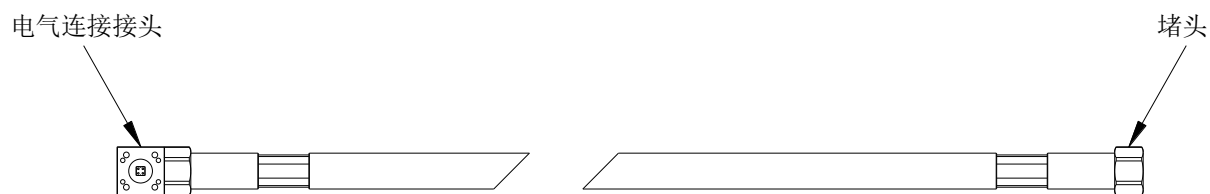
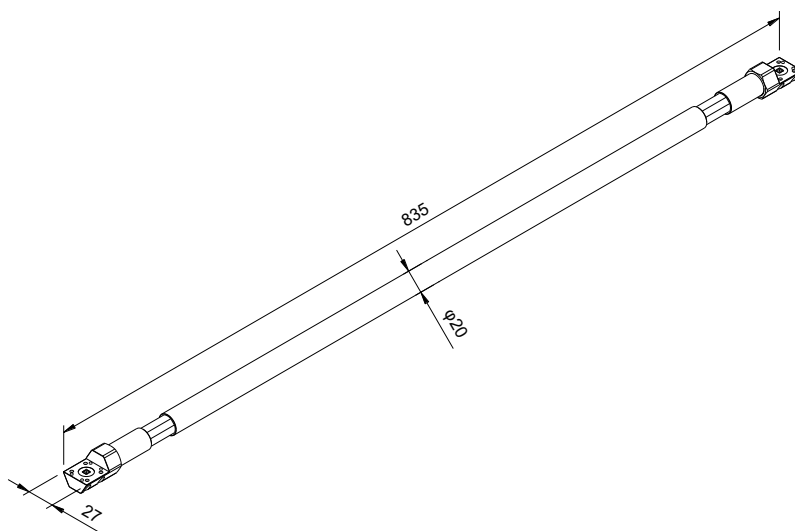
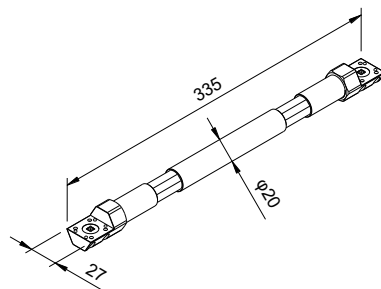


图 5.2.3-1

5.3、产品外观尺寸图



1 米节段尺寸



0.5 米节段尺寸

5.4、产品出货形式

为了减少实际应用现场的组装时间，出厂默认 10 节为一组(少于 10 节也按一组出货)，用户在实际应用现场只需要做组与组的连接安装即可。

现场如需调整实际节段数量，可拧下柔性连接件和节段杆件连接处的螺丝，移除或增加对应的节段即可。

六、安装流程

6.1、安装注意事项

1、节段式位移计安装在测斜孔的场景时，应在测斜管安装完成 2 小时内安装节段式位移计；安装节段位移计前，应先使用测斜仪模拟器进行试管测试，测试方法参考章节《测斜孔的打孔方法介绍》中的方法，试管成功后，方可安装节段位移计。

2、安装前必须断电操作，防止电气元件损坏。

3、所有连接处需确认防水胶圈已放置到位并拧紧螺丝，避免进水。

4、通信线与节段连接完成后，先通电检查平台数据正常再继续装配其余部件。

5、强电路应及设备布线保持分离，避免干扰。

6、两芯通讯线红、黑(蓝)线接上级设备(配我司的 4G 采集仪或网关)的 RS485A/B。

6.2、连接节段与节段

如出厂已经按 10 节一组合装连接好，跳过该步骤。

整理节段和柔性连接件，按柔性连接件的地址码从小到大的顺序依次安装和连接节段，以方便后期进行统一管理和维护。

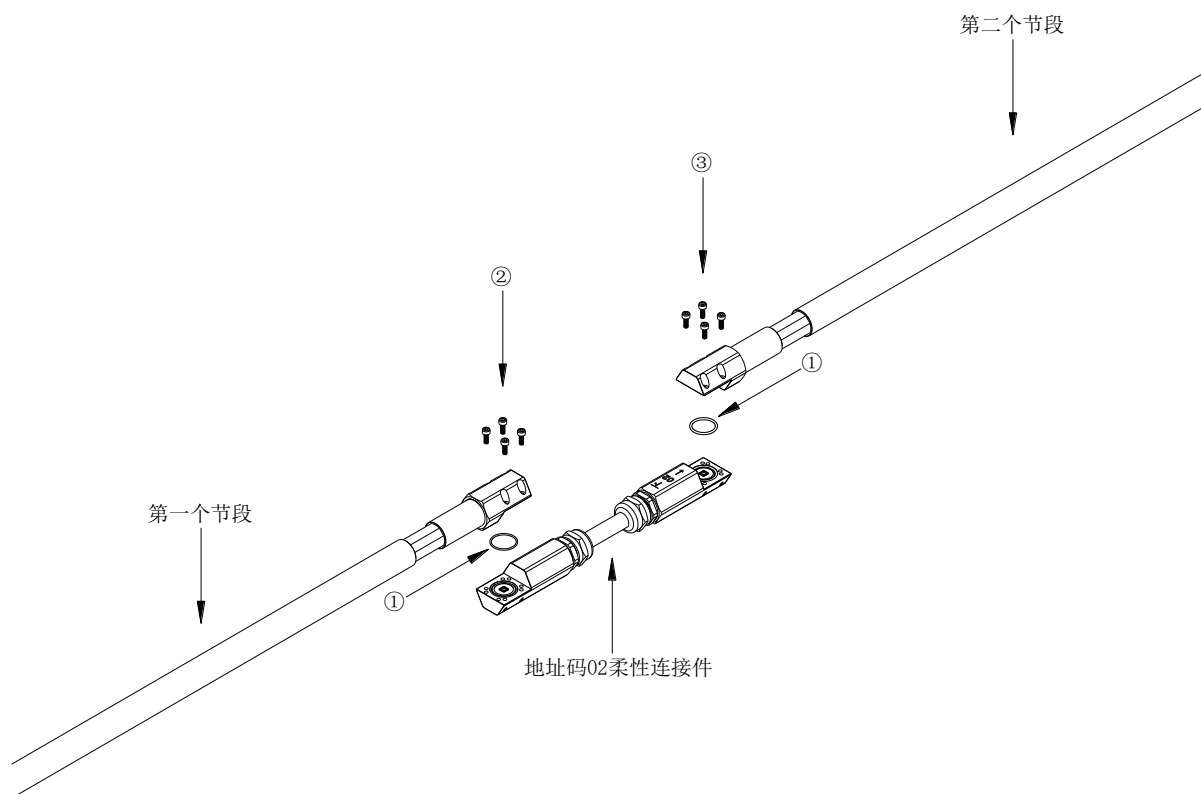
以组装三个节段，放入侧斜井为例。三个节段，需要使用二个柔性连接件，十个中心导轮卡扣。如出厂已经组装连接好，忽略该步骤。

1、使用柔性连接件连接第一节和第二节。

①将 2 个防水胶圈分别放入柔性连接件的防水胶圈槽中。

②使用 3#内六角扳手将 4 颗 M3x8 螺丝穿过第一节段电气连接接头的螺丝孔，将第一节段和柔性连接件的一端锁紧在一起。

③使用 3#内六角扳手将 4 颗 M3x8 螺丝穿过第二节段电气连接接头的螺丝孔，将第二节段和柔性连接件的另外一端锁紧在一起。

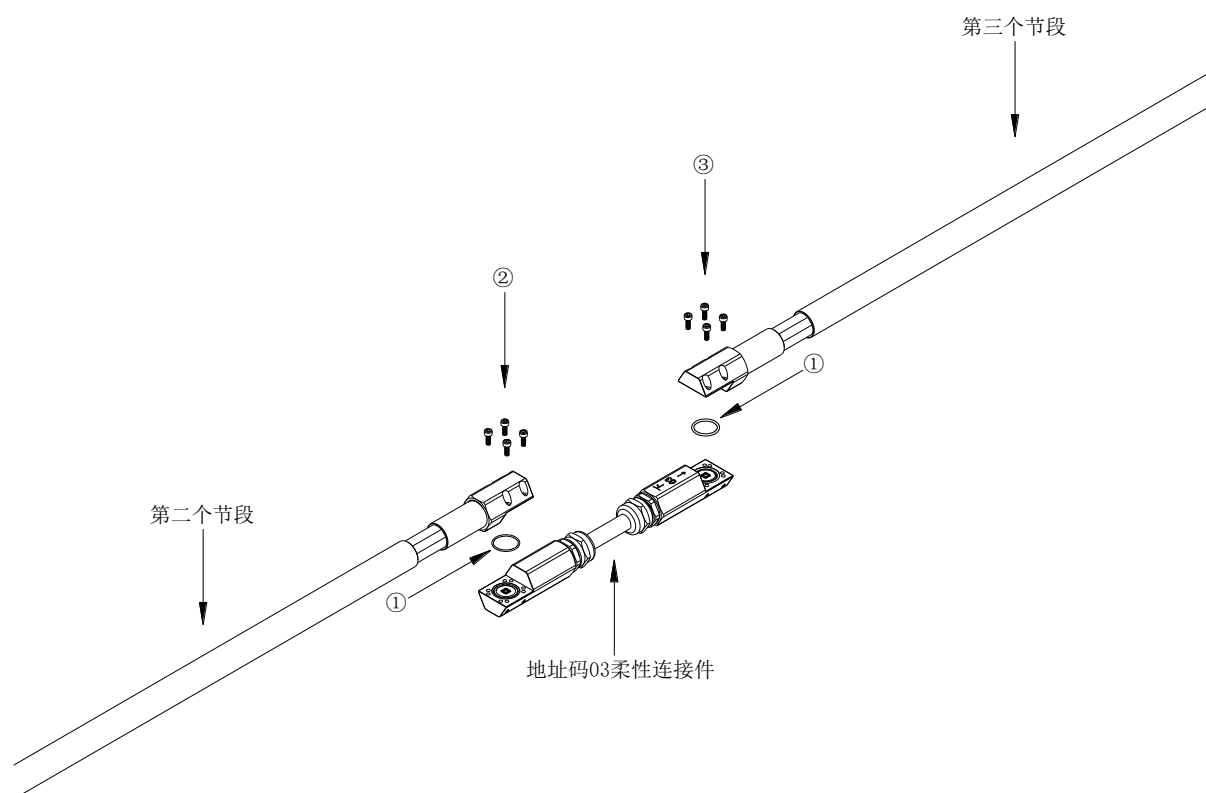


2、使用柔性连接件连接第二节和第三节。

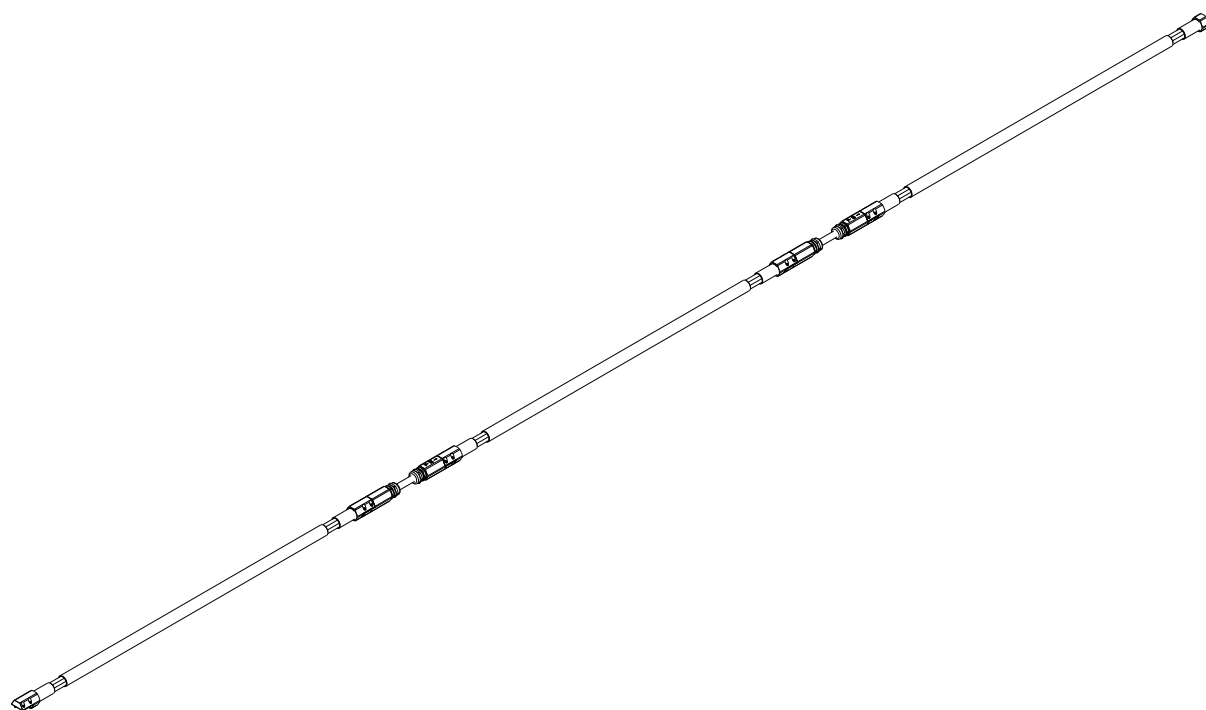
①将 2 个防水胶圈分别放入柔性连接件的防水胶圈槽中。

②使用 3#内六角扳手将 4 颗 M3x8 螺丝穿过第一节段电气连接接头的螺丝孔，将第二节段和柔性连接件的一端锁紧在一起。

③使用 3#内六角扳手将 4 颗 M3x8 螺丝穿过第二节段电气连接接头的螺丝孔，将第三节段和柔性连接件的另外一端锁紧在一起。



3、三节段组装完成。



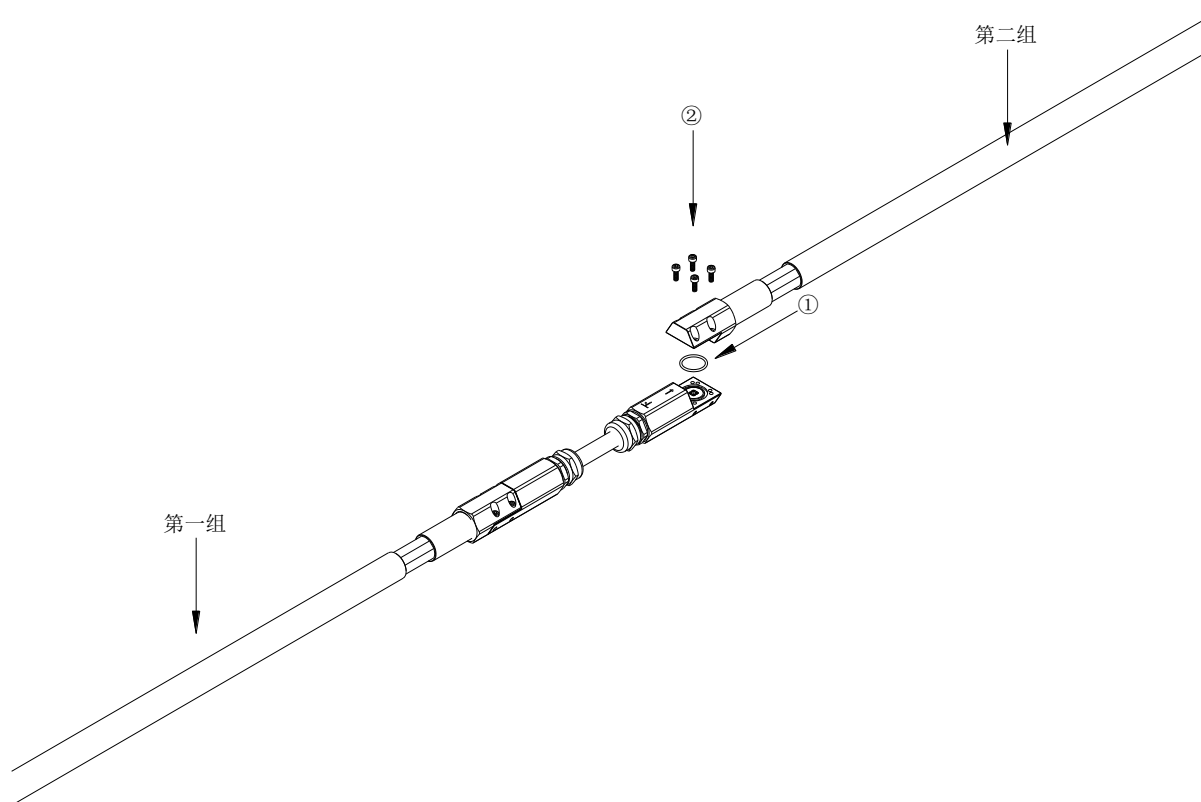
6.3、连接组与组

出厂 10 节为一组，则按以下方法连接节段。

每组的地址码从小到大的顺序排列，连接时也应该按此顺序连接组装，以方便后期进行统一管理和维护。

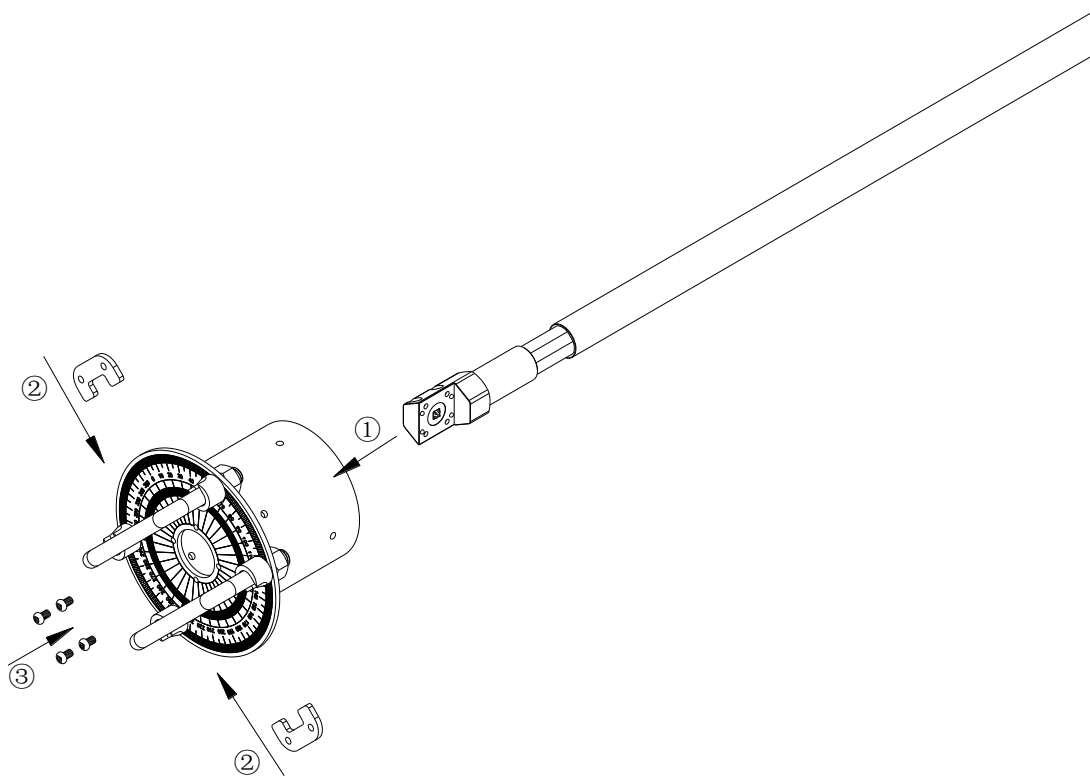
①确认柔性连接件端的防水胶圈槽中已有防水胶圈放到位。

②使用 3#内六角扳手将 4 颗 M3x8 螺丝穿过第二组的第一节段电气连接接头的螺丝孔，将第一组的最后一节段和第二组的第一节段锁紧在一起。即完成第一组和第二组的连接，以此类推即可

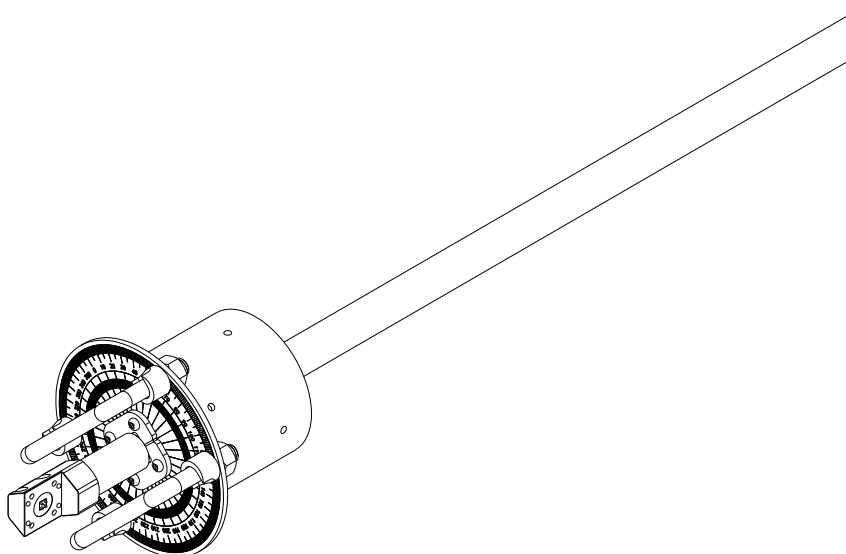


6.4、安装地面固定器

- ①第一节段顶部穿过地面固定器。
- ②两片 U 型固定片分别卡入节段卡位中，调整方向，对齐螺丝孔。
- ③使用 M4 螺丝将节段 U 型固定片紧固在地面固定器上。



地面固定器组装完成。

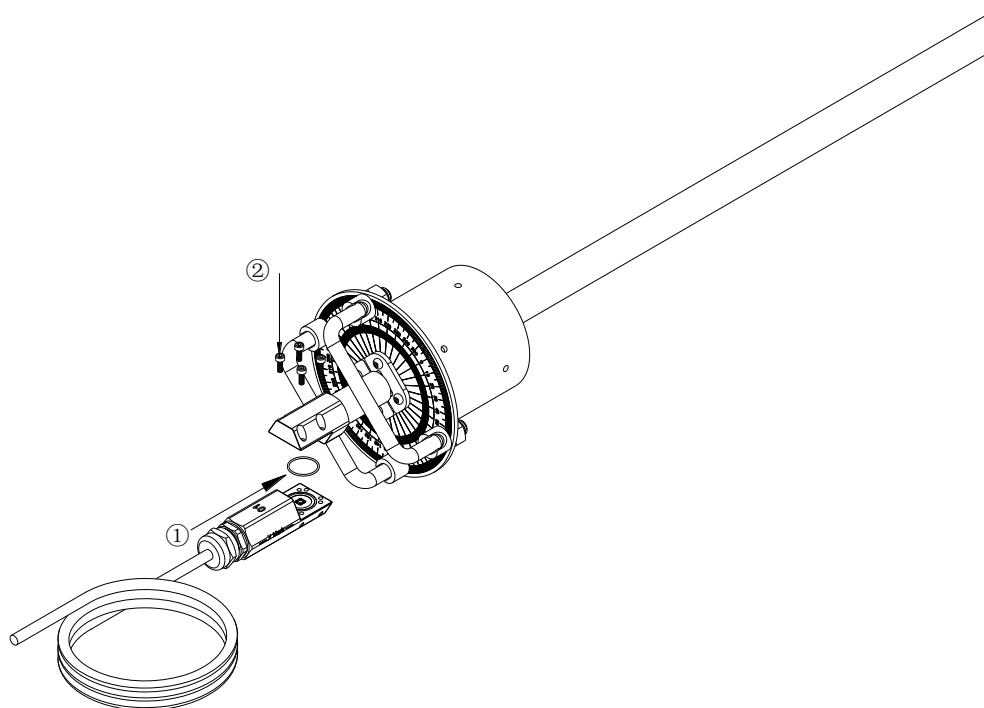


6.5、安装通讯线缆

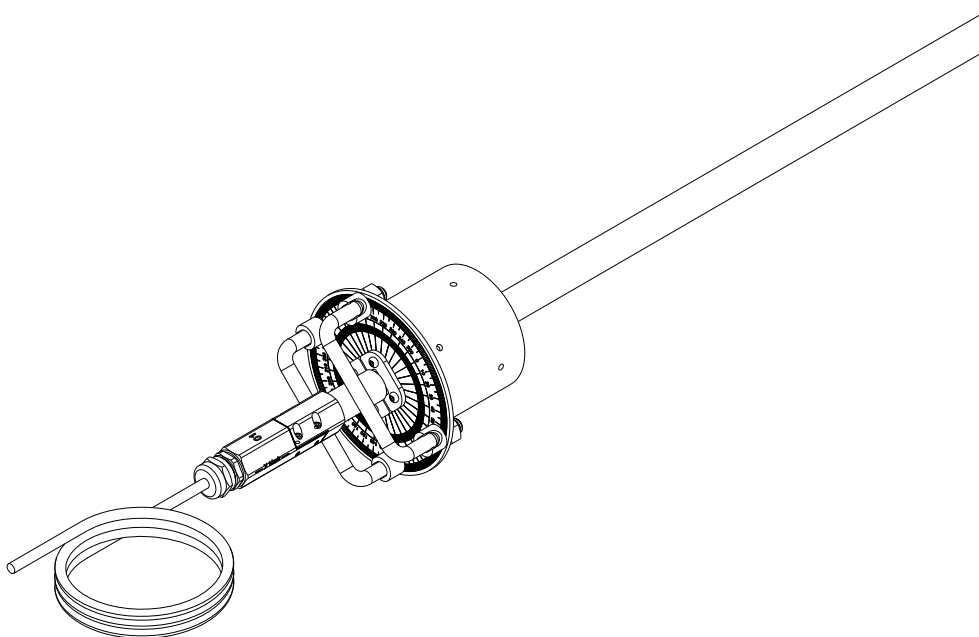
1、将通讯线缆接入第一节段。

①将 1 个防水胶圈放入通讯线缆接头的防水胶圈槽中。

②使用 3#内六角扳手将 4 颗 M3x8 螺丝穿过第一节段电气连接接头的螺丝孔，将第一节段和通讯线缆的电气连接接头锁紧在一起。



2、通讯线缆接入首节节段完成。

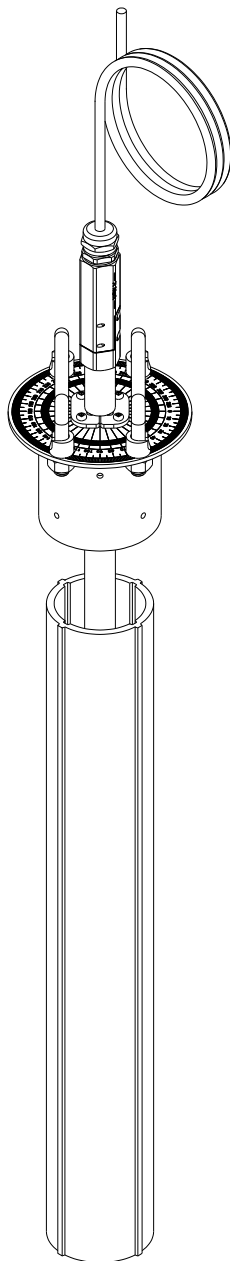


通讯线缆接入首节节段完成后，将通讯线缆另一端接到对应的采集设备，通电，在平台软件或其它软件中查看是否采集到数据，如有数据，则可以进入下一步组装步骤。如有节段没有数据，则进行对应节段排查。在软件中如何查看数据，参考《安锐物联云平台操作手册》。

6.6、放入测斜井

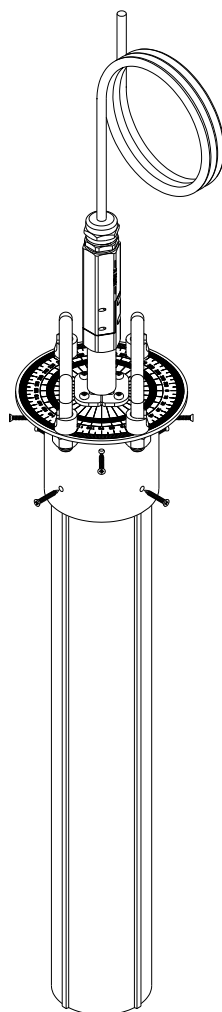
1、依次将节段放入测斜井中。

将中心导轮卡扣的轮子卡入测斜管的导槽中，依次将节段放入测斜管中。



2、固定地面固定器。

所有节段放入侧斜井后，将地面固定器使用自攻螺丝固定在测斜管上。固定时尽可能使地面固定器的中心保持在测斜管中间位置，通过自攻螺丝的拧入深度进行调整。



6.7、确认方向

6.8.1、确定监测方向

如设计监测方向和节段位移计首节的 X-Mark 方向一致，则平台中的初始偏转角默认输入零。

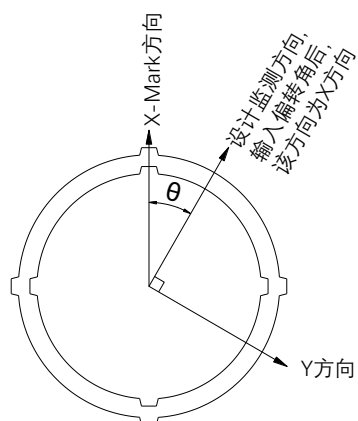
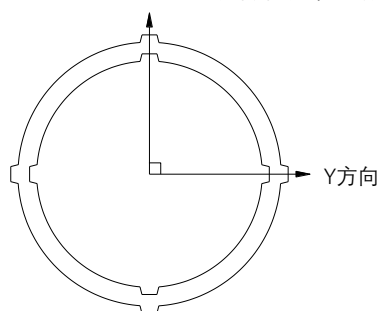
如设计监测方向和节段位移计首节的 X-Mark 方向不一致，则需要输入监测方向和 X-Mark 方向的夹角。

设计监测方向一般指滑坡的方向。

如使用第三方设备或第三方软件读取节段位移计数据，也应按照节段位移计的通讯协议手册说明中的步骤设置偏转角。

6.8.2、方向说明

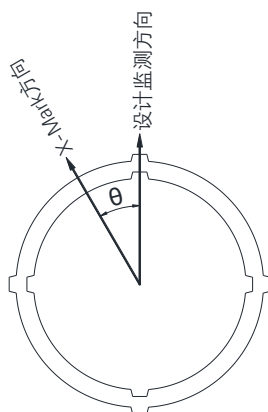
X-Mark方向和设计监测方向一致，则该方向X方向



X/Y 箭头所指方向为正，反方向为负。Z 是深部位移，接近杆长。常规是垂直安装。

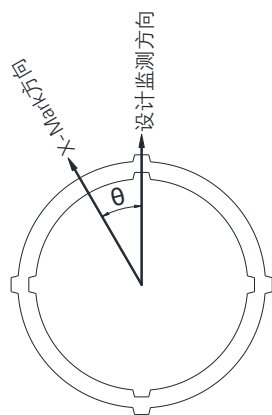
6.8.3、使用手机获取角度

如下图所示，监测方向 and X-Mark 方向的夹角为 θ 。

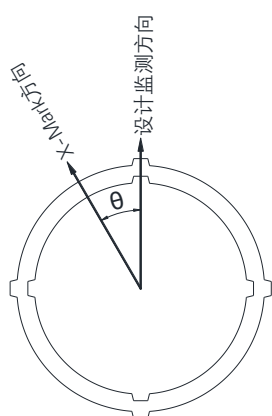


打开手机指南针功能。

第一步：将手机和设计监测方向平行放置，读取度数 95°



第二步：将手机和 X-Mark 方向平行放置，读取度数 72°



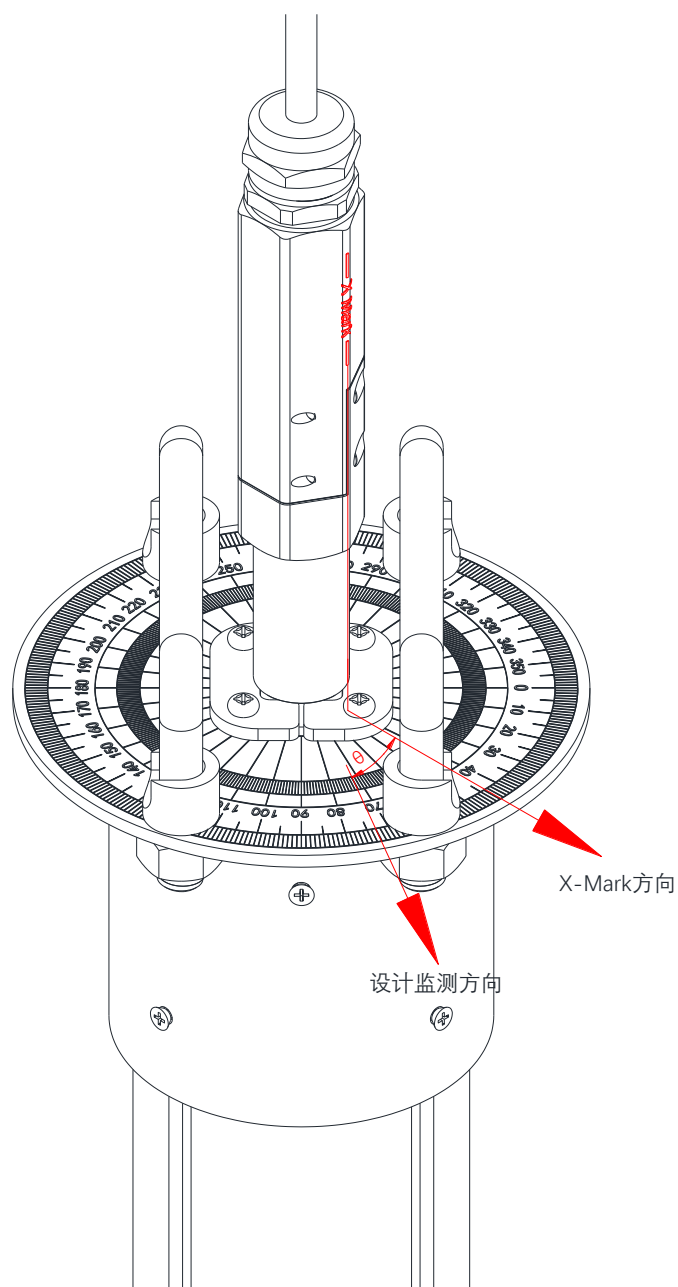
第三步：计算两次角度差值即为偏转角度 $\theta=95^{\circ}-72^{\circ}=23^{\circ}$

第四步：将计算的偏转角度输入平台中的初始偏转角中。

6.8.4、使用刻度盘获取角度

如下图所示，监测方向和 X-Mark 方向的夹角为 θ 。

注意：节段位移安装完成后，X-Mark 的方向对应刻度盘的读数是随机的，此例以 X-Mark 的方向对应刻度盘的 43°为例，实际应用时，应以实际读数为准。



第一步：读取首节 X-Mark 标志对应刻度盘的读数，此例读数为 43° 。

第二步：确认设计的监测方向，此例监测方向如图所示，读数为 73° 。

第三步：计算两次角度差值即为偏转角度 $\theta = 73^\circ - 43^\circ = 30^\circ$

第四步：将计算的偏转角度输入平台中的初始偏转角中。

七、防护与维护

设备在使用过程中应注意以下防护措施：

- 1、避免电缆和外壳划伤，确保设备的密封性。
- 2、避免安装在腐蚀性环境中，确保设备的完整性。
- 3、线缆布线时远离强电路，必要时使用金属管保护。

4、定期检查通信质量。

八、术语解释

在《安锐物联云平台》中的设备的物模型，每个术语解释如下：

X 位移：当前节段中读取的 X 方向的实际位移。

Y 位移：当前节段中读取的 Y 方向的实际位移。

Z 位移(寄存器)：当前节段中读取 Z 方向的实际位移。

Z 位移：在 Z 位移(寄存器)的基础上，确保 Z 位移是正值，理解为节段长度。绝对垂直于地面安装时，该值接近节段长度。

X 累计变化量：当前节段的 X 方向从开始监测(或重置初始值)的累计变化量。

Y 累计变化量：当前节段的 Y 方向从开始监测(或重置初始值)的累计变化量。

Z 累计变换量：当前节段的 Z 方向从开始监测(或重置初始值)的累计变化量。

X 累计位移：

远端模式，当前节段的 X 累计变化量加下一个节段的 X 累计位移。

近端模式，当前节段的 X 累计变化量加上一个节段的 X 累计位移。

Y 累计位移：

远端模式，当前节段的 Y 累计变化量加下一个节段的 Y 累计位移。

近端模式，当前节段的 Y 累计变化量加上一个节段的 Y 累计位移。

Z 累计位移：

远端模式，当前节段的 Z 累计变化量加下一个节段的 Z 累计位移。

近端模式，当前节段的 Z 累计变化量加上一个节段的 Z 累计位移。

X 坐标：

远端模式，当前节段的 X 累计变化量加下一个节段的 X 位移。

近端模式，当前节段的 X 累计变化量加上一个节段的 X 位移。

Y 坐标：

远端模式，当前节段的 Y 累计变化量加下一个节段的 Y 位移。

近端模式，当前节段的 Y 累计变化量加上一个节段的 Y 位移。

Z 坐标：

远端模式，当前节段的 Z 累计变化量加下一个节段的 Z 累计位移。

近端模式，当前节段的 Z 累计变化量加上一个节段的 Z 累计位移。

九、接口和技术参数

9.1、线缆定义

两芯屏蔽电缆:

线缆颜色	线缆定义
红	RS485B
黑(蓝)	RS485A

注意:

线缆的长度尽可能根据实际现场的长度进行定制, 避免使用现场进行接线出现接错或接头处不防水等问题。如确实需要自行接线, 接头处建议使用专用的防水接头。

9.2、技术参数

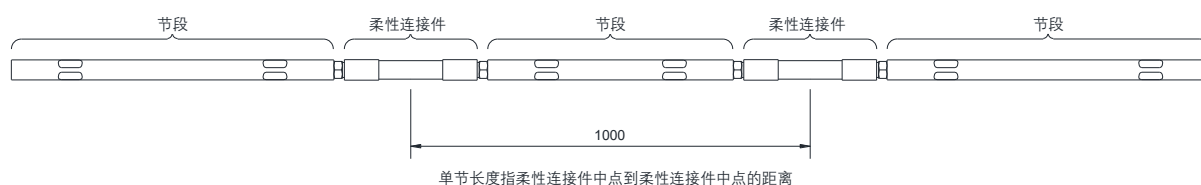
技术指标	标准版	旗舰版
测量轴	X / Y / Z 三轴	X / Y / Z 三轴
角度量程	$\pm 180^\circ$	$\pm 180^\circ$
角度传感器参数	非线性度 $\leq 0.45\%$ FS 不重复度 $\leq 0.18\%$ FS 滞后 $\leq 0.09\%$ FS 分辨率 $\leq 0.0035^\circ$	非线性度 $\leq 0.3\%$ FS 不重复度 $\leq 0.1\%$ FS 滞后 $\leq 0.05\%$ FS 分辨率 $\leq 0.002^\circ$
偏量修正参数	非线性度 $\leq 0.05\%$ FS 不重复度 $\leq 0.05\%$ FS 滞后 $\leq 0.05\%$ FS 分辨率 $\leq 0.0035^\circ$	非线性度 $\leq 0.02\%$ FS 不重复度 $\leq 0.02\%$ FS 滞后 $\leq 0.02\%$ FS 分辨率 $\leq 0.001^\circ$
扭转校正传感器参数	非线性度 $\leq 0.5\%$ FS 不重复度 $\leq 0.4\%$ FS 滞后 $\leq 0.1\%$ FS 分辨率 $\leq 0.04^\circ$	非线性度 $\leq 0.5\%$ FS 不重复度 $\leq 0.4\%$ FS 滞后 $\leq 0.1\%$ FS 分辨率 $\leq 0.04^\circ$
温度测量误差	$\pm 0.2^\circ\text{C}$	$\pm 0.1^\circ\text{C}$
温度影响误差	$\leq 0.005\%$ FS/ $^\circ\text{C}$	$\leq 0.001\%$ FS/ $^\circ\text{C}$
单节长度	500mm/1000mm	500mm/1000mm
单节测量精度	角度: $\pm 0.05^\circ$ 位移: $\pm 0.44\text{mm}@500\text{mm}$ 位移: $\pm 0.88\text{mm}@1000\text{mm}$	角度: $\pm 0.003^\circ$ 位移: $\pm 0.026\text{mm}@500\text{mm}$ 位移: $\pm 0.052\text{mm}@1000\text{mm}$
系统稳定性	$\leq 5.5\text{ mm}$ (节段总长度 40 m)	$\leq 0.3\text{ mm}$ (节段总长度 40 m)
连接方式	柔性连接, 任意拼接	

节段连接处最大弯曲角度	180°
采集频率	常规 1 次/秒(1Hz)
抗拉性能	200KG
信号输出	RS485-Modbus 协议
线缆性能	耐磨、防油、宽温、双屏蔽电缆线
工作电压	DC12V~DC24V
工作电流	典型值：单节 16mA@12V
工作温度范围	-20 °C ~ +60 °C（推荐） -40 °C ~ +85 °C（极限） (相对湿度：≤95%)
节段重量	500mm=400g/节；1000mm=620g/节
防水深度	水下 200 米(2MPa)
地面固定器尺寸	Φ80mm×3mm，Φ100mm×3mm
适配测斜管规格	兼容Φ70、Φ85、Φ90 型测斜管

十、常见问题

1、为什么是 1000mm 的节段实际尺寸没有 1000mm？

总长度包含节段本体与柔性连接件长度，安装后存在一定结构重叠。



十一、测斜孔的打孔方法介绍

测斜管是测斜仪器的载体，通过测斜管和测斜仪的结合可监测基坑围护结构、大坝等不同深度处的水平位移。测斜管一般长度为 2m/根或 4m/根两种规格，使用时需要一根一根地连接到设计的长度，测斜管与测斜管接头采用凹凸槽连接，并用自攻螺丝固定。测斜管内有供测斜仪固定的 90° 间隔的导槽。

11.1、钻孔埋设法

1、测斜孔的钻孔

使用工程钻探机，一般采用 $\phi 108\text{mm}$ 钻头钻孔，测斜孔的有效孔径应 $\geq 95\text{mm}$ 。为了使测斜管顺利地安装到位，一般钻孔深度都需比设计深度深，原则是每 10 米多钻深 0.5 米，即 $10\text{米} + 0.5\text{米} = 10.5\text{米}$ ， $20\text{米} + 1\text{米} = 21\text{米}$ ，以此类推。钻孔宜取岩芯，并进行岩芯描述。钻到预定位置后，不要立即提钻，需把泵接到清水里向下灌清水，直至泥浆水变成清混水为止，再提钻后立即安装。

2、测斜管接头

测斜管接头通常为 200mm 的标准长度，接头上有预留的安装螺钉孔。安装接头时将测斜管与接管的导槽对齐，管与管连接时先在测斜管外侧涂上 PVC 胶水，推紧接头后用自攻螺钉拧紧，防止泥浆进入。

3、测斜管的安装

在完成钻孔、取样、清孔后，先将测斜管装上底盖，用螺钉固定并密封。各段测斜管由专用接头连接，接头处必须有密封处理，防止浆液和填料进入。向钻孔下管时，为了克服测斜管安装在充满水或泥浆的钻孔中的浮力，需在测斜管内灌满水，用以增加测斜管的重力克服浮力，使之便于下管安装。建议下管时测斜管的相对的一组导槽方向与设计监测位移方向一致。测斜管露出地面 20mm 左右。

4、回填

安装在软土地基或土石坝内的测斜管可采用的回填料有：膨润土球、砂土、原位料。安装在岩土边坡或混凝土坝内的测斜管可采用膨胀水泥回填。

软土地基或土石坝：当确认测斜管安装完好后可进行回填。一般分段回填，回填料可用砂土、细砂、膨润土球、原位料等，每填至 3~5 米时进行一次注水。注水是为了使膨润土球遇水后膨胀或使原位料、砂土、细砂更密实与孔壁结合更牢固，直到测斜管周围残留空间填满为止。

岩土边坡或混凝土坝：将灌浆管顺测斜管的外侧插入至孔底，从下而上将水泥浆液灌入孔中。如采用至孔口灌浆方法时要安装排气管直通孔底，以便排出孔内的空气。

5、管口保护

为了防止杂物进入，测斜管管口应设置保护盖。露在地表上的测斜管管口可安装带盖的钢管保护装置，以防人为损坏。测斜管与钢管保护管之间应灌砂浆，测斜管口离凝固砂浆面和测斜管口离钢管保护管顶盖都应留有 100mm 左右的距离。钢管保护装置外围地面可做成混凝土墩台加强管口的稳定性。

6、试管：测斜管安装完成后应先用测斜仪模拟器试放，试放时测斜管的两对互成 90° 的导向槽都应测试。试放要求测斜仪模拟器能平稳、顺畅地从上到下和从下到上沿着测斜管的导槽平稳通过，并以此作为检验测斜管安装完好的标准。

11.2、绑扎埋设法

1、测斜管连接

将测斜管用接头逐节连接在一起，接管时除外槽口对齐外，还要检查内槽口是否对齐。管与管连接时先在测斜管外侧涂上 PVC 胶水，然后将测斜管插入接头，在接头四个方向用自攻螺丝钉紧固接头与测斜管。注意胶水不要涂得过多，以免挤入内槽口结硬后影响以后测试。

2、接头防水

在每个接头两端用防水胶布包扎，防止水泥浆从接头中渗入测斜管。

3、内槽检验

测斜管放置到位后，测斜管长度需露出围护结构 20mm 左右。必须检查测斜管一对导槽是否垂直于钢筋笼面，测斜管上下槽口是否扭转。只有在测斜管内槽位置满足要求后方可封住测斜管下口。

4、测管固定

把测斜管绑扎在钢筋笼上。由于泥浆的浮力作用，测斜管的绑扎定位必须牢固可靠，以免浇筑混凝土时发生上浮或侧向移动。

5、端口保护

在测斜管上、下端口，外套钢管或硬质 PVC 管，外套管长度应满足以后浮浆混凝土凿除后管子仍插入混凝土 50cm。

6、吊装下笼

绑扎在钢筋上的测斜管随钢筋一起放入地槽内，待钢筋笼就位后，在测斜管内注满清水，然后封上测斜管的上口。在钢筋笼起吊放入地槽过程中要有专人看护，以防测斜管意外受损。如遇钢筋入槽失败，应及时检查测斜管是否破损，必要时须重新安装。

十二、连接示意图

