

导轮式固定测斜仪
YT-ZL-0300 型系列

**安
装
说
明
书**

湖南亿测物联传感技术研发有限公司

2020-01 版本

1 / 15

目 录

一、产品原理：	3
1.1 测量原理：	3
1.2 产品图片：	3
二、主要技术参数	4
三、安装步骤：	4
3.1 检查	4
3.2 工具准备	5
3.3 布点	5
3.4 钻孔	5
3.5 安装测斜管	5
3.6 传感器安装	6
3.7 保护和记录	7
3.8 数据线保护	7
四、数据读取和处理	8
4.1 人工读数方式	8
4.2 自动化采集数据方式	8
4.3 数据处理	8
五、维护与保养	12
六、注意事项：	12
七、故障排除	13
附录：导轮式固定测斜仪安装示意图	14

一. 产品原理：

1.1 测量原理：

YT-ZL-0300 系列导轮式固定测斜仪的原理为：重力加速度计，测量地球引力在测量方向上的分量。可同时测量 X/Y 两个方向倾斜变化，从而通过计算可以得出该点的倾斜方向与倾斜角度；并可直接挂接总线系统进行自动化数据采集。如测量范围小，对测量精度要求较高，可选用 YT-ZL-0100x 系列高精度电子测斜仪。

传感器本体加可以滑动的带导轮结构安装套件，安装时可沿着 PVC 或 ABS 测斜管滑动到指定深度，再通过不锈钢钢丝绳、卡扣、孔口安装固定吊环等配件固定。当测斜管发生变形，测斜仪即可精确反应变化角度和方向。多支放置于同一孔内，从而可以监测一个剖面或者整个孔的不同深度水平倾斜情况，最大的特点是：可自动化监测，且带导轮可后期回收或维护更换，更适合特殊环境和长期监测项目使用，风险可控。

广泛用于观测山体边坡、土石坝、海边堤防等土体内部的水平方向变化大小。改变了便携式测斜仪必须人工监测的方式；对于偏远地区又可实现无线自动化监测；对于港口、铁路、公路、高层建筑等工程是一种必要的精密测量仪器。输出信号为 RS485 数字信号，可直接接入亿拓自动化采集系统，数据在软件上显示时，可采集显示出传感器全球唯一编号，自编号，测量日期，时间，测量值，偏差值等信息。

1.2 产品图片：



导轮式固定测斜仪主体（图一）

二．主要技术参数

- 1．型 号：亿拓传感科技 YT-ZL-0300
- 2．测量参数：边坡、坝堤、地质灾害、高填方等倾斜变形监测；
- 3．量 程： $\pm 30^\circ$ ；二维双轴可测量 X\Y 两个方向；
- 4．分 辨 率： 0.01° ；
- 5．精 度： $\pm 0.1\%F.S$ ；
- 6．工作温度： $-40-125^\circ\text{C}$ ；
- 7．温度精度：自带测温功能，精度典型 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ ；
- 8．温度补偿： $-10-40^\circ\text{C}$ （其他依要求而定）
- 9．本体材质：进口 304 不锈钢；
- 15．防护等级：IP68；
- 16．外型尺寸： $\Phi 26 \times 880\text{mm}$ ；
- 17．重量： $\approx 4420\text{g}$ （不含电缆）
- 18．可选配件：PVC/ABS/铝合金测斜管、柔性钢丝绳、不锈钢卡扣、孔口固定吊环、通信数据线、接头防护罩；

三．安装步骤：

3.1 检查

导轮式固定测斜仪安装前检查：首先，详细了解传感器的具体参数，检测传感器是否工作正常；检查水工电缆线、安装 PVC 线管是否齐全。检查传感器数量及数据线长度是否正确。检查配件，包括固定测斜仪传感器、导轮安装滑动杆、不锈钢钢丝绳、不锈钢卡扣、孔口固定吊环等。测量时其中测量值为 X 轴方向，偏差值为 Y 轴方向。以确定传感器在运输过程中是否损坏或丢失。

配件实物图：



不锈钢钢丝绳、不锈钢卡扣、孔口固定吊环依次实物图

3.2 工具准备

准备工具：钻机、测斜管、 $\geq 25\text{mm}$ PVC 线管、透明胶、防水胶带、剥线钳、剪刀、卷尺等。

3.3 布点

清理好场地后，选择无雨、雪天气进行钻孔安装导轮式固定测斜仪。

根据试验设计方案，用卷尺进行测量，确定测试点。

3.4 钻孔

做好准备工作，孔直径要求大于 $\Phi 80\text{mm}$ (建议 $\Phi 108\text{mm}$)。孔深度需根据现场实际情况而定，一般要求孔底基准点应为稳定点（基岩或不动点），滑动体产生位移时不会影响到该点绝对位置。

3.5 安装测斜管

在岩土工程领域，测斜仪主要用于测量土体运动，通常要安装一根测斜管。根据现场情况，测斜管通常安装在地下的钻孔内，浇筑在混凝土的结构中，或者埋在筑堤之中。

1、ABS/PVC/铝合金测斜管常规为 2 米/根，测斜管每根之间通过管接头连接起来，管接头和测斜管对接处通过螺丝钻孔固定，依次连接其它测斜管，如下图所示：



2、测斜管管壁内有四个槽口，槽深度为 $2(\pm 0.2)$ Mm, 用于固定测斜仪探头的滑轮。在测斜管连接时应注意各节测斜管槽纹对齐，以便测斜仪探头滑轮能顺利下管，如下图所示：



3、将测斜管底部安装底盖，然后逐节连接测斜管，并逐节下放到测斜孔内，下放过程中注意：a) 测斜管 X 正方向应正对预判断的滑动方向，方便测斜仪后续数据计算。b) 如果因孔内有积水导致测斜管上浮，可在测斜管内加水。c) 注意测斜管的固定，避免已连接的测斜管整根滑落孔内，无法继续进行步骤 1 安装其它管，导致安装失败（建议在下放测斜管前，用钢丝绳固定最底部的测斜管，每连接一根测斜管时，靠钢丝绳的受力慢慢下放，防止因脱落导致安装失败）。

完成测斜管下放后，需回填灌水泥砂浆，建议水泥：沙子配比比例 2:1，用水调试稀释，方便流入测斜管外侧空隙内，从而固定测斜管。

顶端测斜管建议高出地面 300mm, 以避免底部松动导致测斜管有沉降，也方便对孔口进行固定和保护。，建议待安装完毕 1-2 天后在顶端测斜管处修建一个约 40*40*40cm 的方形水泥墩，用于保护传感器数据线和方便设备箱固定，水泥平台如下图。



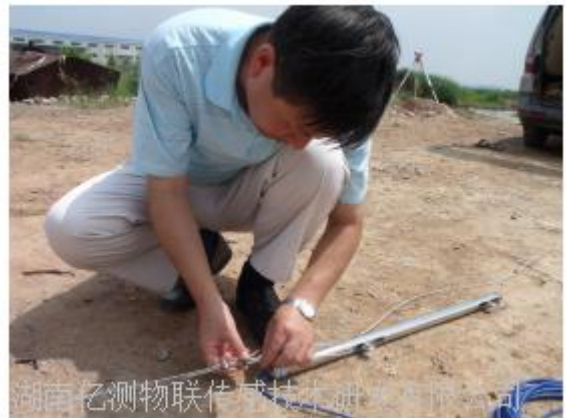
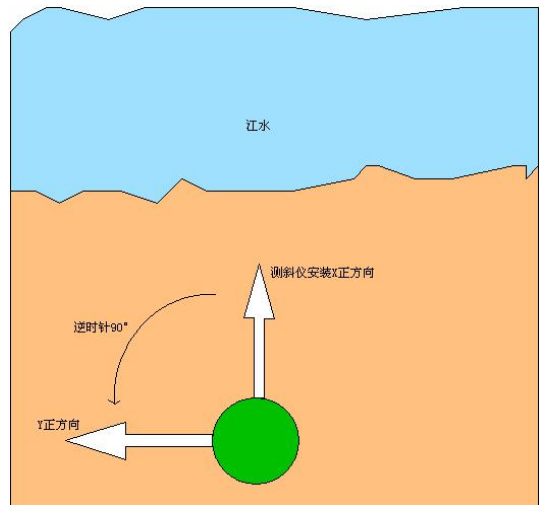
3.6 传感器安装

1、确定安装深度和安装位置；

2、确定 X、Y 正负方向：

请用户注意安装的方向安装杆低导轮指向为 X 负方向，高导轮指向为 X 正方向；X 正方向逆时针旋转 90°即为 Y 正方向。**温馨提示：滑坡/边坡预计滑动指向的方向与 X 正方向应一致。**

3、根据安装设计图纸的安装深度和安装数量，用一根不锈钢钢丝绳作为主线，按设计位置做出标记，将固定测斜仪用不锈钢卡扣固定在标记处，多支固定测斜仪串联在钢丝绳上，组成传感器串，如下图所示；



4、在管口位置安装孔口固定吊环，不锈钢钢丝绳主线固定在吊环上。通过孔口吊环支撑传感器串，传感器串的导轮方向对准测斜管的导槽方向，且保持同一方向。注意下放过程中整理好传感器数据线，慢慢放入。将传感器数据线沿出线口理出，严禁磕碰传感器，以防损坏传感器。

5. 孔口固定吊环需悬挂在孔口处，并牢固固定，避免传感器串跌落至底。将孔扣的数据线用防水接线盒或者 4 通道数据集线器进行总线连接，并接入数据采集终端，以便数据采集。

6. 以上完成了固定式测斜仪仪器安装的部分。

3.7 保护和记录

做好导轮式固定测斜仪安装记录（实验段面、测点位置、实验编号、位移计编号、埋设安装日期、天气状况及安装人员），并存档。

3.8 数据线保护

根据现场实际情况而定，将导轮式固定测斜仪数据线集中套上 PVC 线管进行**穿管保护**，并开槽将 PVC 线管沿槽布设保护，建议开槽深度 30-50 公分，避免数据线因施工或自然因素而破坏。

制作相应的标示牌。

四、数据读取和处理

4.1 人工读数方式

YTRG01 读数仪，提供了必须的供电和信号处理。读数时，将仪器的插头直接插入读数仪，开机——点击测量 F1 键——点击读数 F1 键，稍后 3-5 秒即可直接读出该仪器的全球唯一编号（身份证 ID 编码，16 位）、产品自编号、测量时间、测量值、偏差值、原始数据信息等，与此同时，仪器的温度也直接以摄氏度的单位显示在读数仪上。

数据处理可通过读数仪 U 盘插口导出数据至亿拓数据处理分析软件中。

4.2 自动化采集数据方式

仪器配置航空插头，可直接或通过多通道数据集线器，接入自动化采集系统内，一般可采用插头对插方式直接实现自动化系统对接，出厂前均已调试完毕，非常方便，无须用户担心系统对接问题。

数据处理可直接登录亿拓云平台或者定制型软件进行数据查看下载分析处理等。

4.3 数据处理

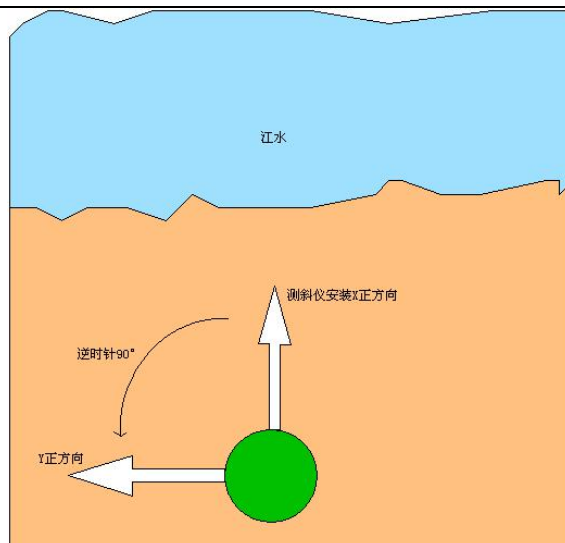
数据处理部分：固定测斜仪的换算方式：

固定测斜仪输出物理量为 X 方向、Y 方向的角度值，用户要求换算为位移量。

具体换算公式为：

方向的判别：

安装时：向江边的方向为 X 的正方向，逆时针 90°方向为 Y 的正方向。具体如下图例所示：



例如：测斜仪 X 轴方向的偏移表现在测量值上，例如当测量值 0.05° 说明当前测斜仪与地垂线在 X 方向往长江边上成 0.05° ，如果测量值 -0.05° 则说明测斜仪与地垂线在测斜仪与长江的反方向成 0.05° 。测斜仪 Y 轴方向的偏移表现在偏差值上，同上说明。

位移量计算的初始安装值记录并保持至软件：

首先测斜仪稳定且安装完毕后可选定此时的测量值和偏差值为 X、Y 方向的初始安装位置，即在现场效验设置为零点。之后每次测量数据需减去初始安装值。此项功能在软件中记录并应用。

原理：

首先考虑两点：一：出厂时每个测斜仪的零点位置不一致，且生产不可能达到完全铅直的 0° 位置；二：安装时不可能完全按照每个测斜仪测出的零点位置安装。

因此需要待固定测斜仪安装稳定三天后记录安装初始位置认定为零点 (x_0, y_0)。之后换算所需的固定测斜仪的有效测量值和有效偏差值 (x_j, y_i)，统一由当次测量值 x_i 和偏差值 y_i ，分别减去初始安装值 x_0, y_0 。

$$\text{即：} x_j = x_i - x_0 ;$$

$$y_j = y_i - y_0 ; (\text{数据处理需要用 } x_j, y_j);$$

每个固定测斜仪测点深度的计算：

固定测斜仪的安装原理：

向深部不动层（或基岩）钻孔，将 PVC 测斜管底部安装固定，做为测斜的基准点；每个固定

测斜仪倾斜变化位移量为相对于 PVC 管底部(基岩)变化了多少 , 需要知道测点的深度以及间隔。

规定从孔口向下依次设为第 1 个、第 2 个.....第 N-1 个, 第 N 个个固定测斜仪;

起算从孔底起算, 第 N 个固定测斜仪的 H 为:

H =PVC 管底部不动点至第 N 个测点处的垂直高度, 即 H =钻孔深度-该测点深度;

依次从下向上的固定测斜仪的位移换算用到的间隔 H_i 方式为:

H_i =-第 i 个测点深度—第 i+1 个测点的深度;

角度转化为位移的计算公式:

$$L = 2 \times H \times \sin\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right)$$

$$\varphi = \frac{180 - (\beta - \alpha)}{2}$$

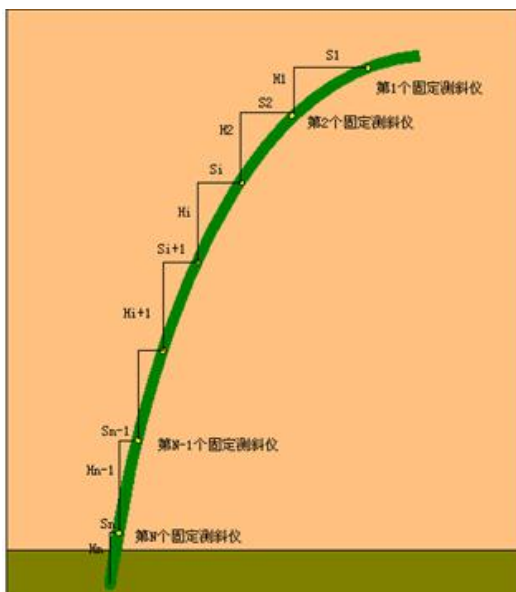
$$\theta = \varphi - \alpha = \frac{180 - (\beta - \alpha)}{2} - \alpha = 90 - \frac{\beta + \alpha}{2}$$

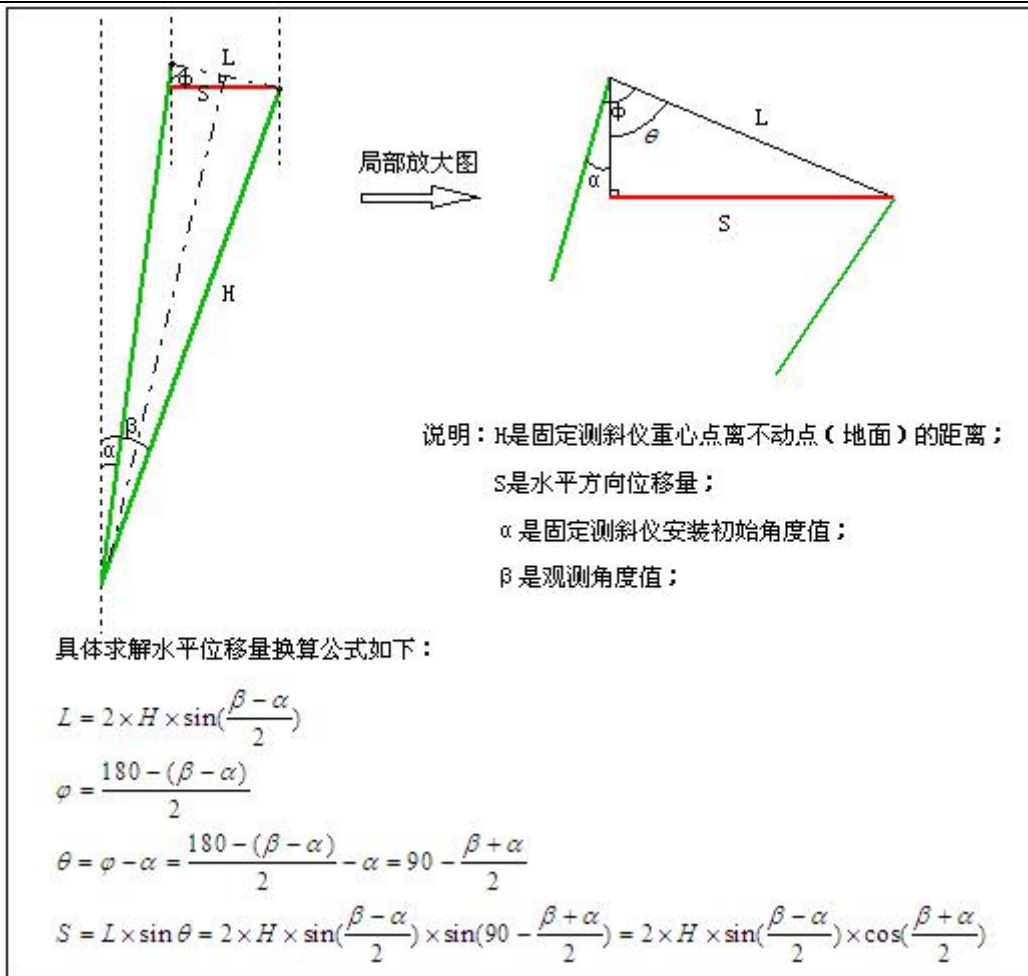
$$S = L \times \sin \theta = 2 \times H \times \sin\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) \times \sin\left(90 - \frac{\beta + \alpha}{2}\right) = 2 \times H \times \sin\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) \times \cos\left(\frac{\beta + \alpha}{2}\right)$$

其中: S 代表水平位移量大小, α 代表固定测斜仪安装的初始位置值, β 代表某次测量的角度值。

(其中 α 和 β 属于两维向量, 含 X、Y 方向, 此公式为近似算法);

具体示意图及公式如下:





特别说明：

假设安装初始位置 α 为 0° ，则 β 每变化 0.01° ，且 H 为 4 米，则所得平位移量变化大小为 (mm 为单位)：

$$S = 2 \times H \times \sin\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) \times \cos\left(\frac{\beta + \alpha}{2}\right)$$

$$S = 2 \times 4000 \times \sin(0.01^\circ / 2) \times \cos(0.01^\circ / 2)$$

$$= 2 \times 4000 \times 0.000087266 \times 0.999999996$$

$$= 0.698128$$

假设安装初始位置 α 为满量程值 30° ，则 β 每变化 0.01° ，且 H 为 4 米，则所得平位移量变化大小为 (mm 为单位)：

$$S = 2 \times H \times \sin\left(\frac{\beta - \alpha}{2}\right) \times \cos\left(\frac{\beta + \alpha}{2}\right)$$

$$S = 2 \times 4000 \times \sin(0.01^\circ / 2) \times \cos(30.01^\circ / 2)$$

$$= 2 \times 4000 \times 0.000087266 \times 0.258903337$$

$$= 0.180748$$

α 值选取两个极限值的误差约为 0.10808mm (由 0.180748—0.698128=0.10808 可得)。

但是根据工程经验值来讲, α 值都小于 5° , 则 β 每变化 0.01° , 且 H 为 4 米, 则所得平位移量变化大小为 (mm 为单位):

$$\begin{aligned} S &= H \times \sin(\beta - \alpha) / \cos \beta \\ S &= 4000 \times \sin 0.01^\circ \div \cos 5.01^\circ \\ &= 4000 \times 0.00017453292431 / 0.99617947137218 \\ &= 0.700809158 \end{aligned}$$

根据工程经验 α 值选取 5° 时, 误差约为 0.00267745mm (具体由 0.700809158—0.698131707=0.10808 可得)。

固定测斜仪水平 X 方向位移量 S_{x_i} 为:

$$S_{x_i} = H_i \times \sin x_j / \cos x_i ;$$

同理:

固定测斜仪水平 Y 方向的位移量 S_{y_i} 为:

$$S_{y_i} = H_i \times \sin y_j / \cos y_i ;$$

(5)、累积位移量计算:

固定测斜仪根据位移量, 要求计算处每个测点的位移值、以及曲线绘制图, 并可计算变化的速率以及预测模型建立的分析处理。

第 n 个测点的位移量为: 最下面测斜仪的位移量依次累加至第 $n-1$ 个测点的位移量;

五、维护与保养

5.1 传感器及线缆: 传感器本身的保养仅限于周期的检查电缆的连接和接头插头的保养, 传感器本身不能打开检查。

5.2 柔性钢丝绳保护, 注意检修是否磨损或酸碱腐蚀, 保证钢丝绳抗拉能力, 长期使用。

六. 注意事项:

6.1. 导轮式固定测斜仪和气压补偿计注意轻拿轻放, 防止受硬物强压、磕碰。防止传感器底

部渗水孔被泥沙水泥等物覆盖。

6.2 安装前，把每个导轮式固定测斜仪与安装点一一对应。记录好导轮式固定测斜仪的自编号，以及所需安装的位置。因为导轮式固定测斜仪在出厂前都是根据每个安装点的情况不同做的不同配线长度。如果安装时混淆，则容易出现较大的误差。

6.3 导轮式固定测斜仪安装好后，如果需要接入自动采集，导轮式固定测斜仪数据线与总线接头要注意防水措施，建议购买我司防水接线盒。如果进行人工采集，则需要对导轮式固定测斜仪数据线末端的航空接头进行防水保护罩保护，防止挤压破碎、短路、进水。最后在接头处树立标示牌。

七、故障排除

如果仪器读数出问题，应采取以下步骤：

1. 如果单个传感器无读数，应现场检查传感器及线缆有无人为破坏，尤其是数据线一旦线路比较长，要沿线路一一排查是否破坏。
2. 如果任何一个传感器都没有读数，就该怀疑是读数仪或者自动化采集系统有问题，这时应向厂家咨询。
3. 如果线缆是在现场断了或短路，可直接将两端线剥开，相同颜色的线芯对接上，做好绝缘和防水处理，此处建议另购亿拓公司的防水接线管，避免人工接线老化和后期维护风险。



湖南亿测物联传感技术研发有限公司

电话/传真：0731-86205258

地址：湖南长沙星沙经开区人民东路二段 169 号铭城绿谷产业园

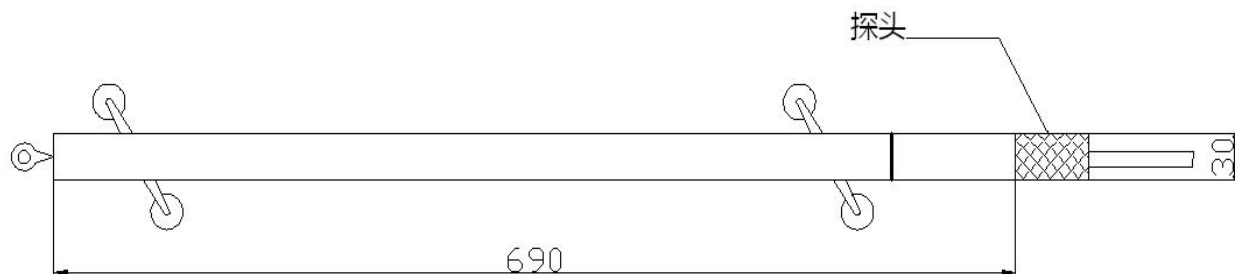
网址：www.csyituo.com

技术联系电话：13667328502

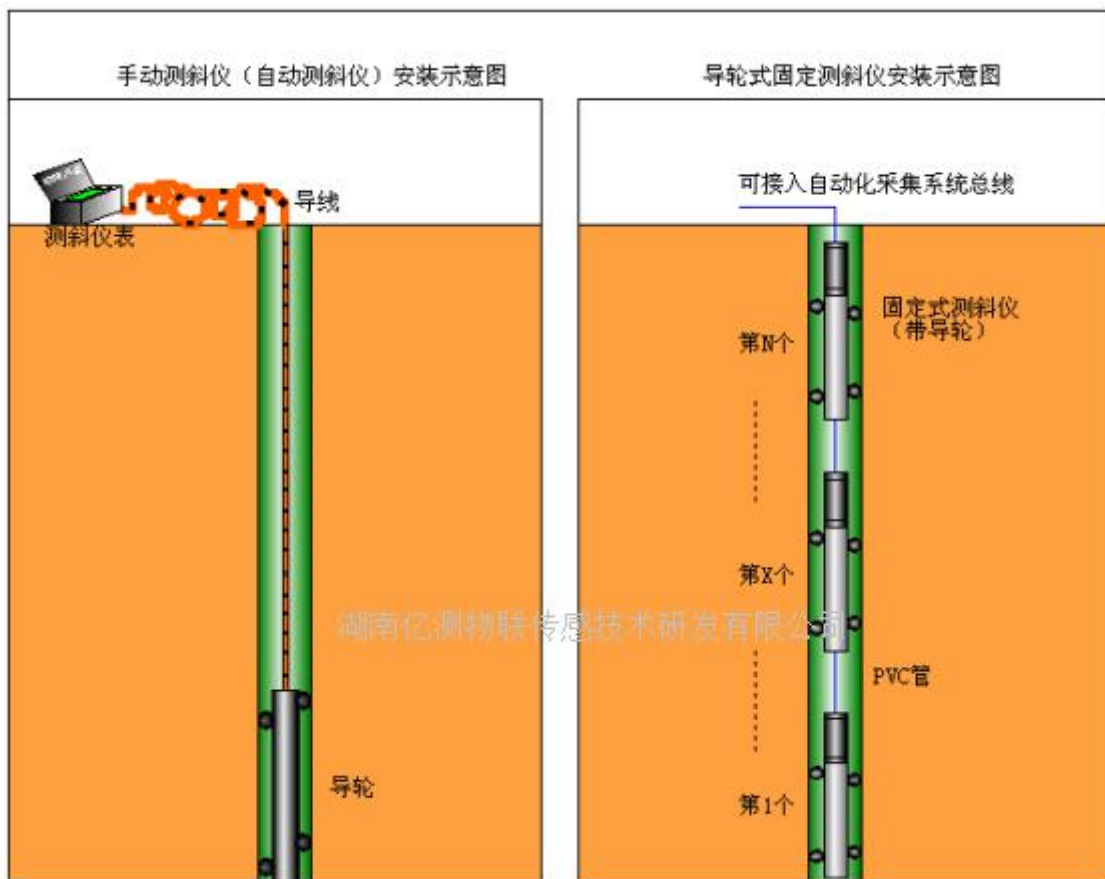
2020 年 1 月

附录：导轮式固定测斜仪安装示意图

导轮式固定测斜仪安装示意图：



传统监测方式和自动化监测方式对比示意图：



产品安装实物图：

