

GK-A3 型振弦式多（单）点位移计  
安装使用手册

(REV B)

基康仪器（北京）有限公司

---

地址：北京良乡凯旋大街滨河西路 3 号

邮编：102488

网址：[www.geokon.com.cn](http://www.geokon.com.cn)

电话：010-89360909/2929/3939/4949/5959

传真：010-89366969

电子邮件：[info@geokon.com.cn](mailto:info@geokon.com.cn)

## **保证条款：**

基康公司证明其产品在正常使用的情况下，从购买后的十二个月内，在材料和加工技术方面不会有什么问题。如果设备失灵，应将其返回基康公司进行评价。经基康检查，如果属于质量问题，基康公司将免费维修或更换。如果设备显示的证据说明损坏是由于过分腐蚀、高温、潮湿或震动、以及规格选用不合理、不适当的使用或其它超过基康控制的工作条件引起的损坏与本条款无关。由使用造成的非正常磨损或损坏不属于本条款范围。保险丝和电池不在保修范围内。（在保修期内，由于长期存放且电池欠充电导致的电池失效将不予免费维修）。

对于基康制造的科学仪器，错误的使用具有潜在危险。要求有资格的人员来安装这些仪器。除了这里提到的，没有其它的保证。也没有表明或暗示其它的保证，包括商业的或者为特殊目的的合理性的暗示保证。基康公司对由于其它设备引起的损坏或损失概不负责，无论是直接的、间接的、偶然的、专门的或相应而生的，这些对用户来说都可能是安装或使用产品中经验积累的结果。由于基康公司的任何违反协议或由于任何保证条款而对用户的唯一补偿都不超过用户购买设备或装置支付给基康公司的购买价格。在设备的安装环境不好的情况下，基康对由于设备的搬迁移动或再安装引起的损失均不负任何责任。

为了保证正确性，每次在准备说明书和（或）软件时，都尽可能采取预防措施，但基康公司既不承担可能出现的任何疏漏的责任，也不承担任何由于使用产品而引起的损坏或损失，这与手册及软件中的信息相一致。

## 目 录

	页
1. 简介 .....	1
2. 安装方法 .....	2
3. 测杆及其保护管的组装 .....	6
4. 电测基座的组装 .....	10
5. 安装传感器 .....	12
6. 读数与数据处理 .....	14
7. 故障排除 .....	15
附录 A-关于半导体温度计及温度 .....	16

## 1. 简介

### 基本组件

**锚头：**有三种类型：灌浆锚头、液压锚头、以及抓环锚头（适用于软基）。本说明主要介绍灌浆锚头的安装。

**测杆：**测杆都是按照定货长度由工厂加工的有螺纹接头的不锈钢杆，杆的长度有分别有 2m、1m、0.5m 三种，杆的两端分别为 M6 的阴、阳螺纹，可根据需要连接成任意长度。所需测杆的长度见下面的“主要尺寸”。

**PVC 保护管：**PVC 管具有保护测杆及防止测杆和灌浆之间粘连，测杆是嵌入 PVC 塑料管中。PVC 塑料管的一端直接与锚头连接，塑料管将随着基础的运动发生变形。所需管的长度见下面的“主要尺寸”。

**过渡管：**过渡管用以连接测杆保护管和安装基座。用护管对接头连接测杆保护管使安装基座相对测杆顶部的易于定位。

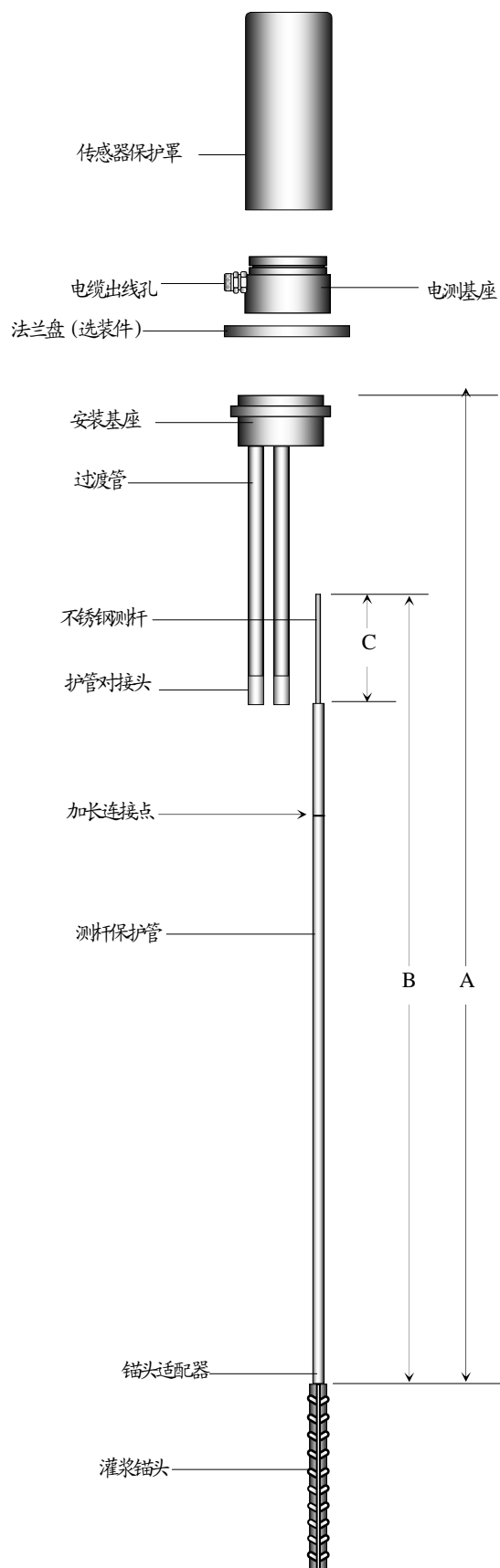
**安装基座：**测量是在基座进行的。可采用带有传感器的电测基座，也可采用带有深度测微计而非传感器的机械测量基座。

### 主要尺寸：

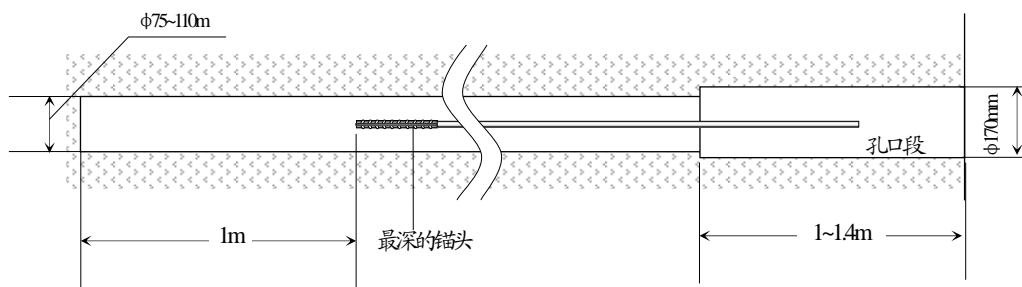
**锚头深度 (A)：**锚头深度是指安装基座顶部到锚头顶部的距离，见右图中的“A”，通常指测点设计深度。

**测杆长度 (B)：**测杆长度是根据定货确定的，一般应保证长度是 0.5 米的整数倍，特殊要求应在订货时说明，由厂家配套。

**测杆套接长度 (C)：**测杆套接长度决定保护管的总长，因此该长度十分重要，它取决传感器能否与测杆顺利连接，并有足够的调节空间。如对于量程为 100mm 的传感器， $C=175\text{mm}$ （实际长度根据现场需要调整）。在现场可将多余的护管按尺寸切去。

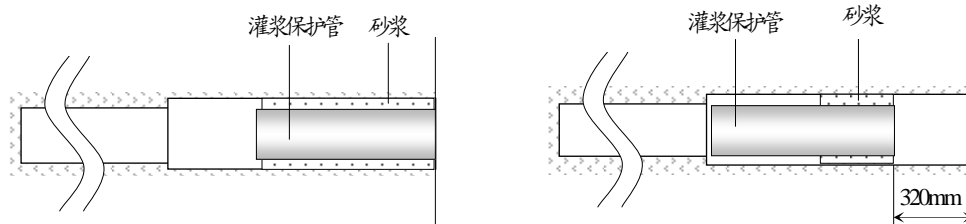


**钻孔要求：**杆式位移计用于设计直径  $\phi 75\sim 110\text{mm}$  的钻孔（依据测点数不同钻孔尺寸不同），若采用测头外置式安装，孔口 0.5 米段直径不小于  $\phi 110\text{mm}$ 。对于测头埋入式安装，孔口 1~1.4m 段直径不小于 170mm，测头电缆出线孔处径向尺寸为 145mm，也可以在订货时选用电缆从传感器保护罩顶部引出的保护盖装置。钻孔的深度应比最深锚头多出 1m 以上。此外孔口断还可以采取挖坑式埋设，坑的尺寸为 500mm（直径） $\times$ 400mm（深），最常用的钻孔尺寸见下图：



测头埋入式钻孔示意图

**灌浆保护管安装：**灌浆保护管为选购件，请向工厂订购，当然也可以根据需要决定是否安装。灌浆套管采用 PVC 管，管口周围用水泥砂浆或环氧锚固剂锚固，最简单的方法是可用棉纱条在速凝水泥浆浸泡后来填充保护管与孔壁之间的缝隙，以达到迅速固定并灌浆的目的。（也可将它预先将固定基座同测杆连接好后直接再与灌浆保护管粘结固定）。套管的外测与孔口平齐。若采用测头嵌入式安装，则套管的外端须深入孔口至少 320mm。见下图



测头外置灌浆保护管安装

测头嵌入式灌浆保护管安装

## 2. 安装方法

除了按照以下的分步安装的操作方法以外，允许将仪器组件整体组装好后直接送入孔中，灌浆回填完毕后再对位移传感器进行初始值微调。

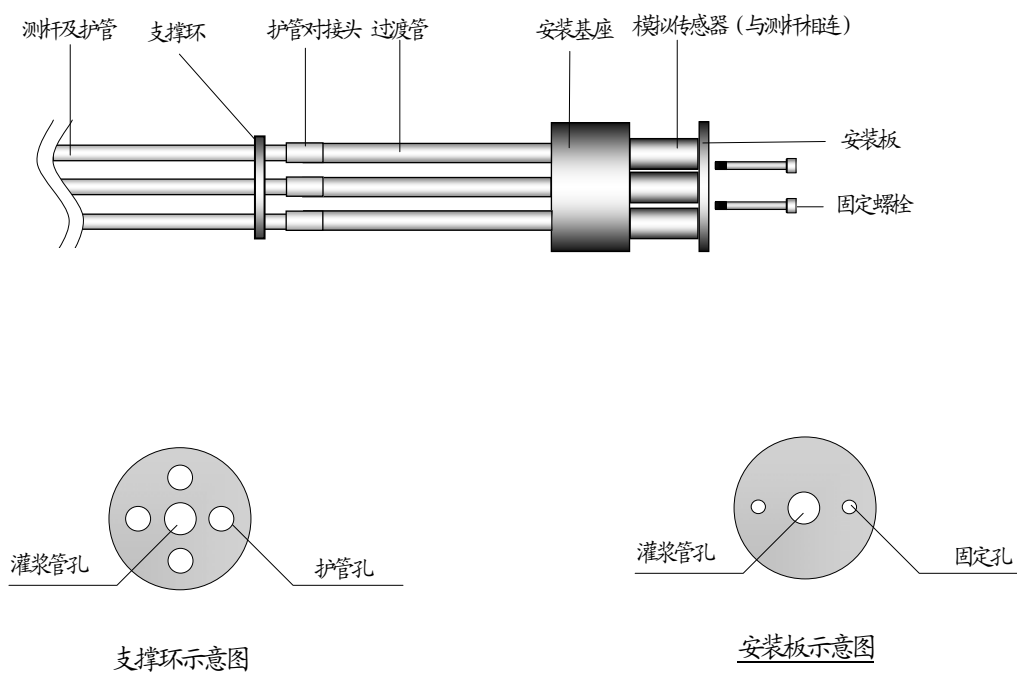
钢杆位移计必须现场安装。如果空间允许，可以在地面组装位移计测杆。如果空间紧张，就有必要对测杆在孔口安装。两种情况都要使用安全绳，以便必要时可将测杆拉回。

**地面组装：**这种方法最容易，应尽可能使用。

- 测杆要完全组装（传感器除外）并固定灌浆管，同时每隔一定的距离安装支撑环，并用胶带绑扎固定。
- 在钻孔附近停一辆吊车或搭设支架，然后，装好安装工具，将位移计起吊向下放入钻孔中。起吊位移计时，可保持最小挠曲半径 3 米以防钢杆的永久弯曲。

**孔口组装：**孔口组装要求组织严密。有时可能要从最深的锚头开始，将每个锚头或连杆逐根组装或安装，同时做好测杆编号标记，以防混淆。每个锚头都要绑有安全绳。灌浆管也可固定在锚头上。

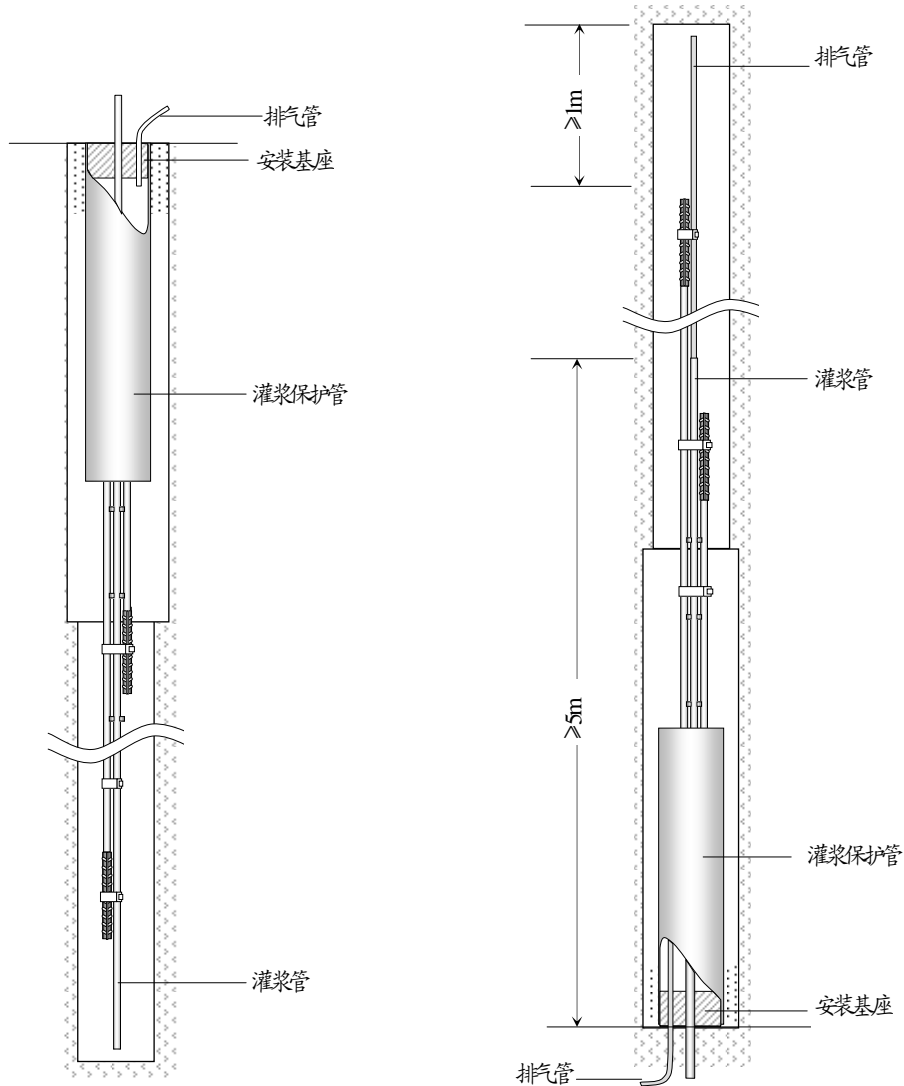
**测杆及基座组装：**测杆与基座及其排气管也可以在安装前预装，这不但方便可克服施工场地狭小与不便，还可以成倍提高工效。



#### 护管、测杆、基座模、拟传感器及安装板的组装

需要说明的是，支撑环多用于最浅的锚头深度大于 5 米以上的安装，实践证明当使用支撑环后并不利于测杆的贯入，特别是孔壁不太光滑的时候将带来较大的阻力。故通常不用安装这种选配的部件。

- 根据钻孔方向固定灌浆管与排气管。一般情况下，如果钻孔方向向上、斜向上的钻孔，可不安装灌浆管或灌浆管深入孔口 5m 或至孔深的一半，排气管则深入孔底（注意在排气管底端 0.1m 段钻一些小孔利于排气）。对于水平孔、斜向下及正垂向下孔，灌浆管需深入孔底（较最深的锚头长 1m），排气管可不安装或仅深入基座 100mm 即可，见下图。



#### 向下、水平或斜向下的安装

#### 向上或斜向上孔的安装

- 如有必要，在钻孔附近使用吊车或搭设支架，然后，装好安装工具，将位移计起吊，向下放入钻孔中。起吊位移计时，可保持最小挠曲半径 3 米以防止测杆的永久折断或损伤。

**灌浆：**使用现场工程师指定的灌浆材料，推荐的水灰比为 1：0.5。在灌浆前，首先要将管路用泵打入水以降低摩擦。

**沿孔向下灌浆：**对于垂直或倾斜的向下孔，通常一根灌浆管就足够了（参见上页图），但是为防止管路堵塞或需要二次灌浆，可事先设第二根灌浆管从灌浆保护管外侧引出孔口。将第二根管端用胶带或其他固定材料固定在底部锚头旁。安装测杆的时候，将配管拉入孔中。将短的灌浆管用胶带粘在安装基座以下大约一半长处的一根管上。当使用长的灌浆管有问题时可使用这根管。

**沿孔向上灌浆：**向上灌浆的孔在安装测杆时，可参照上页图设置第二根灌浆管，第二根灌浆管长 1.5m 为宜，可从灌浆套管外侧引出孔外。假设第二根灌浆管的目的是进行一次灌浆，用第二根灌浆形成灌浆塞。

测杆安装完毕后，用浸泡在速凝水泥中的材料密封灌浆保护管周围。然后用泵将速凝水泥浆从最短的灌浆管注入钻孔，形成塞，并留出时间让塞硬化。

最后用泵将灌浆从第一根灌浆管注入钻孔。当灌浆从通气管返回，说明钻孔已经完全灌满，将管折过来并用绳扎紧。

**灌浆压力：**为保证灌浆的效果，灌浆（在孔口处）压力应控制在 $\leq 0.5\text{Mpa}$ ，但是如果向上灌浆，则压力可根据孔深适当增大。

### 工具和材料：

安装前请自备下列工具或材料，除 PVC 胶及后两项外也可向厂家联系选购

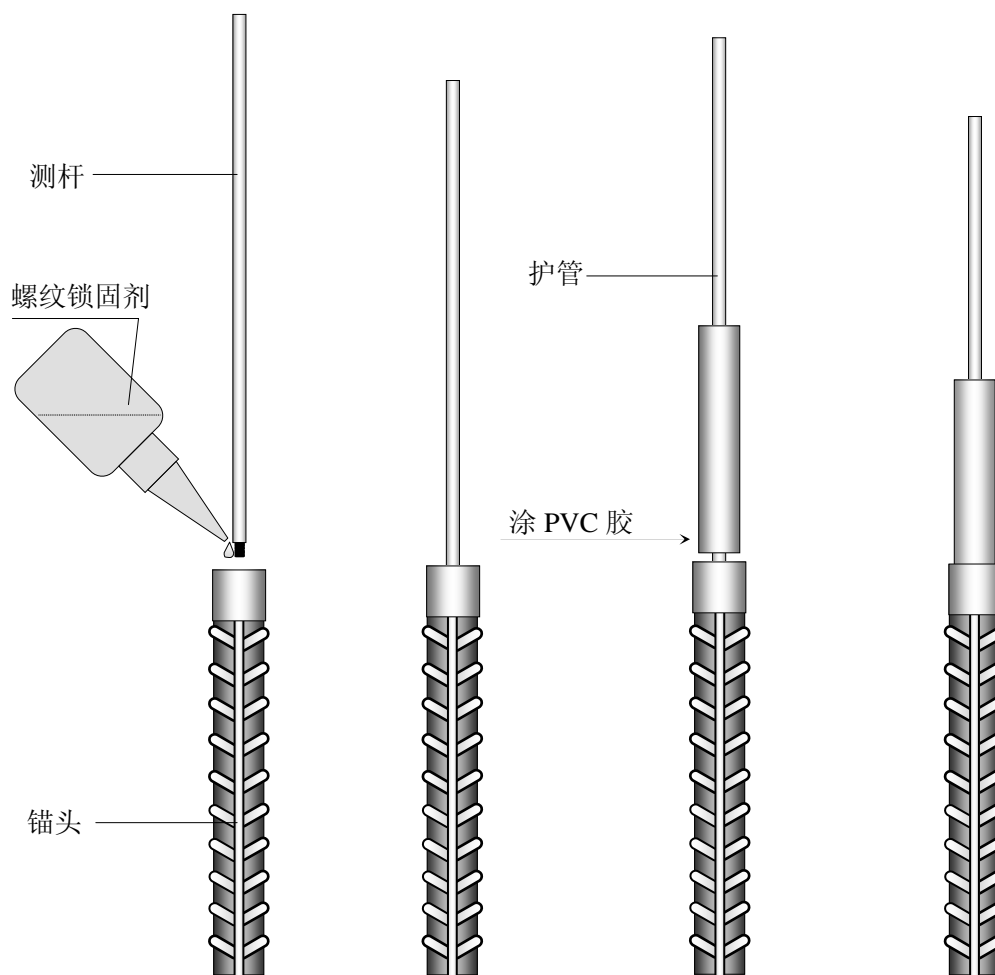
- 卷尺
- 弓锯
- 虎钳（用于测杆的连接）
- PVC 粘合剂（用于 PVC 管的粘接）
- LOCTITE-271 螺纹锁固剂（选配件，用于金属螺纹的连接）
- 5 寸活动扳手
- 尼龙绳或等同物，抗拉强度为 150-200Kg
- 灌浆管、灌浆搅拌器或灌浆泵、水泥
- 速凝水泥或灌浆沿孔向上安装时还要有填塞钻孔的材料，如棉纱。



### 3. 测杆及其保护管的组装

#### 测杆、首保护管与锚头的连接

(注：本步骤可能在工厂完成)



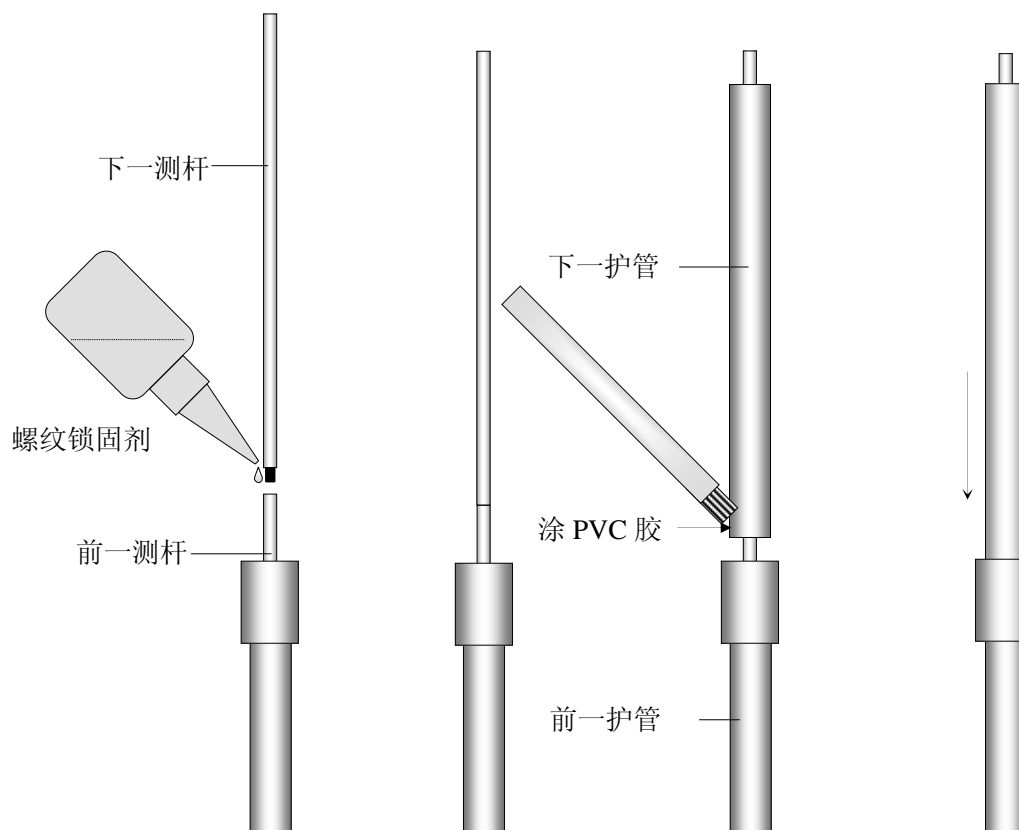
1. 所需部件：带 PVC 接头的锚头、测杆、PVC 首保护管。

**注意：**上图所示为灌浆锚头，液压锚头和压紧器锚头的组装类似。

2. 将测杆带公扣端涂抹少量（一滴即可，不宜过多）LOCTITE-271 螺纹锁固剂\*，然后将它插入锚头上拧紧。
3. 将保护管套进测杆，在待连接的端部涂抹 PVC 粘合剂。
4. 将首保护管插入锚头上的接头中。
5. 实物的螺纹连接方向可能与图示不符，以实物为准。

\* LOCTITE-271（选装件）仅可用于金属螺纹间的锁固，不可用于其它介质间的粘合，否则达不到粘接效果。

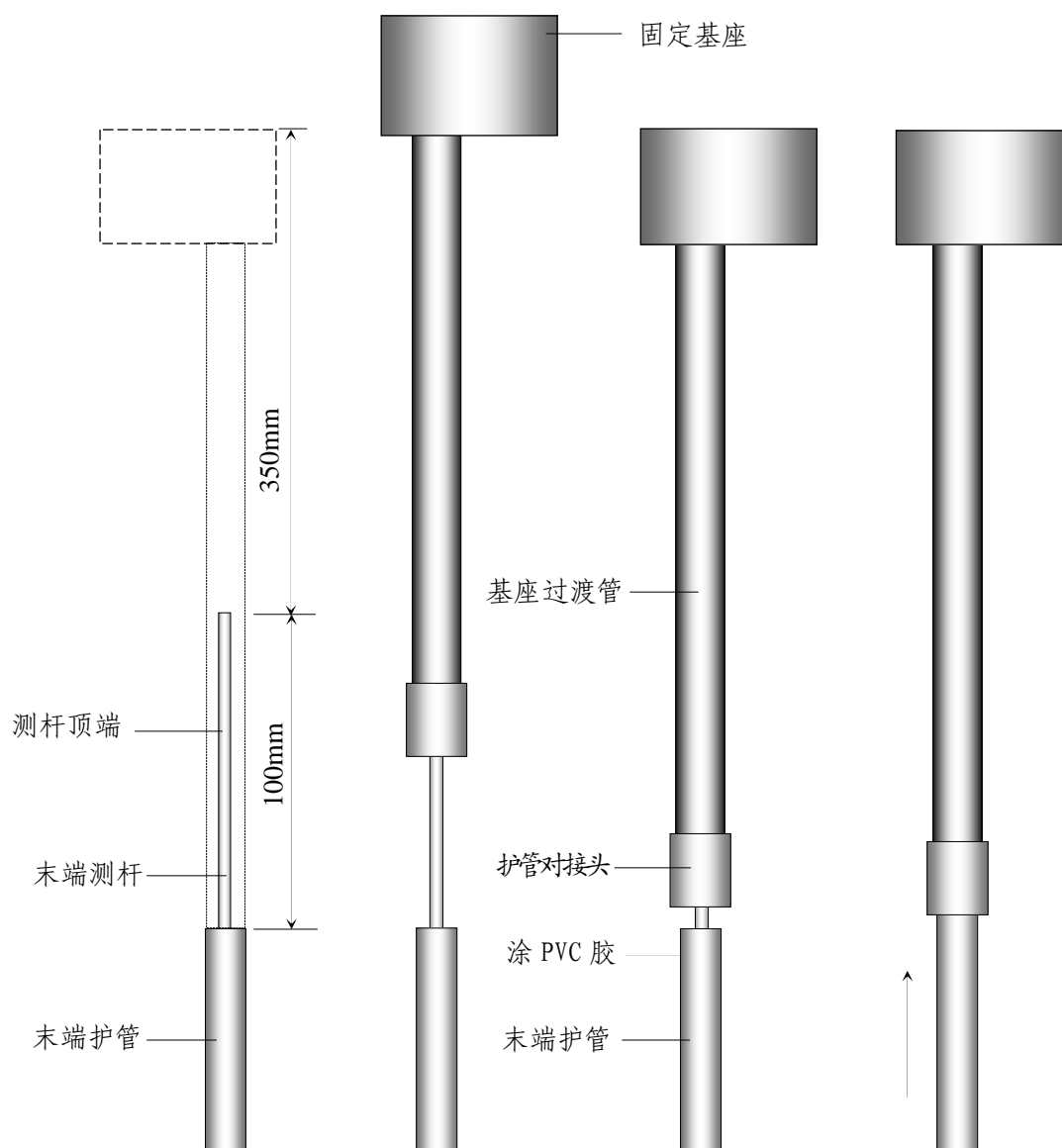
## 连接测杆与保护管



1. 所需部件：测杆、保护管；
2. 将测杆有外螺纹的一端涂抹少量 LOCTITE-271 螺纹锁固剂；
3. 把它旋在上一测杆的上拧紧；
4. 将要连接的下一 PVC 保护管套进测杆，并在结合面上涂抹足量 PVC 粘合剂；
5. 插进上一保护管接头，并做少许旋转使粘合剂充分融合；
6. 重复上述步骤直至达到测杆所需长度。

- 竖直或倾斜方向钻孔上的安装可配合专用工具(选装件或自制)同步进行。

## 连接安装基座上的过渡管

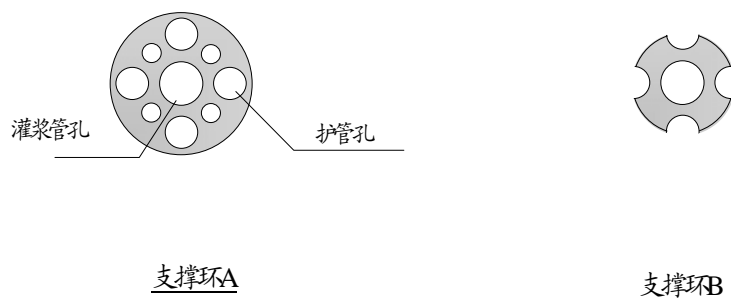


1. 所需部件：安装基座、过渡管，护管对接头。
2. 截取最后一段保护管，以 100mm 传感器为例，使其末端端部位于连杆上端顶部以下 170mm 处（若为 50mm 传感器则类似，仅供参考），见上图其预留的长度与安装时是否预留压缩量有关，原则是测杆端头部的位置既能保证传感器有足够的活动空间，又能与模拟传感器连接，通常厂家可提供相匹配的模拟传感器(选配)供安装使用。
3. 将过渡管与基座连接，连接螺纹处应涂抹 PVC 胶后用离旋入安装基座的对应孔内；
4. 将测杆插入过渡管，并在末端护管头部涂抹适量 PVC 胶；
5. 将护管插入对接头压紧。
6. 所有测杆安装到位后，将模拟传感器与测杆相连接，并安装安装板。

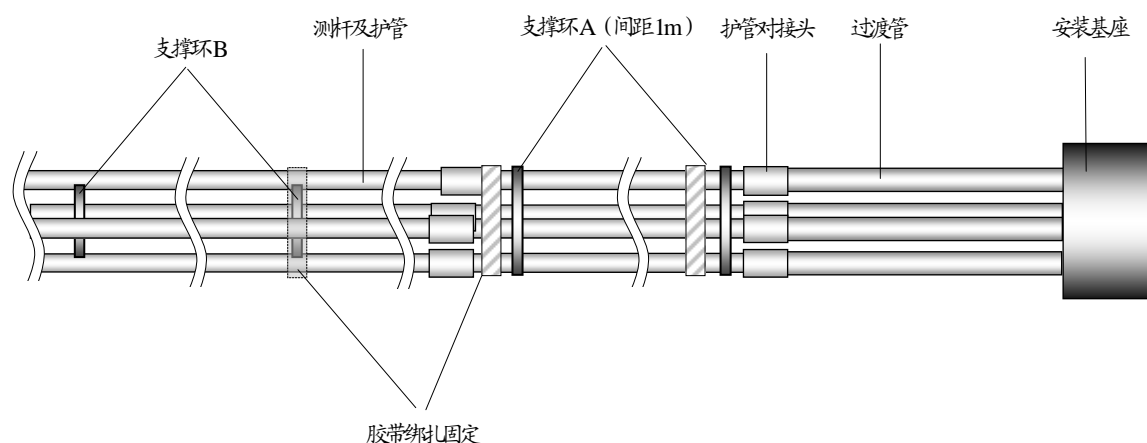
## 支撑环的安装

支撑环用于测杆保护管、灌浆管或排气管的径向定位，避免测杆的交叉扭曲，同时也具有使各管均匀分布在孔中的作用。

支撑环有两种，分别见下图，其中支撑环 A 仅用于靠近测头端的一端，每套用 2 个即可；支撑环 B 用于其它段，用量根据需要确定。



在支撑环位置处应采用胶带或其它绑扎材料将其固定。



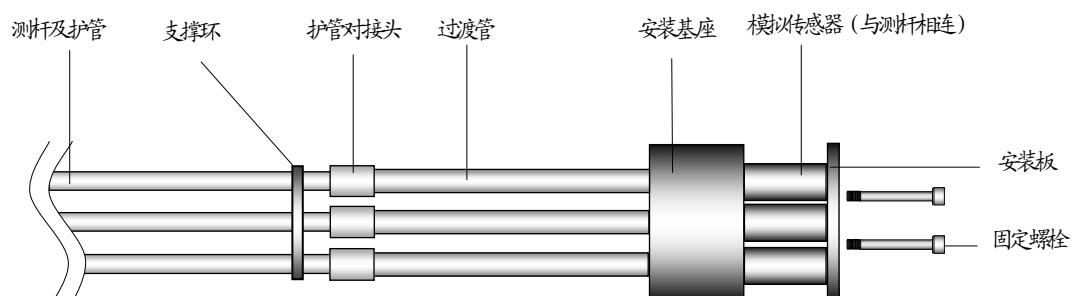
注：并非所有的安装都需要使用的支撑环，通常在 3 根以上的保护管处可使用支撑环，因为 2 根或 1 根保护管上设置支撑环时，在将测杆组件推入钻孔中时可能会带来阻碍安装的影响。如果你认为有足够的把握，也可不使用支撑环。

## 安装模拟传感器

模拟传感器是按照真实传感器的外型制作的一套安装工具，它配合安装板，可以方便地实现测杆定位及聚中，有利于电测传感器的安装。它必须在测杆与安装基座完成后进行，在灌浆完成后拆除。注意它与测杆的连接是临时的，故连接处不可涂抹螺纹锁固剂或其它粘接材料。

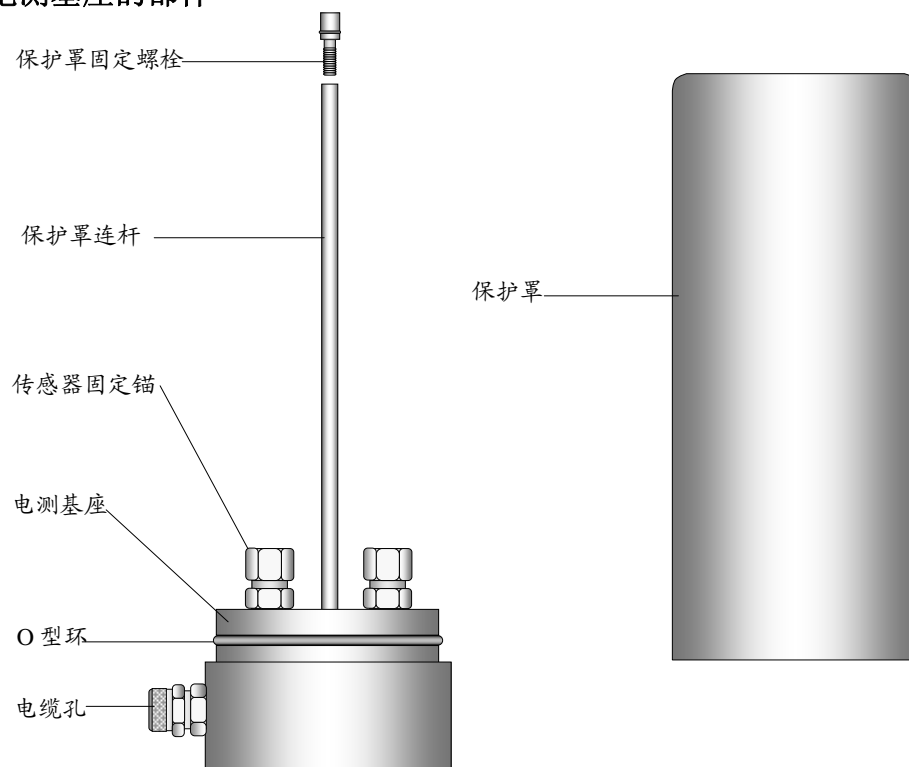
模拟传感器安装就位后，需要将安装板压在模拟传感器上，并用螺栓固定。然后进行孔的封堵及灌浆工作。

模拟传感器为选购配件，其实质为以外形与真实传感器一致的实心金属杆，也可自制。



#### 4. 电测基座的组装

##### 电测基座的部件



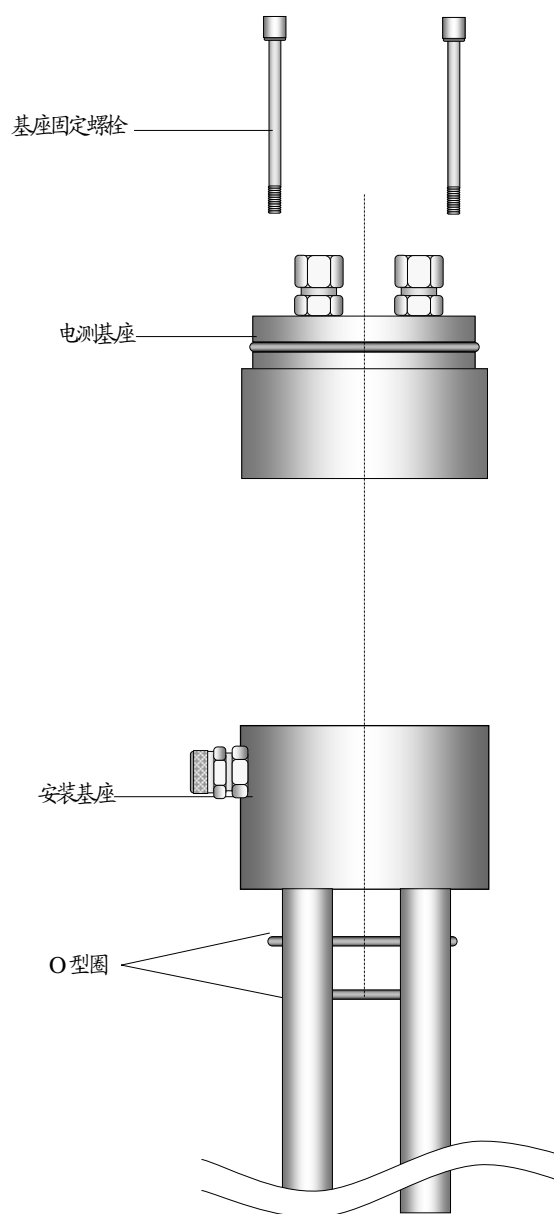
- 电测基座由基座总成与保护罩组成，并且安装有温度传感器。
- 电测基座上的部件如固定锚、O型环、保护罩连杆及电缆等均已在工厂预安装。一般情况下请不要拆卸这些部件，以免影响防水效果；
- 电缆的引出长短可按要求订制；
- 电测基座在出厂时与安装基座严格配对，尽量不要混用。

## 连接电测基座

灌浆完成后，待水泥浆达到初凝状态即可进行电测基座的安装。

- 1、先须将安装板拆卸，并旋出各模拟传感器。
- 2、卸灌浆管，用小刀将排气管根部从安装基座面切断，切口要平齐基座面。
- 3、清理安装基座表面，使之表面清洁。
- 4、在安装基座结合面上两个环型槽上分别放置 O 型大、小密封圈。
- 5、将配对的电测基座按照测杆孔编号（在安装基座与电测基座上均打有编号），依序与安装基座连接，并用两个螺栓连接固定。

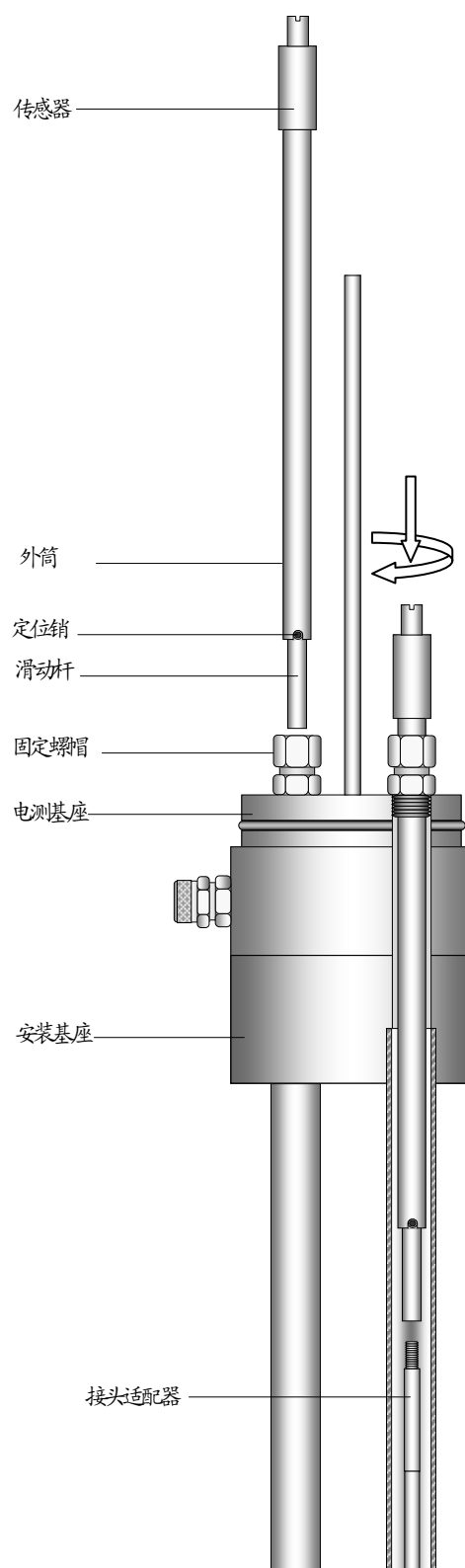
- 所需工具：小刀、内六角扳手、清洁布或棉纱。



## 5. 安装传感器

1. 所需部件: GK-4450 型振弦位移计。注意传感器的安装是整个安装过程的最后一部, 必须所有灌浆和围绕着钻孔的工作都已完成。
2. 在安装传感器之前, 需将连接电测基座与安装基座的两只基座固定螺栓松开, 以便于传感器的插入。
3. 松开传感器电测基座上的固定螺栓, 将传感器插入安装孔, 达到测杆连接点后将传感器向连接方向施加一定压力顺时针旋入测杆顶部的连接孔中, 推荐的方法是使用平口的螺丝刀插入传感器尾端的螺丝上拧入。**注意连接时不可使用螺栓锁固剂, 以防在更换传感器时带来困难。**
4. 将读数仪连接到位移计, **并使读数仪置于 B 档 (相对 GK-403 或 BGK-408)。**
5. 上下移动传感器直至达到指定初始读数, 此数值一般为拉出量程的 25% 左右 (若测量受压则为 75%)。
6. 将传感器固定锚上的螺帽用扳手拧紧, 注意用力不可过紧。
7. 安装下一支传感器直至完毕。
8. 将传感器引线与输出电缆相连接
9. 再次读数确认传感器是否正常, 否则应检查电缆是否接错或遗漏。
10. 安装传感器保护罩, 并上紧固定螺栓。

- 传感器在滑动杆拉出 10mm 左右便有正常输出, 以读数应  $\geq 1600$  字为准。
- 配合 GK-403 读数仪 G 档, 可方便设置仪器的系数及输出单位, 使调试更为快捷方便, 有关方法见读数仪使用说明书。



## 传感器接线

所提供的传感器为短引线。

温度传感器也可能在制造过程中安装在电测基座上。

传感器有带测温功能与不带测温之分，带测温的为 4 芯线，黑、红为振弦信号频率输出，绿白为热敏电阻温度信号输出。不带测温的为 2 芯黑、红线，仅输出频率信号。

在保护罩上带有多芯电缆，视测点的数量而定，最多可接 6 支传感器。

电缆的芯线数视订货情况有所不同。下表为 14 芯电缆引出线每根芯线的颜色和作用(仅供参考)，其中 1~6 号芯线分别为同色双绞线，接法可照此进行，当然也可以根据自有习惯进行连接，但必须作好接线记录。

传感器	14 芯电缆电缆芯线
传感器 1 (黑-红)	红—红
传感器 2 (黑-红)	黑—黑
传感器 3 (黑-红)	蓝—蓝
传感器 4 (黑-红)	黄—黄
传感器 5 (黑-红)	棕—棕
传感器 6 (黑-红)	灰—灰
温度 (绿-白)	绿—白

- 10 芯电缆较 14 芯电缆少棕、灰 2 对芯线。



## 6. 读数与数据处理

### 电测读数

厂家提供了一根电缆，可将电缆接到集线箱上或读数仪，GK-403 读数装置显示的读数是频率模数 ( $R=f^2 \times 10^{-3}$ )。计算每个传感器相对于该读数的线性位移，关于GK-403 的整个操作过程可查阅有关说明书。

### 读取数据与处理：

随着安装，就有了初始读数 ( $R_0$ )，接着的读数 ( $R_1$ ) 是所需要的，位移可用下式计算。

$$S = (R_1 - R_0) G$$

这里  $R_0$  = 初始始读数  
 $R_1$  = 当前读数  
 $G$  = 提供的仪器系数

例如： 初始读数  $R_0 = 3000$   
 顺序读数  $R_1 = 7000$   
 $G$  仪器系数 = 0.008382 毫米/数字

$$(R_1 - R_0) G = (7000 - 3000) 0.00033 = 33.528 \text{ 毫米 (伸长)}$$

**符号惯例：当位移为正时，表示伸长，反之表示压缩。**

### 温度变化的修正

振弦位移传感器的工作元件，主要是由钢和不锈钢制造的，在一定的可测量范围内，它们对温度的变化都是有效的，测量的温度系数很小，可以忽略不记。当然，每套传感器中都有一支带有温度测量装置，其测值供不同需求参考。如果认为有必要，可按下式进行计算：

$$S = (R_1 - R_0) G + K (T_1 - T_0)$$

这里：  $K$  = 传感器修正系数  
 $T_1$  = 传感器当前温度  
 $T_0$  = 传感器初始温度

参阅附录中的热敏电阻的表格，显示了电阻值与温度的对应关系。

### 连续读数步骤和数据分析

读数的频率应与读数的目的相适应，当多点位移计位于地下挖掘区域附近，或此地地面位移看来就要出现时，那么读数应是每班一次，或每天一次，在移动情况下，工程向后倾斜，读数应每隔一天或两天，或在一周一次，所有读数都应记在野外作业笔记本上，

观测者应比较现在的读数与以前的读数，读数如有任何突然变化，应立即在现场确认一对读数，这个过程可以减少可能出现的读数误差的增长，它可以提醒观察者，注意仪器的损坏和地面突然移动，所有的原始读数都应毫不拖延的在一个图套上相对于时间作出图线，这些图线应每天保持最新的，这些图线将显示地下移动发生的区域，而且如果在这时正好要做安全测量时，那么这些读数就更是必不可少的了，图表上的数据上正常情况下中断，就等于否定了监控的目的。

原始数据可用各种方法处理，以暴露沿孔周围出现移动的实际区域，检查原始数据曲线可立即发现是否移动加速了、减速了，是不动了或者已停止了，它们将立即显示为改善稳定性的补救努力所达到的效果。

## 仪器的可靠性

多锚头设计倾向于从几个测杆上确认读数的变化，这比一个锚头更有效。

通过选择所用的材料，可将腐蚀影响减到最低程度。

地下钻孔周围的温度变化通常并不显著，但是，温度变化对地面本身位移变化可能有一个真实的影响，如果在一天或一个季节同时观察到变化，从而有位移的可能性，那么有可能是因为连接杆因膨胀或收缩所致。

振弦传感器是完全密封的，因而可若干年基本上不出故障，要小心不能使传感器外管被压变形，因为这可能阻碍滑动杆的移动。

## 7. 故障排除

振弦传感器的保养和故障排除，只限于周期的检查电缆连接和清理电缆头，传感器本身是密封的，不可能打开来检查。

如果读数出故障，应采取下列步骤：

1)、检查线圈电阻，正常情况下线圈电阻是  $190\ \Omega \pm 5$ ，再加上电缆的电阻（大约每 100 米  $8\ \Omega$ ）

- 如果电阻太高或无穷大，就怀疑有短路；
- 如果电阻太低或接近 0，应怀疑有短路；
- 如果电阻在正常范围内，而没有读数，则可怀疑传感器故障，必要时与厂家协商；
- 如果全部电阻都在正常范围内，而任何一个传感器都没有读数，应怀疑读数仪故障，请与厂家联系解决。

2)、如果断线或短路已被查出，可采用 ES-3 热缩管连接或 3M-82-A1 电缆专用树脂接头套件连接。

## 附录 A-关于半导体温度计及温度

半导体温度计类型: YSI 44005,Dale # 1C3001-B3,Alpha # 13A3001-B3

电阻转化为温度的公式:

$$T = \frac{1}{A + B(\ln R) + C(\ln R)^3} - 273.2$$

公式 A-1 半导体温度计阻值-温度换算关系

这里: T=摄氏温度

LnR =阻值的自然对数

A=1.4051 × 10<sup>-3</sup> (在-50 至+150℃ 范围内计算有效)

B=2.369 × 10<sup>-4</sup>

C=1.019 × 10<sup>-7</sup>

电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃
201.1K	-50	16.60K	-10	2417	+30	525.4	+70	153.2	+110
187.3K	-49	15.72K	-9	2317	31	507.8	71	149.0	111
174.5K	-48	14.90K	-8	2221	32	490.9	72	145.0	112
162.7K	-47	14.12K	-7	2130	33	474.7	73	141.1	113
151.7K	-46	13.39K	-6	2042	34	459.0	74	137.2	114
141.6K	-45	12.70K	-5	1959	35	444.0	75	133.6	115
132.2K	-44	12.05K	-4	1880	36	429.5	76	130.0	116
123.5K	-43	11.44K	-3	1805	37	415.6	77	126.5	117
115.4K	-42	10.86K	-2	1733	38	402.2	78	123.2	118
107.9K	-41	10.31K	-1	1664	39	389.3	79	119.9	119
101.0K	-40	9796	0	1598	40	376.9	80	116.8	120
94.48K	-39	9310	+1	1535	41	364.9	81	113.8	121
88.46K	-38	8851	2	1475	42	353.4	82	110.8	122
82.87K	-37	8417	3	1418	43	342.2	83	107.9	123
77.66K	-36	8006	4	1363	44	331.5	84	105.2	124
72.81K	-35	7618	5	1310	45	321.2	85	102.5	125
68.30K	-34	7252	6	1260	46	311.3	86	99.9	126
64.09K	-33	6905	7	1212	47	301.7	87	97.3	127
60.17K	-32	6576	8	1167	48	292.4	88	94.9	128
56.51K	-31	6265	9	1123	49	283.5	89	92.5	129
53.10K	-30	5971	10	1081	50	274.9	90	90.2	130
49.91K	-29	5692	11	1040	51	266.6	91	87.9	131
46.94K	-28	5427	12	1002	52	258.6	92	85.7	132
44.16K	-27	5177	13	965.0	53	250.9	93	83.6	133
41.56K	-26	4939	14	929.6	54	243.4	94	81.6	134
39.13K	-25	4714	15	895.8	55	236.2	95	79.6	135
36.86K	-24	4500	16	863.3	56	229.3	96	77.6	136
34.73K	-23	4297	17	832.2	57	222.6	97	75.8	137
32.74K	-22	4105	18	802.3	58	216.1	98	73.9	138
30.87K	-21	3922	19	773.7	59	209.8	99	72.2	139
29.13K	-20	3748	20	746.3	60	203.8	100	70.4	140
27.49K	-19	3583	21	719.9	61	197.9	101	68.8	141
25.95K	-18	3426	22	694.7	62	192.2	102	67.1	142
24.51K	-17	3277	23	670.4	63	186.8	103	65.5	143
23.16K	-16	3135	24	647.1	64	181.5	104	64.0	144
21.89K	-15	<b>3000</b>	<b>25</b>	624.7	65	176.4	105	62.5	145
20.70K	-14	2872	26	603.3	66	171.4	106	61.1	146
19.58K	-13	2750	27	582.6	67	166.7	107	59.6	147
18.52K	-12	2633	28	562.8	68	162.0	108	58.3	148
17.53K	-11	2523	29	543.7	69	157.6	109	56.8	149
								55.6	150

表 A-1 半导体温度计阻值-温度对照表