BSIL-E10 型多(单)点位移计
(专用不锈钢测杆)
安装使用手册

(REV A)

北京 SOIL 仪器有限公司

地　　址：北京市丰台区丰台科技园航丰路 9 号 302 室　　电　　话：010-63780922

邮　　编：100071　　传　　真：010-63780622

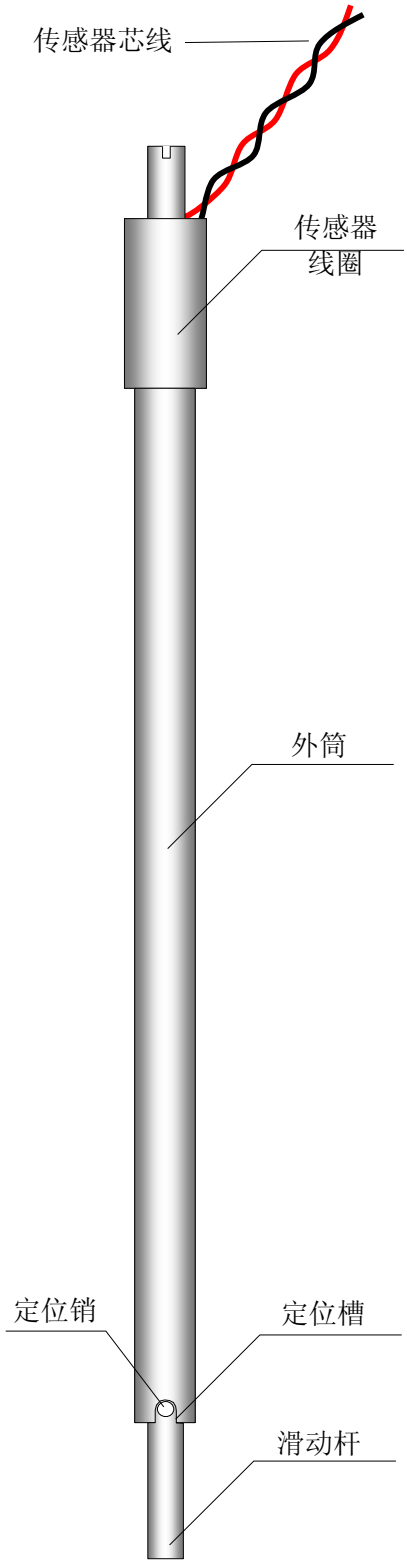
网　　址：www.bsil.com.cn　　电子邮箱：info@bsil.com.cn

目　　录

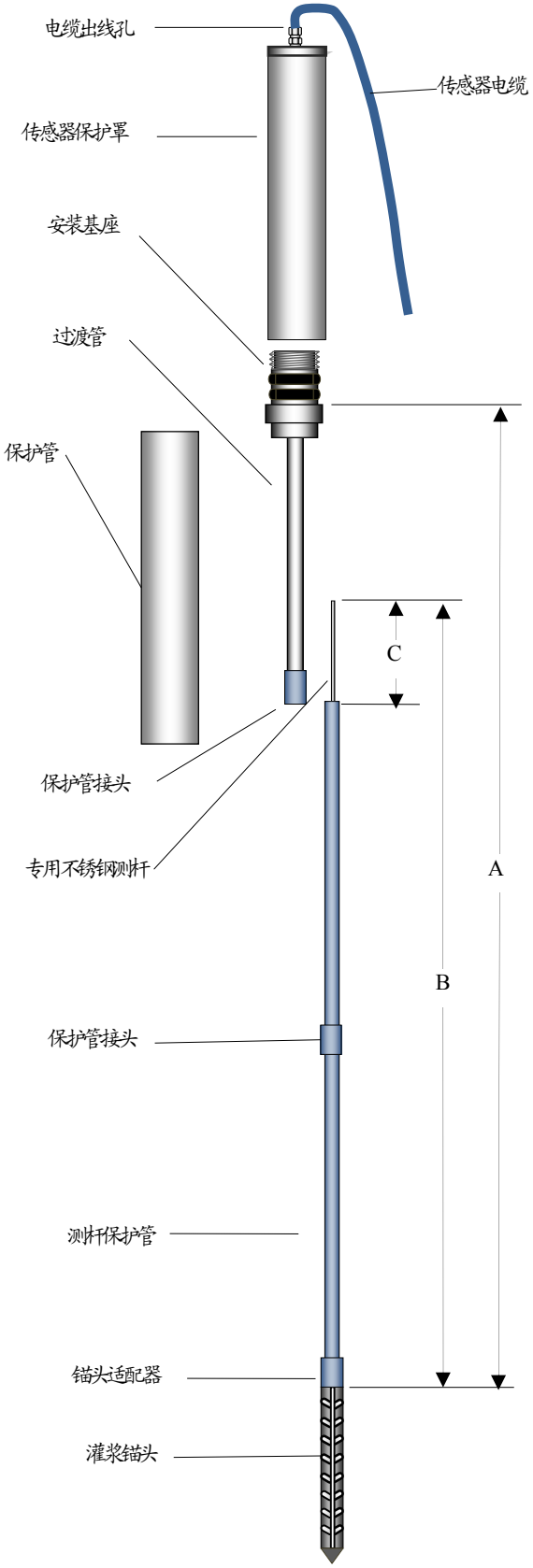
1.BSIL-E10 传感器介绍 1
2.多（单）点位移计示意图..... 2
3.简介 3
4.多点位移计接线..... 4
5.安装方法 6
6.测杆及其保护管的组装..... 10
7.基座的组成 14
8.安装传感器 15
9.读数与数据处理..... 16
10.故障排除 17
附录 A-关于半导体温度计及温度 18
附录 B-液压锚头..... 19

1. BSIL-E10 传感器介绍

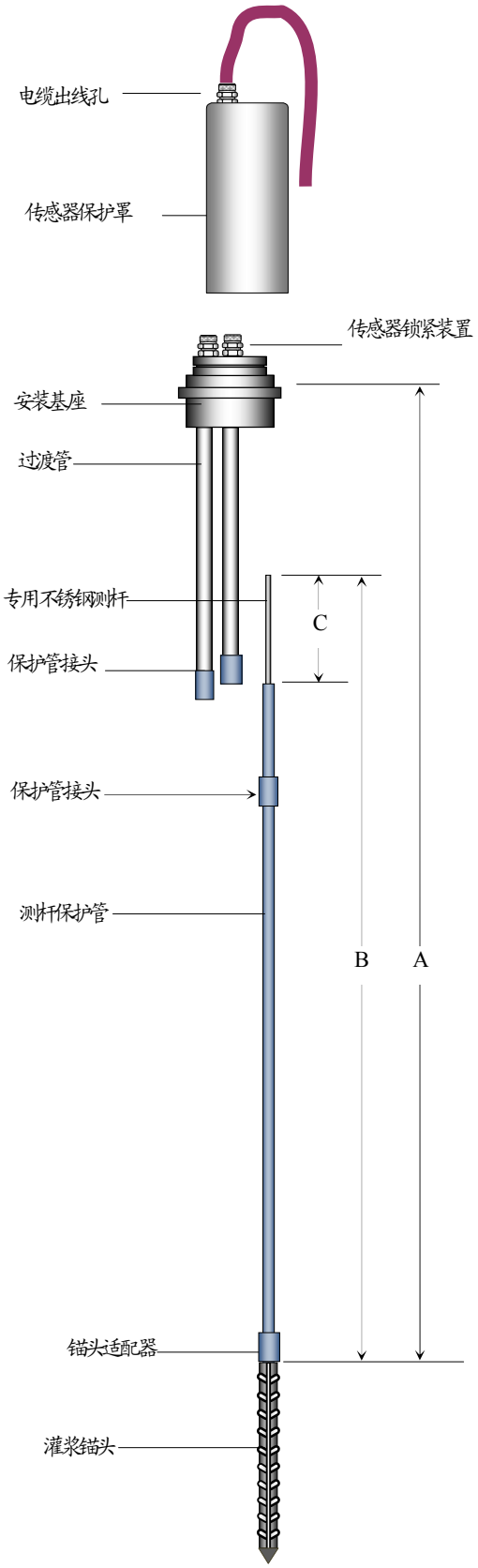
BSIL-E10 多点位移计配套使用的是 BSIL-E10 型位移传感器，外形见右图，通用型的传感器不带有温度传感器，单点位移计传感器则内置有热敏电阻温度传感器。传感器由线圈段、外筒、滑动杆、定位槽与定位销组成。鉴于传感器本身的结构，**外筒与滑动杆之间禁止相对转动！**相对扭转的操作将会导致传感器的性能下降甚至永久损坏。因此在传感器上设有防止转动的定位槽与定位销，在传感器的率定、安装或拆卸时注意定位销必须在进入定位槽后方可旋转整个传感器，若定位销拉离定位槽后，应在没有转动的情况下保持定位销与定位槽在同一方向上！



2. 多（单）点位移计示意图



单点位移计示意图



多点位移计示意图

3.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）。本使用手册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专用不锈钢测杆，杆的长度分别有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”。

由于测杆是专用的，不可使用其他钢杆替代。

PVC 保护管：PVC 管具有保护测杆并防止专用测杆和灌浆之间粘连，测杆是嵌入 PVC 塑料管中的。PVC 塑料管的一端直接与锚头连接，PVC 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：过渡管用以连接专用测杆保护管和安装基座。

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。

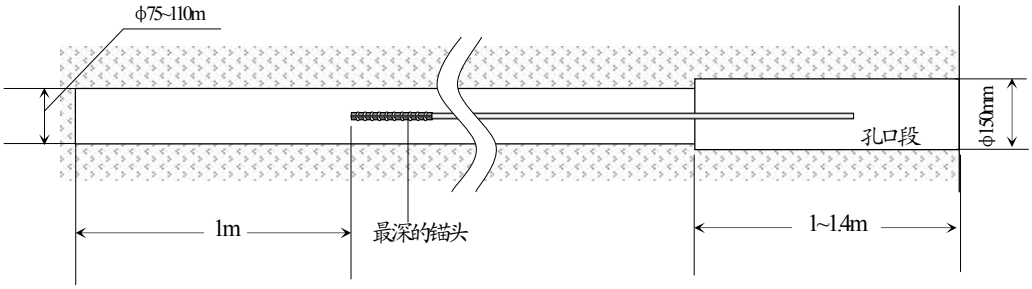
主要尺寸：

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。

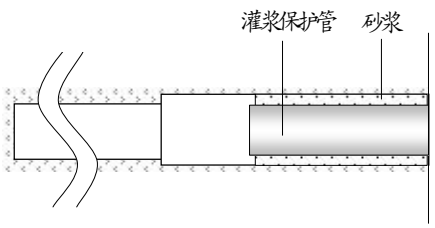
测杆套接长度（C）：测杆套接长度决定保护管的总长，因此该长度十分重要，它取决传感器能否与测杆顺利连接，并有足够的调节空间。如对于量程为 100㎜ 的传感器，C=175㎜（实际长度根据现场需要调整）。在现场可将多余的保护管按尺寸切去。

钻孔要求：不锈钢杆式多/单点位移计设计用于直径φ75~110㎜ 的钻孔（依据测点数不同钻孔尺寸不同；单点位移计使用灌浆锚头时，可用于最小直径φ50㎜ 的钻孔。），若采用测头外置式安装，孔口 0.5 米段直径不小于φ110㎜。对于测头埋入式安装，孔口 1~1.4m 段直径不小于 150㎜，钻孔的深度应比最深锚头多出 1m 以上。此外孔口段还可以采取挖坑式埋设，坑的尺寸为 500㎜（直径）×400㎜（深），最常用的钻孔尺寸见下图：

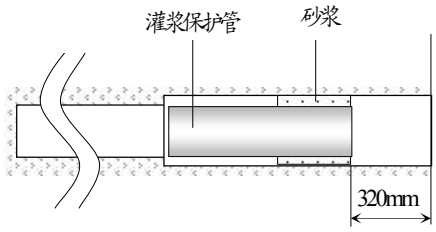


测头埋入式钻孔示意图

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)。套管的外侧与孔口平齐。若采用测头嵌入式安装，则套管的外端须深入孔口至少 320mm 或更深（须依据实际量程确定），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

4. 多点位移计接线

通常多点位移计所提供的传感器为短引线（参见第 1 节图示）。

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。如非特殊订购，通常均提供不带测温的 2 芯线传感器。测温功能由基座上的温度传感器完成。

在多点位移传感器电测基座上带有 10 芯或 14 芯电缆，视测点的数量而定，最多可接 6 支传感器。单点位移传感器为 4 芯电缆。

下表为 14 芯电缆引出线每根芯线的颜色和作用，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

注：10 芯电缆较 14 芯电缆少棕、灰 2 对芯线。

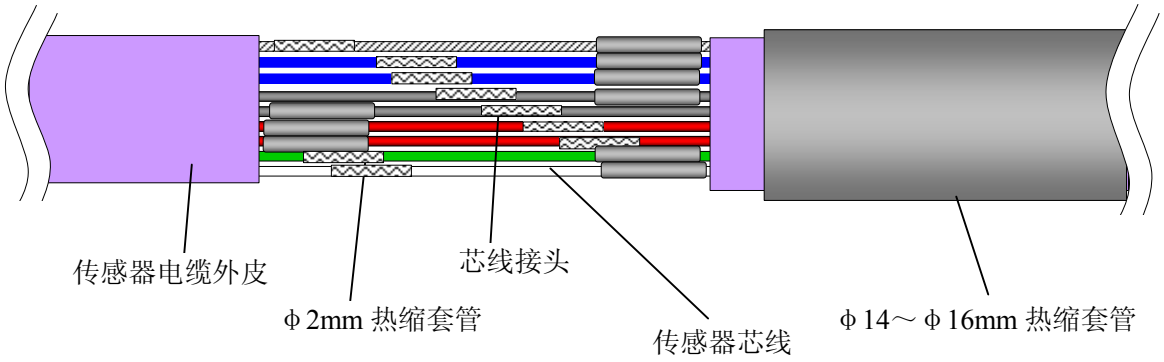
因为振弦仪器的输出信号是频率，所以电缆电阻细微的变化、电缆的连接加长，不会影响读数仪对仪器的读数。标准多点位移计在出厂时配备 3m 电缆，安装前，需根据现场情况进行连接加长。

用于连接的电缆应是高质量的 100%屏蔽的绞合电缆（带有整体屏蔽的抗干扰芯线）。连接时，将屏蔽线接到一起并接到接地点。通常单点位移计使用 BSIL-CA-3.2-4-IC 电缆，多点位移根据测点数量配备相应型号电缆。

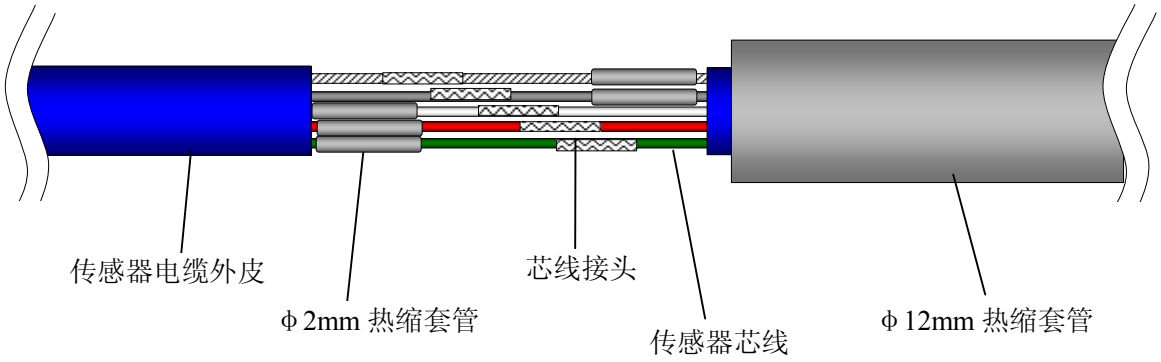
焊接前用万用表测量传感器芯线间电阻数值并记录。其中钢弦传感器芯线电阻通常为 180±10Ω左右；温度传感器（绿白芯线）电阻在 25℃时应为 3kΩ左右；各组芯线线间以及对绿白线或屏蔽线（裸线）间绝缘电阻应>50MΩ（测量绝缘电阻应使用 100V 直流兆欧表。万用表测量电阻时应为∞）。下面以 BSIL-CA-04 电缆为例详细介绍接线步骤。

焊接前将电缆端部剥除外皮，长度约 10cm（可根据操作情况适当加长），露出芯线，在剩余电缆外皮部位用砂布或砂纸打毛，长度约 3cm。电缆外面套φ14～φ16mm 热缩套管（长度约 15cm）。用剥线钳将芯线剥除 0.5～0.8cm 芯线外皮，芯线上套φ2mm 热缩套管。芯线对应颜色对接并拧在一起后，用电烙铁焊锡。焊锡过程应避免虚焊并去除毛刺。**各组芯线均需焊接，焊接时注意：①将各个芯线接头错开；②保证各芯线长度一致，以保证电缆受拉时，各芯线能均匀受力。**焊接结束后，裸露芯线长度大约为 9cm 左右。焊接结束后，将φ2mm 热缩套管推至芯线接头部位，用热风枪将热缩套管热缩于接头部位。最后将φ14～φ16mm 热缩套管推至电缆接头部位，用热风枪将热缩套管热缩于接头部位。φ14～φ16mm 热缩套管每端均应压在传感器电缆外皮 3cm 左右。使用热风枪吹热缩套管时应控制温度，必须使热缩套管内部的热熔胶融化呈透明、流动状态，完全充满接头内部。温度过高会使芯线外皮融化，造成芯线短路，也会造成热缩套管碳化变脆。

注意：芯线焊接工作结束后，必须用读数仪进行读数测量检查，并使用万用表测量各芯线间电缆电阻情况。避免因焊接工作造成接头部位芯线短路、断路情况。



多点位移计电缆焊接示意图



单点位移计电缆焊接示意图

5. 安装方法

除了按照以下的分步安装的操作方法以外，在保证不出差错的情况下，允许将传感器等组件整体组装好后直接送入孔中，检查仪器测值后灌浆封孔。

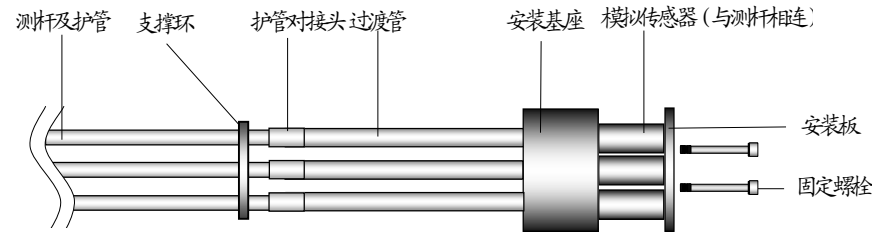
位移传感器必须在现场安装。如果空间允许，可以在地面组装位移计测杆。如果空间紧张，就有必要对测杆在孔口安装。两种情况都要使用安全绳，以便必要时可将测杆拉回。

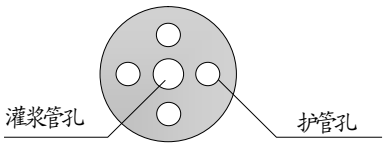
地面组装：这种方法最容易，应尽可能使用。

- 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。

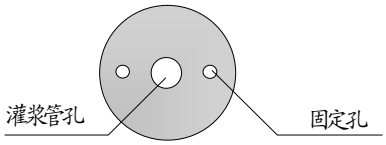
孔口组装：孔口组装要求组织严密。有时可能要从最深的锚头开始，将每个锚头或连杆逐根组装或安装，同时做好测杆编号标记，以防混淆。每个锚头都要绑有安全绳。灌浆管也可固定在锚头上。

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。





支撑环示意图

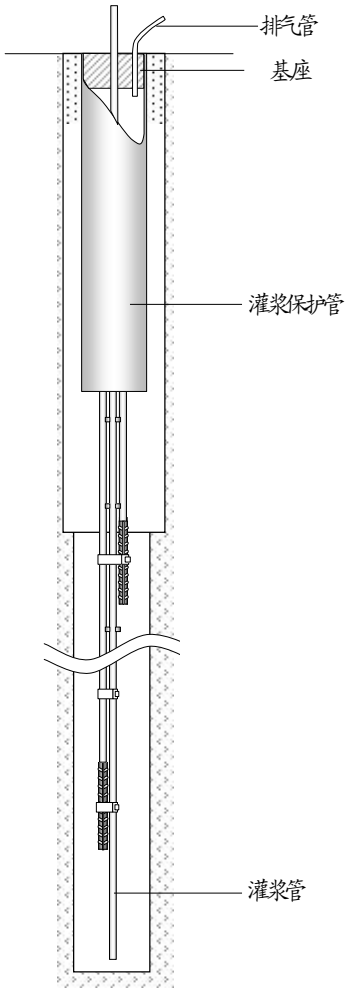


安装板示意图

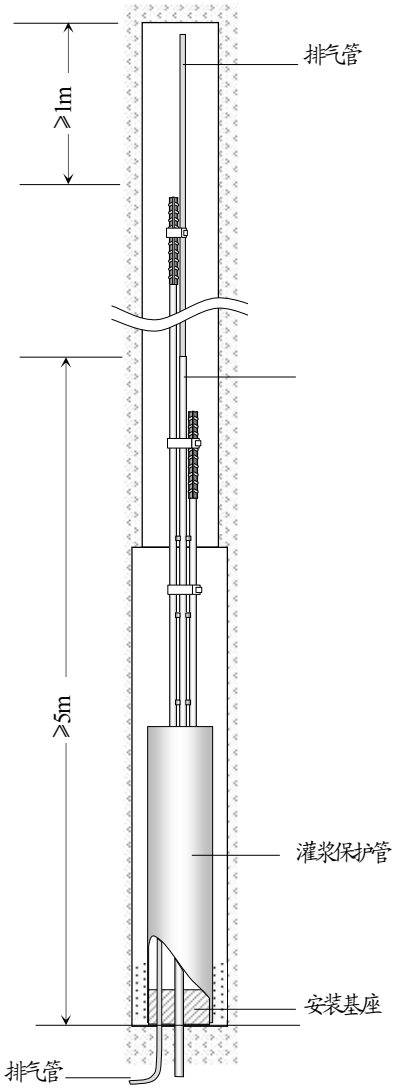
护管、测杆、基座模、拟传感器及安装板的组装

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惯入，特别是孔壁不太光滑的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。

- 用户根据灌浆的要求自备合适直径的灌浆管。
- 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。灌浆管可从仪器基座与钻孔孔壁间的缝隙引出。对于钻孔方向向上的情况，需要对孔口进行必要的封堵，然后再灌浆封孔。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清水以降低摩擦。对于软基中（如砂砾石、粘土）的钻孔回填，建议使用水泥与膨润土的混合浆料，其配合比在 1：0.2～1：0.5 间调整，这样既能保持回填料有一定的强度，又能保持其松软以适应土体的自由变化，配合比须由用户在现场根据实验结果确定。灌浆的密实度将会影响测量结果，应仔细操作。

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，均从灌浆套管外侧引出孔外。假设第一根灌浆管的目的是进行灌浆封孔，用第二根灌浆形成灌浆塞以封堵孔口。此种方法适用于向上的钻孔较深，灌浆压力较大的情况。见下面说明：

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第二根灌浆管注入钻孔，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≤0.5Mpa，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：

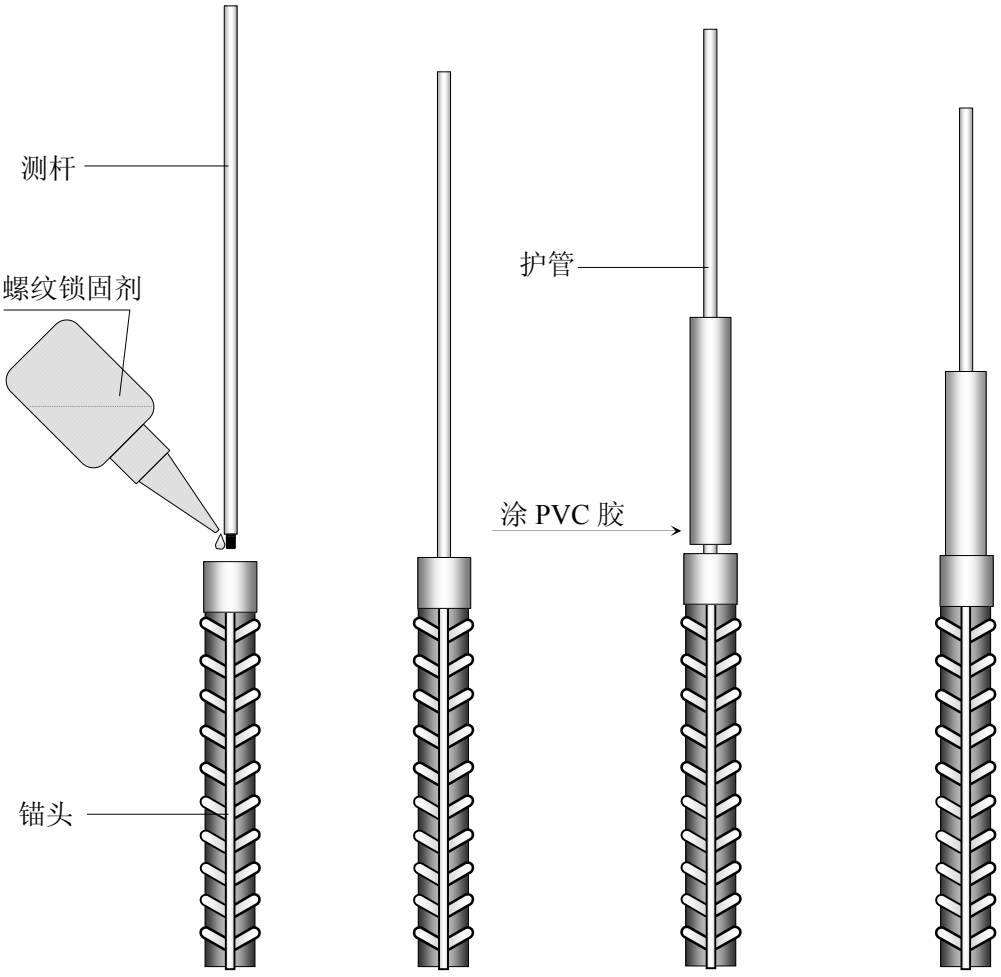
安装前请自备下列工具或材料，除 PVC 胶及后两项外也可向厂家联系选购

- 卷尺
- 钢锯
- 钢丝钳（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（也称厌氧胶，提供的品牌型号仅供参考，用于金属螺纹的连接，由用户自行购置）
- 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
- 速凝水泥或环氧砂浆、环氧锚固剂等，向上钻孔安装时还要有填塞钻孔的材料，如棉纱。

6. 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。

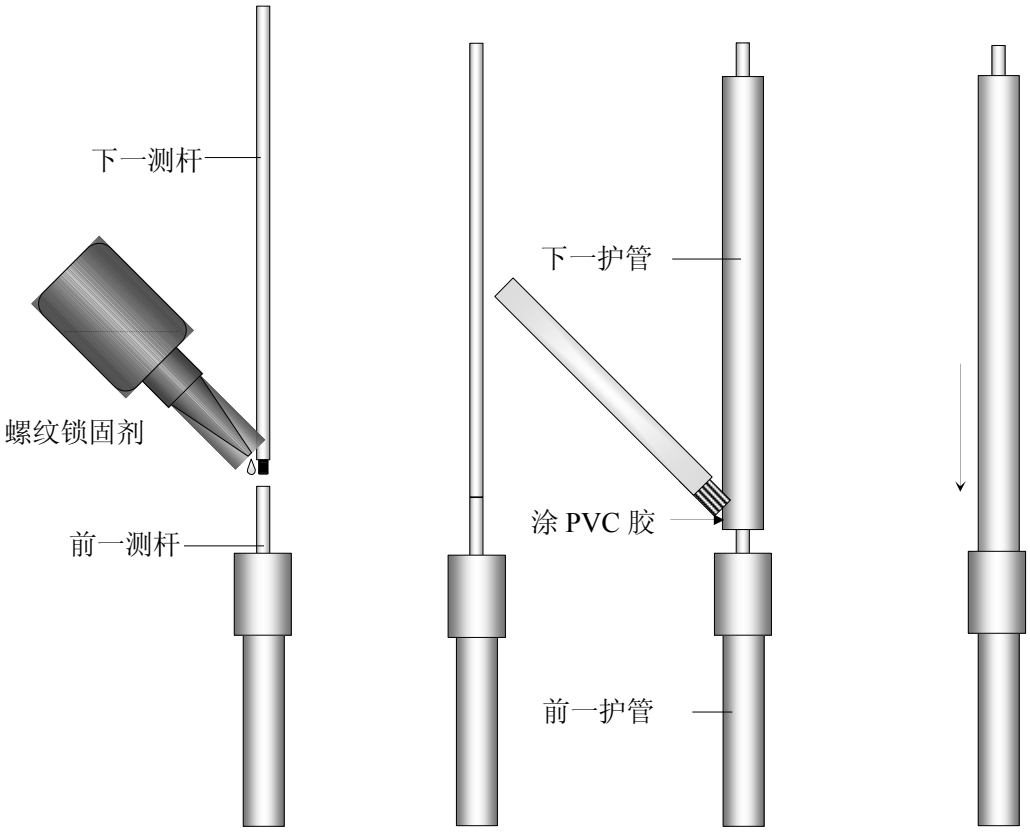
3. 将保护管套进测杆，在待连接的端部涂抹 PVC 粘合剂。

4. 将首保护管插入锚头上的接头中。

5. 实际的螺纹连接方向可能与图示不符，以实物为准。

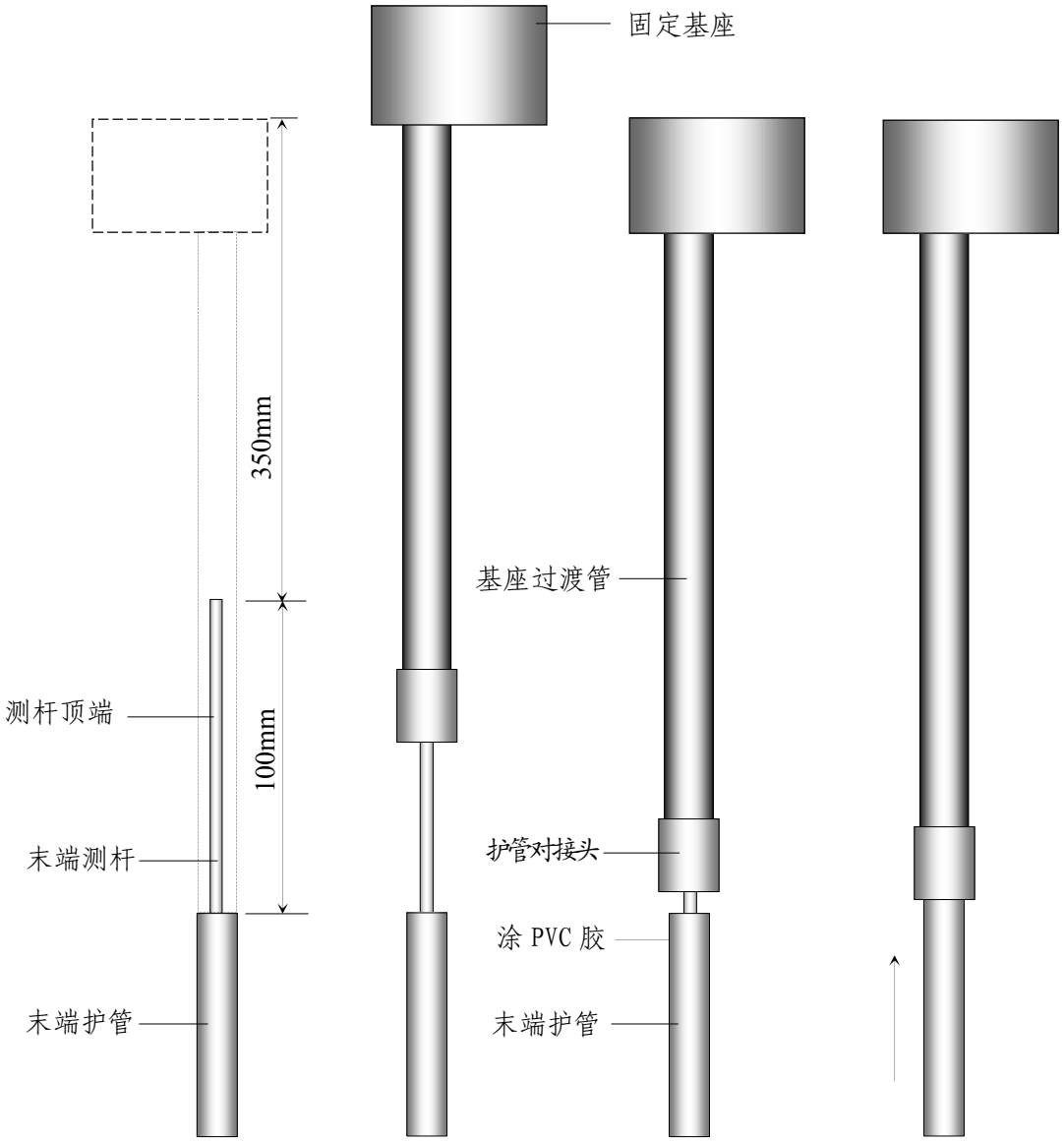
* LOCTITE-271 （乐泰-271 为螺纹锁固剂或称厌氧胶，由于运输安全原因 SOIL 公司不提供该产品的订购，请用户自备类似产品）仅可用于金属螺纹间的锁固，不可用于其它介质间的粘合，否则达不到粘接效果。

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。
7) 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



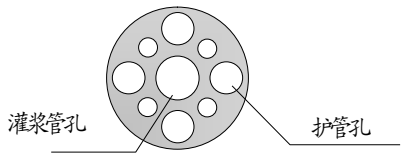
1. 所需部件：安装基座、过渡管，护管对接头。
2. 截取最后一段保护管，以 100mm 传感器为例，使其末端端部位于连杆上端顶部以下 170mm 处（若为 50mm 传感器则类似，仅供参考），见上图其预留的长度与安装时是否预留压缩量有关，原则是测杆端头部的位置既能保证传感器有足够的活动空间，又能与模拟传感器连接，通常厂家可提供相匹配的模拟传感器(选配)供安装使用。
3. 将过渡管与基座连接，连接螺纹处应涂抹 PVC 胶后用离旋入安装基座的对应孔内；
4. 将测杆插入过渡管，并在末端护管头部涂抹适量 PVC 胶；
5. 将护管插入对接头压紧。
6. 所有测杆安装到位后，将模拟传感器与测杆相连接，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

支撑环的安装（选装件）

支撑环并非必须，适用于测点不少于 4 点且最浅测点深度均不低于 5m ，供用户选配。

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。

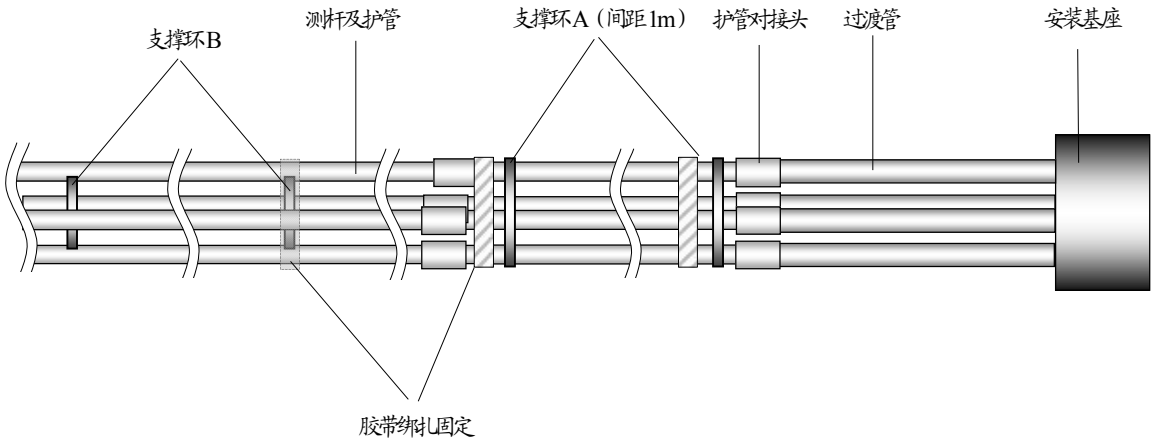


支撑环A



支撑环B

在支撑环位置处应采用胶带或其它绑扎材料将其固定。

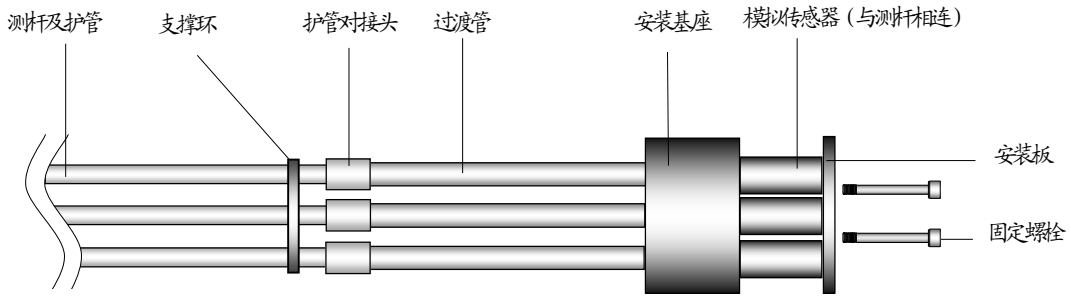


注：并非所有的安装都需要使用的支撑环，通常在有 3 根以上的保护管处可使用支撑环，若为 2 根或 1 根保护管上设置支撑环时，在将测杆组件推入钻孔中时可能会带来阻碍安装的影响。如果你认为有足够的把握，也可不使用支撑环。

安装模拟传感器

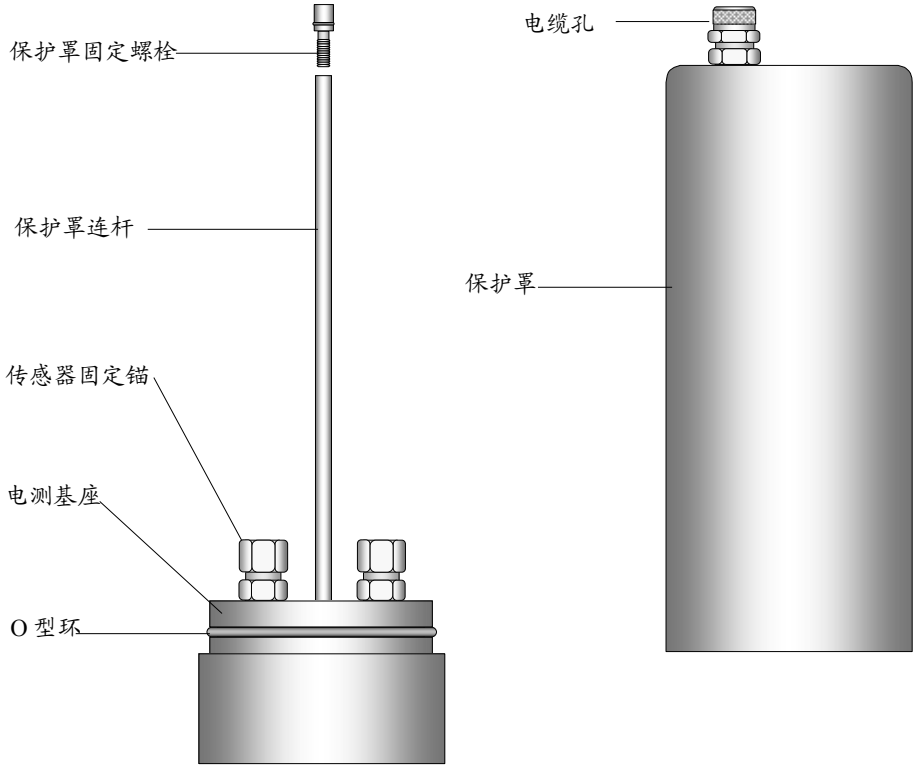
模拟传感器是选装件，也并非必须，它是依据真实传感器的外型制作的一套安装工具，它配合安装板，可以方便地实现测杆定位及测杆在过渡管内的聚中，有利于传感器的安装。在灌浆完成后拆除。注意它与测杆的连接是临时的，故连接处不可涂抹螺纹锁固剂或其它粘接材料。

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。



7. 基座的组成

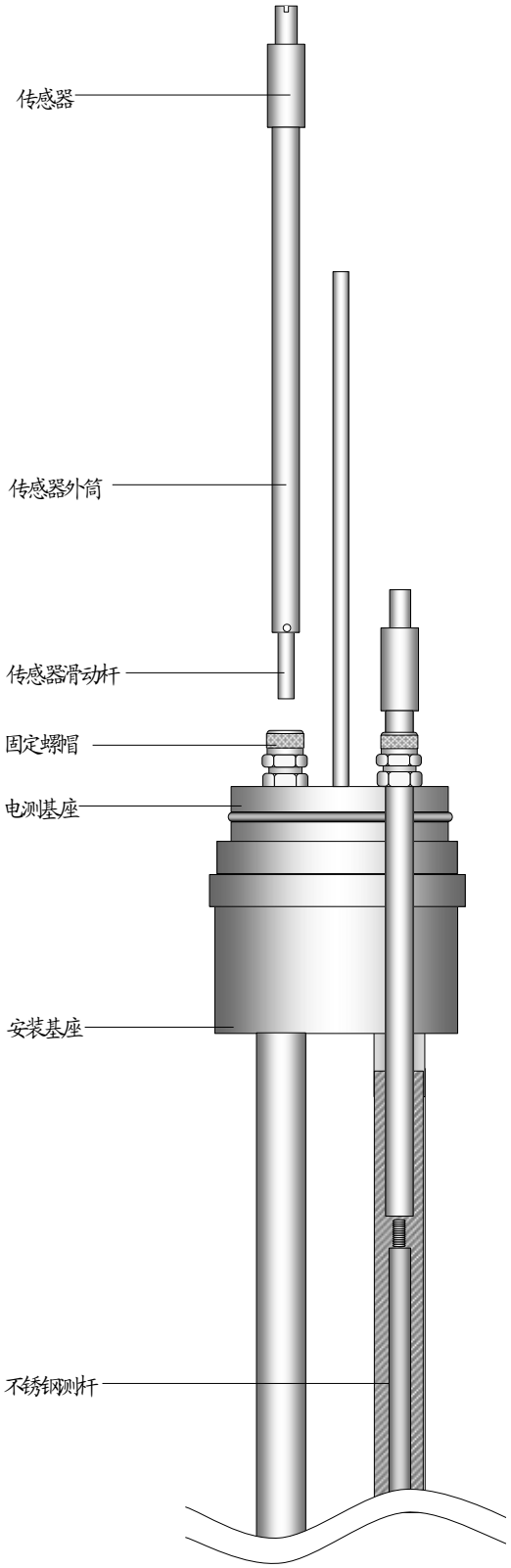
基座的部件



- 基座由传感器固定装置与保护罩组成，并且安装有温度传感器。
- 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；

8. 安装传感器

1. 所需部件：BSIL-E10 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 BSIL-RO-VW 读数仪）**。
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≥1600 字为准。
- 配合 BSIL-RO-VW 读数仪 B 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。

9. 读数与数据处理

电测读数

将信号电缆接到集线箱或读数仪，BSIL-RO-VW 读数装置显示的读数是频率模数（$R=f^2\times10^{-3}$）。计算每个传感器相对于该读数的线性变化，关于 BSIL-RO-VW 的操作方法可查阅相关使用使用手册。

读取数据与处理：

安装完毕后应记录初始读数（R_o），即进入观测期的当前读数（R_1），因传感器测量的是相对变化量，其位移变化可用下式计算。

$$D=（R_1－R_0）G$$

这里　R_0 ＝初始读数，通常在灌浆结束 24 小时后取值。

R_1 ＝当前读数

G ＝仪器系数，由率定表给定

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，可按下式进行温度修正后的位移计算：

$$D=G（R_1－R_0）+K（T_1-T_0）$$

这里：

K－温度修正系数

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

读数的频次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，应加密观测，读数的频次在 4～12 小时间确定。当逐渐远离开挖区域时，读数的频次则适当加长，即根据环境工况调整为 1～30 天。

所有的监测数据均应进行记录，同时应绘制时间－位移变化过车曲线，比较当前与前期的读数，读数如有任何突变或渐变的趋势，应立即在现场重新读数以确认读数或记录中的差错，同时预示被监测区域可能产生的突变。结果数据及图表应随测随做并及时查看分析，若有中断就等于否定了监测的目的。

可靠性及影响因素

多锚头设计倾向于从多根测杆上确认读数的变化，这比使用一个锚头更有效。

所选择的彩均为耐腐蚀的金属或塑料，可将腐蚀影响减到最低程度。

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段观察到变化，可以说有位移变化的可能性，则产生的原因可能是因测杆膨胀或收缩所致。

安装质量的好坏将会对传感器读数造成影响，如灌浆不密实、测杆在钻孔中扭曲严重均会导致读数突变、不稳定或不能真实反映位移变化。

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挤压变形，因为这可能阻碍滑动杆的移动。

10. 故障排除

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

如果读数出现故障，应采取下列步骤：

1)、检查线圈电阻，正常情况下线圈电阻是 180Ω±10，还应加上电缆的电阻（大约每 100 米 5Ω）

- 如果电阻太高或无穷大，就怀疑有断路；
- 如果电阻太低或接近 0 或在 50Ω以下，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；
- 如果全部电阻都在正常范围内，而所测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确认，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：

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

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^{-3}(在-50 至+150℃范围内计算有效)

B=2.369×10^{-4}

C=1.019×10^{-7}

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	**3000**	**25**	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

附录 B-液压锚头

右图为液压锚头，适用于硬质土壤及岩石类结构钻孔。使用时，与测杆、测杆保护管及加压管连接好后，使用液压泵通过加压管进行加压，压力达到 4MPa（通常压力范围是 3～5MPa）时，三个爪均收拢，通过液压泵将压力释放后，三个爪应弹开。



加压至三个爪收拢后，保持压力，将组装好的设备推入到钻孔中，达到预定位置后，通过液压泵将压力释放，剪断加压管。

钻孔的灌浆回填应使用现场工程师指定的材料。

右图为 Borros 式液压锚头加压后三个爪伸出后的照片。此锚头适用于软土和粘土，特别适用于螺旋钻孔中，也可不用钻孔而直接推进软土中。



使用时，与测杆、测杆保护管及加压管连接好后，仔细检查确认各连接部位后，将组装好的设备推入到钻孔预定位置并固定后。使用液压泵通过加压管进行加压，压力达到 7MPa 时（通常压力范围是 7～8MPa），三个爪均伸出并弯曲，插入土壤中。压力达到 8MPa 后，停止加压。通过液压泵将压力释放，剪断加压管。

钻孔的灌浆回填应使用现场工程师指定的材料。

注：有关锚头的选型及其它类型锚头的介绍可咨询北京 SOIL 仪器有限公司