

# GK-6750 型 IPI 测斜仪 安装使用手册

(Rev A, 3/03)

基康仪器（北京）有限公司译

---

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

1.	简介 .....	1
2.	预组装 .....	3
3.	安装 .....	4
4.	手工（人工）读数 .....	7
5.	数据采集 .....	8
6.	数据转换 .....	11

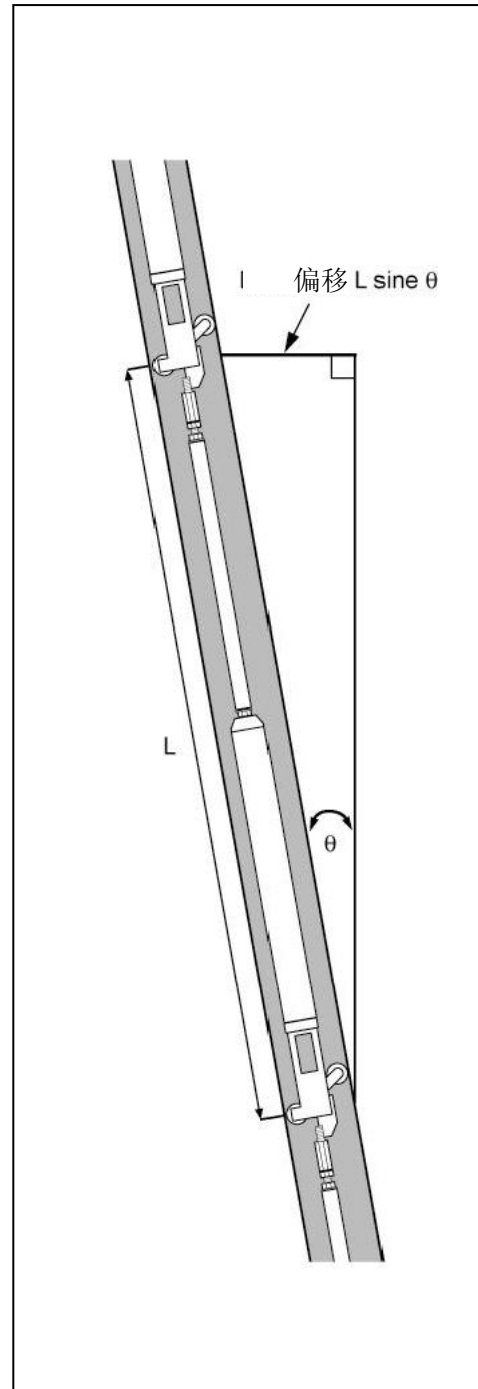
## 1. 简介

IPI 型倾斜仪系统由测斜管和电解质（EL）倾斜仪串组成。测斜管安装在一个垂直的通过一个可能产生位移的钻孔内。这些传感器的每一台都通过一个铰链与下一个连接，并定位于测斜管的内部且跨越位移区。当土体出现位移时，测斜管随之产生移位，导致内部传感器倾斜发生改变。

传感器测量倾斜，相对垂直位置出现倾角 $\theta$ 。用公式  $L \sin \theta$  将测量的倾斜转换为横向偏移，此处的  $L$  是仪器的测量长度， $\theta$  是倾角。

测斜管横向移动的距离是通过找出当前和初始偏移的差值计算出来的。

在多数应用中，传感器接至连续监测位移的数据采集系统，在它监测出变化量或变化量超过设定的数值时就能激发报警信号。



组成

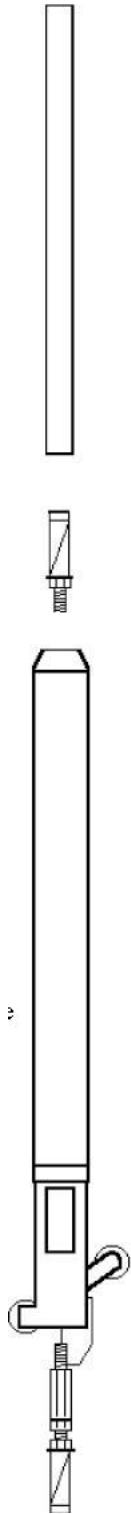
仪器导管：取决于传感器测量长度。

导管连接胀栓：将仪器导管连接到传感器上。

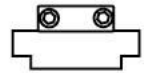
IPI 传感器：包括滑轮组件及上、下导管胀栓。

安装时传感器锥形端朝上。

导管胀栓：将传感器连接到另一个传感器的仪器导管上。



顶端夹具：测斜管顶部的悬挂传感器的部件。

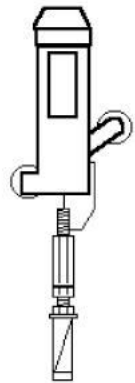


连接器：导管加长连接。

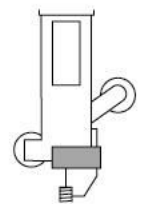
定位导管：从测斜管顶部悬挂传感器。



串列滑轮组件：仪器顶部传感器末端的部件。



转轴夹具：用于锁定在底部轮子组件上的转轴夹。



## 仪器导管

提供的仪器导管是预先按一定长度切割好后随传感器一起提供。如果没有提供仪器导管，检查工程规范所要求的仪器导管长度，然后遵循如下的说明：

1. 选择不锈钢导管，它可连接导管胀栓。标准导管胀栓具有最小的内径是 15.6mm，并能扩大到最大的内径达 17.4mm。
2. 测量并标记合适长度的仪器导管：

**导管长度=总测量长度—550mm。**

例如：总测量长度为 2m，导管切割成长度为 1450mm 的导管。

3. 切割导管并倒角。检查并将导管胀钉装在里面看是否合适。

## 定位导管

定位导管通常是从倾斜管顶部悬挂传感器串。我们采用前图上的连接胀栓连接定位导管的长度。如果定位导管必须是关节式连接，则采用直线滑轮组件。如定位管件不随传感器提供，须遵循下列说明：

1. 选择不锈钢导管，它能连接导管胀钉及连接器。标准的导管夹具有最小的 ID 为 15.6mm 并能增长到最大 17.4mm。
2. 将仪器导管倒角并检查导管夹可装在里面。

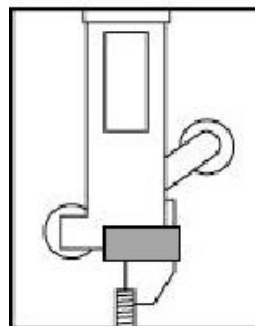
## 2. 预组装

### 工具

- 加力钳，用以夹住仪器导管。
- 扳手，拧紧导管胀栓。

### 确定和检查传感器

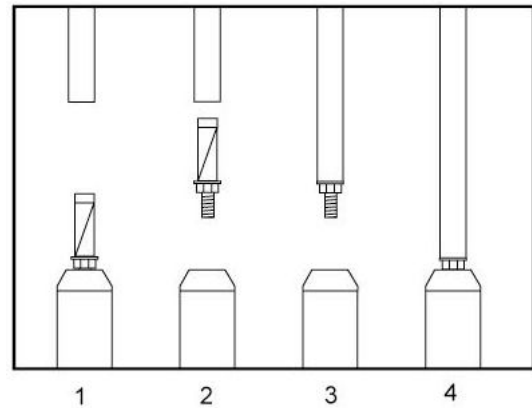
1. 检查每支传感器。见使用说明书的“人工读数”。
2. 记录系列号及预计每支传感器的安装深度。
3. 检查滑轮是否牢固地连接到传感器上，同样也检查转轴夹具连接装到底部传感器的滑轮组件上。
4. 检验电缆的长度是准确的。
5. 为了安装顺利，将传感器作上标记。
6. 将传感器 ID 标签（序列号）绑扎至信号电缆末端。



### 将仪器导管连接到每台传感器上

操作的时候应小心，不要折弯或损坏滑轮组件。

1. 从传感器体顶端折下膨胀栓。
2. 把膨胀栓插入仪器导管。
3. 握住导管并把膨胀钉拧紧。
4. 将仪器导管拧到传感器体上，直到传感器体和测量仪导管拧成稳固的一体。



## 3. 安装

概述安装过程，包括在传感器放在测斜管中时，把每支传感器连接到下一支的过程。

1. 将第一个传感器的固定轮与首选的一对导槽对准。注意，固定轮应与预期的位移方向一致。
2. 将传感器放到测斜管中，直至其仪器导管的顶部可以继续连接。
3. 将下一个传感器连接到孔底传感器的仪器导管上。然后，放到测斜管中。
4. 继续连接传感器，直至排成一串至完成。
5. 连接最后的轮子组件与安置导管。
6. 在测斜管顶部安装顶部夹具以固定传感器串。

### 所需要的工具

缆绳或电缆连接到底部传感器上

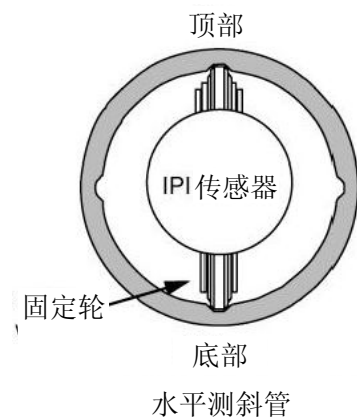
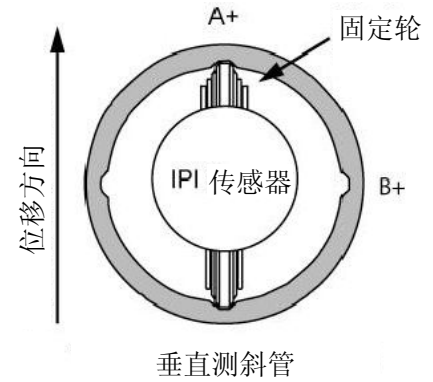
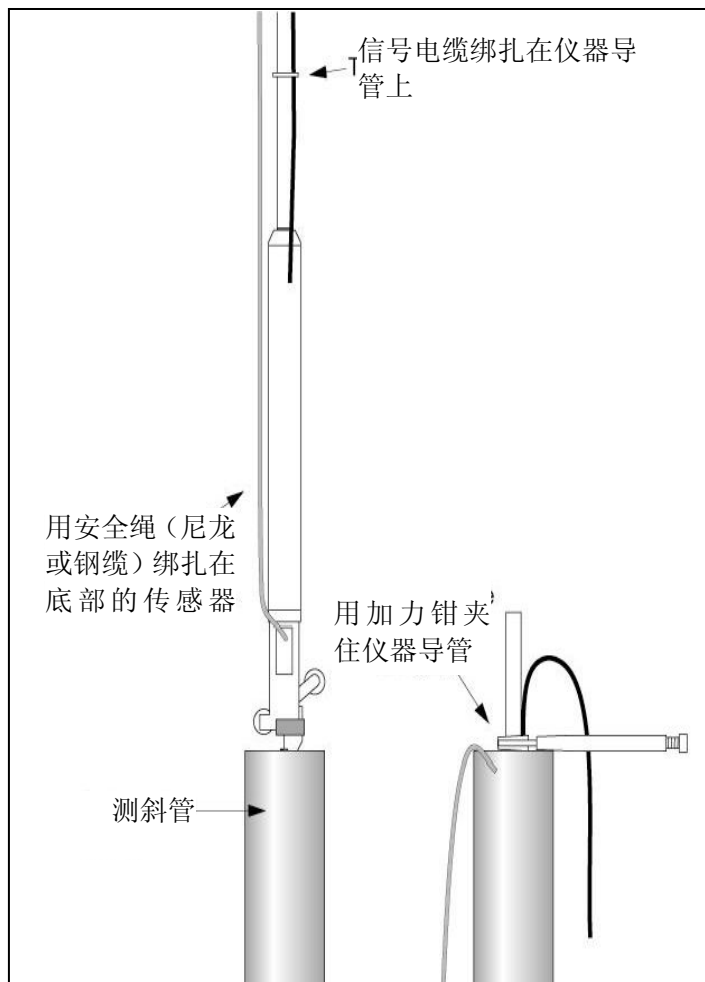
- 1) 防止传感器掉进钻孔中，
  - 2) 当有许多传感器时，为在安装中控制传感器的位置，利用绞车辅助对安装是很有利的。
- 加力钳：在连接相邻的传感器时，用于夹持仪器导管。
  - 内六方孔螺栓扳手：用于顶部夹子的固定。
  - 电缆带和聚氯乙烯绝缘带：用于在仪器导管绑扎固定的电缆。

### 准备工作

- 1、预先把传感器摆放整齐有利于安装。
- 2、保持电缆盘成圈，直到传感器安装好。

## 安装底部传感器

1. 把安全绳（尼龙或钢缆）的自由端绑扎在底部的传感器上。
2. 用将第一支传感器的固定轮与首选的导槽对准。
  - 在垂直安装中，测斜管被定位的一对导槽与预期的位移方向一致。根据位移的方向对准传感器的固定轮，如左图表示的那样。
  - 在水平安装中，测斜管被定位的一对导槽对准到垂直位置。把传感器的固定轮插到底部的导槽中，如左所示。
3. 把传感器放到测斜管中。把信号电缆绑扎到仪器导管上。用加力钳夹住仪器导管的顶部。安装下一支传感器。

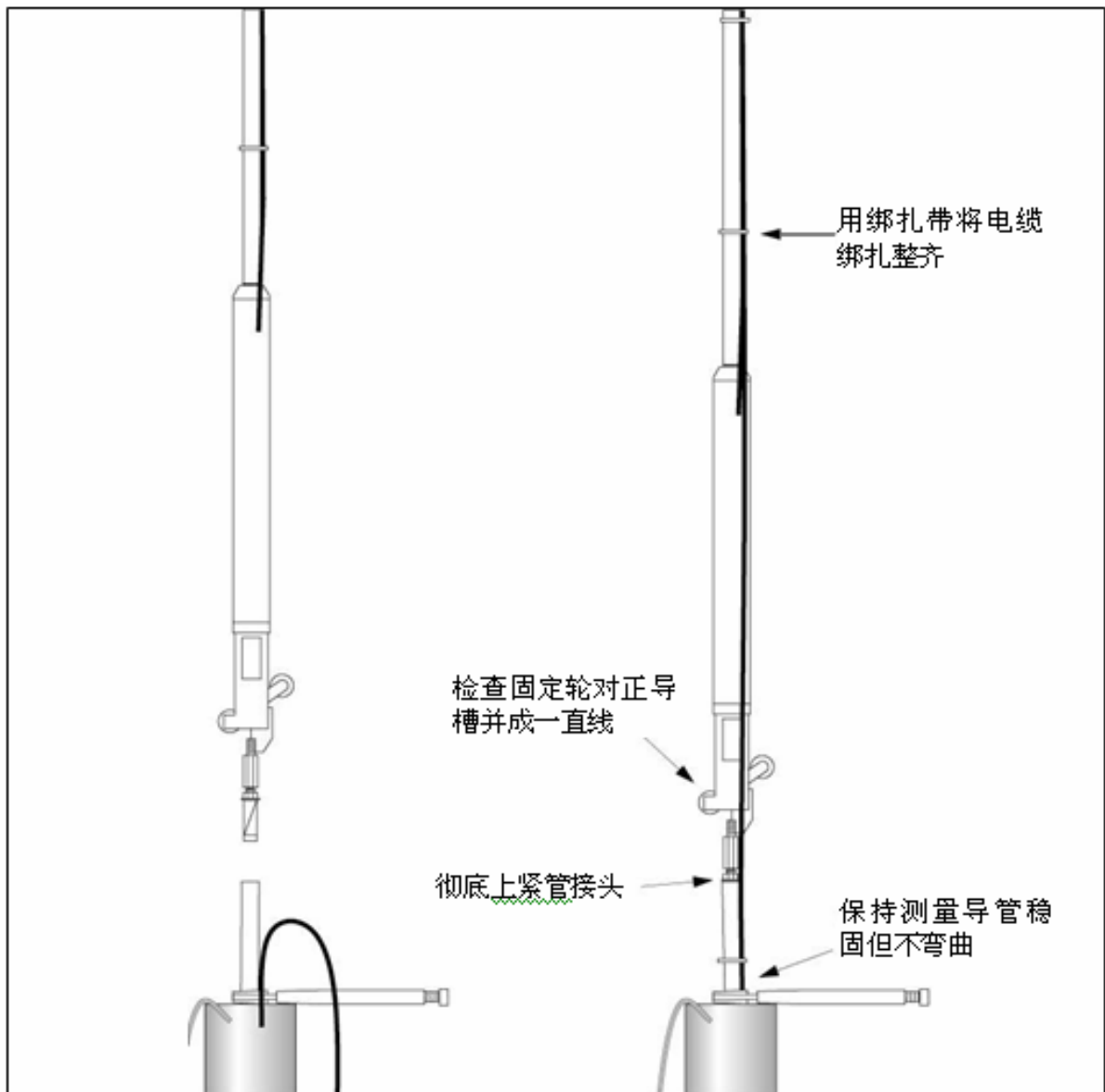




### 安装下一支传感器

1. 将下一支传感器连接到下面传感器的仪器导管上，如图所示。继续添加传感器，直到完成整串传感器的连接。注意下列各点：

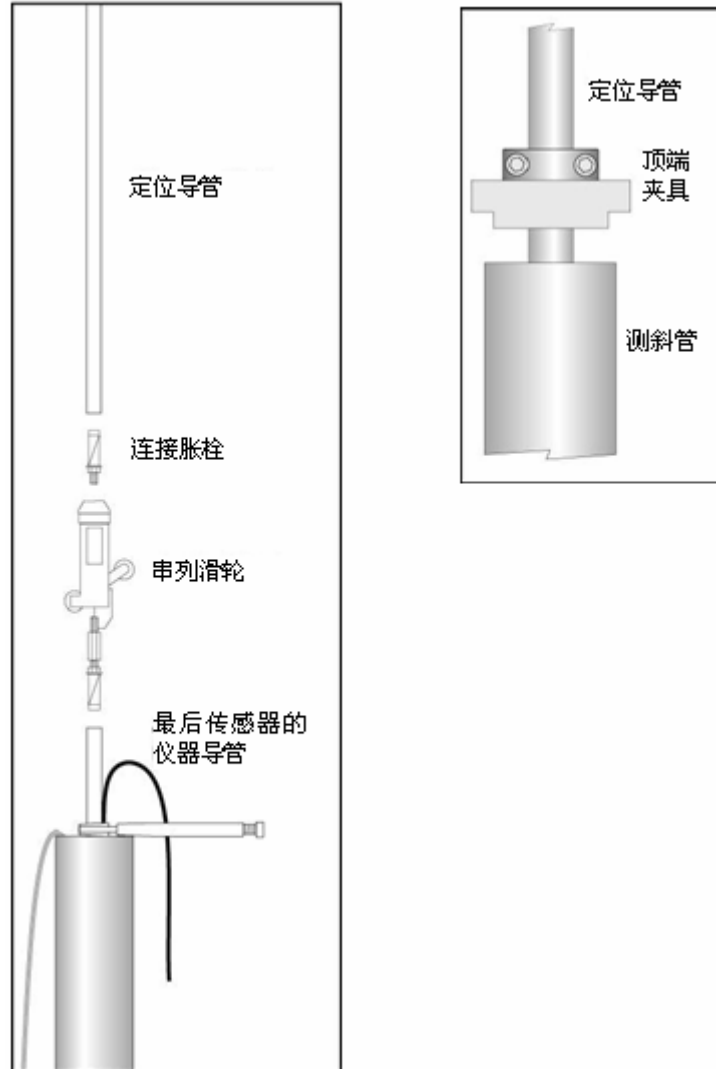
- 当你拧紧连接件时，不要让安装好的传感器在测斜管中转动。转动会损坏轮子或弹出使其脱离导槽。
- 当你把传感器放到测斜管中，要检验固定轮是否调到合适的方向。
- 整齐地绑扎电缆，这样他们就不会互相交叉。



### 安装串联滑轮组、定位导管和顶端夹具

串联滑轮组件限定传感器串中最后的传感器的仪器长度。定位导管使得传感器串在测斜管中悬挂的更深。顶端夹具用来约束固定好的导管。

1. 把轮滑轮组件连接到最后的传感器的仪器导管上。
2. 检查定位导管的正确长度。然后连接到滑轮组件上。
3. 最后，把顶端夹具的全部传感器串悬挂上。顶端夹具有一个拼合套环。松开螺钉，在定位导管或仪器导管上滑动套环，然后拧紧螺钉。



#### 4. 手工（人工）读数

##### 简介

在建立数据采集系统之前，对测试系统来说人工读数十分有用。这种手控连接，使用 IPI 传感器上具有的 2.5V 信号调节器。较早的信号调节器用的是差动线路的 250mV 信号调节器。

##### 装置

电源：必须提供 5.5~15V 的直流电压电源。比较合适的是 9V 碱性电池。

直流电压表：这种表应能在毫伏直流电压范围内显示数值。

##### 接线

1. 把绿线连接到电源的+端。把紫色线和黑色线连到电源的一端。

2. 若测读 A 轴传感器，则把电压表连到橘黄色（信号）线上和黄色（基准端）线上。
3. 若测读 B 轴传感器，把电压表连到蓝色（信号）线上和黄色（基准端）线上。
4. 要测读热敏电阻的温度，把电压表连到红、黄色线上。

### 测试读数

1. 对于垂直测斜仪而言，当传感器体是垂直的时，测读到的大约是 0.0V 左右的直流电压。对于水平测斜仪而言，当传感器体呈水平时，测读到的读数也应该在大约 0.0V 左右。
2. A 轴传感器测量的倾斜与滑轮平面一致。传感器顶部向固定轮方向倾斜，在倾斜量近于 10 度时，读数应大约 2200~2300mV 之间。若传感器顶部向弹性轮方向倾斜，在倾斜近于 10 度时，读数应为 -2200~-2300mV。
3. A 轴传感器转 90 度的方向即为 B 轴传感器（仅有双轴的传感器才具备）。将传感器倾斜 10 度，即可提供 ±2200~±2300mV 的读数。
4. 参见下一节数据的转换，将电压的读数转换成单位为 mm 的偏移或位移。
5. 在摄氏度 25 时，热敏电阻的读数大约为 1 直流电压。

## 5. 数据采集

### 要求

6750 型 IPI 测斜仪传感器具有内置式信号调节（器）板，因此可由大部分采集仪读数。

芯线颜色	功能	备注
绿	直流电源+	5.5~15Vdc
黑	电源地（-）	
紫	模拟地	
黄	基准输出	
橙色	A 轴输出+	±2.5V 直流
蓝	B 轴输出+	±2.5V 直流
红	热敏电阻（温度）	160~1820mV
屏蔽	接地	

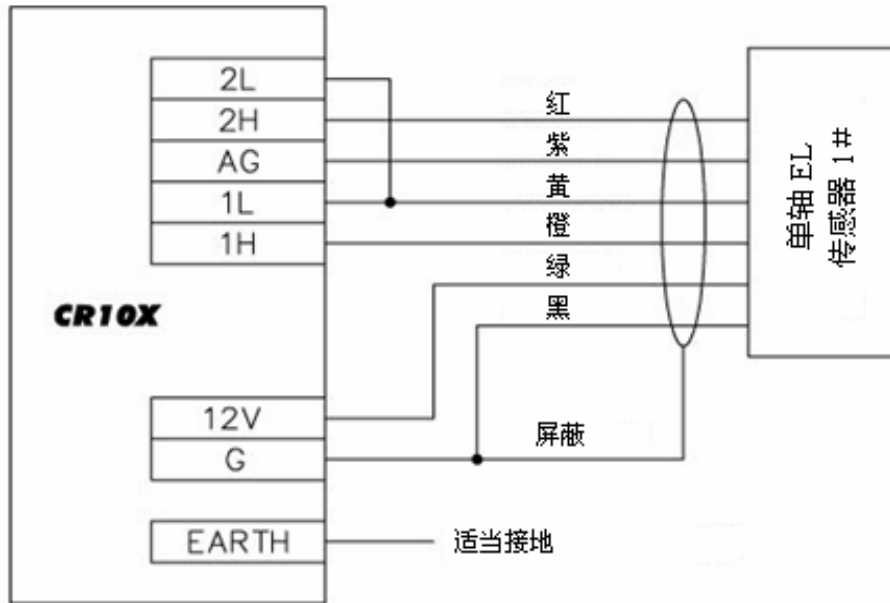
### 接线图

在下列各页中的接线图表示怎样将单轴和双轴 IPI 传感器连接到 Campbell Scientific CR10X 数据采集仪系统上，这 4 个图表分别表示：

1. 直接把单轴传感器接到 CR10 上。
2. 直接把双轴传感器接到 CR10 上。
3. 用 AM416 多路转换器连接单轴传感器。
4. 用 AM416 多路转换器连接双轴传感器。

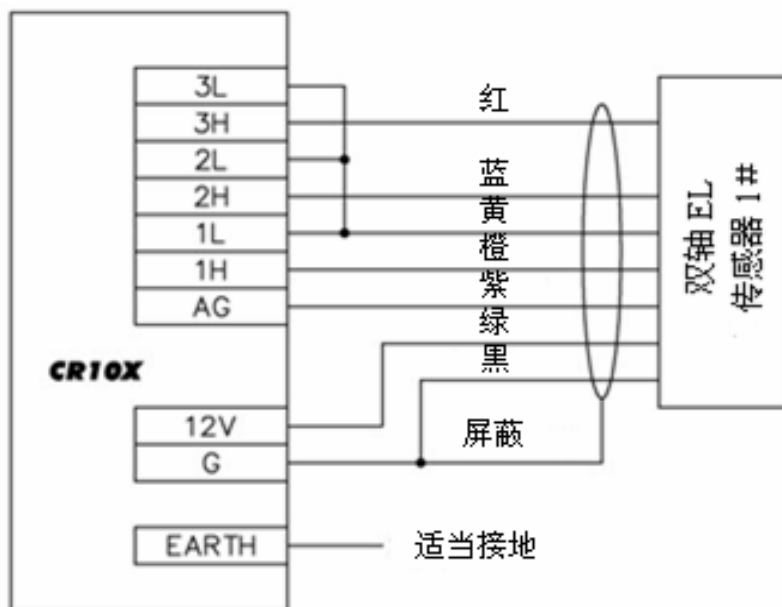
### 接线图 1

直接把单轴传感器连接到 CR10X 上



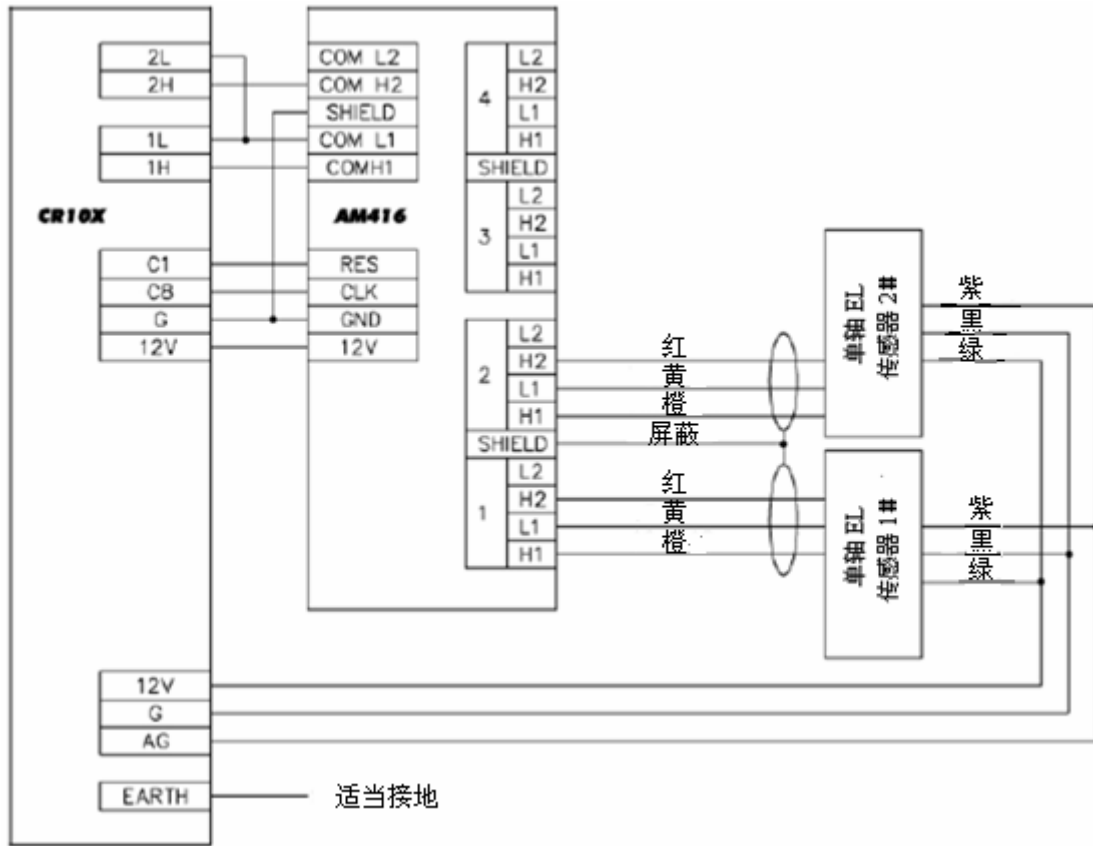
### 接线图 2

直接把双轴传感器连接到 CR10X 上



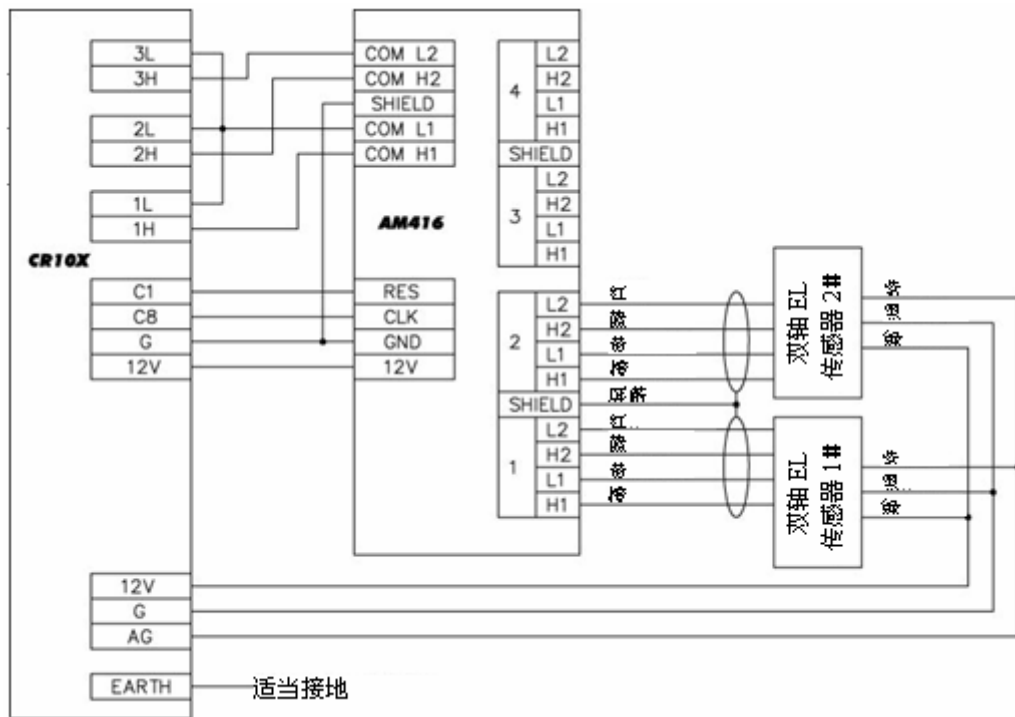
接线图 3

用 AM416 多路转换器连接单轴传感器



接线图 4

用 AM416 多路转换器连接双轴传感器



## 6. 数据转换

### 简介

数据转换通常是自动的，因为它包括大量的读数和大量的计算。

在这里，解释怎样使用率定检验记录并提供一个实例说明将一个单个读数从电压转换成 mm 的偏移。

一旦出现偏移，可以通过将当前的偏移减去初始的偏移，计算出位移。

### 率定检验记录表

率定记录是通过将每支传感器都进行检验来完成的。注意每支传感器的率定是唯一的，所以要利用传感器的序列号通过检验来与传感器匹配。

传感器率定检验记录将传感器的每个轴列出了三套系数，一个系数是温度传感器的，右边的表用于序列号为 10001 的传感器。传感器将有不同的系数。

**C0~C5:** 使用这些系数将读数从伏特到 mm/m（仪器长度）的转换，即仪器的灵敏度。

**S0~S2:** 为传感器灵敏度的温度修正系数，用这些系数去修正以上与温度有关的mm/m值的变化。

**F0~F2:** 用这些系数去修正传感器与温度有关的 mm/m 值的变化补偿。

**Toffset:** 为摄氏度，用公式中这个系数补偿以伏特为单位的灵敏电阻读数。

**Tnom:** 通常为 12 度。然而，如果传感器率定超过正常的温度范围，传感器率定检验记录显示的值可能高或低。

C0	-7.0311
C1	73.878
C2	-0.22265
C3	-0.33079
C4	0.019426
C5	0.020221
S0	1
S1	0.00059828
S2	0.0000068117
F0	00012125
F1	0.016273
F2	0.00096919
Toffset	0.19
Tnom	12

### 应用率定系数

假如从 10001 传感器得到 570 毫伏 (0.57V) 的读数，传感器具有的仪器长度为 2m。怎样把电压读数转换成偏移量为 mm 的读数。

### 把传感器读数转换成 mm/m

把系数 C 应用到电压读数上，请看下表，EL 代表伏特读数。C5~C0 是出现在传感器测量记录中的系数。计算结果是 mm/m 值。

	系数 C	EL 读数 (V)	值
C0	-7.0311		-7.0311
C1	73.878	0.57	42.11046
C2	-0.22265	0.57□	-0.07234
C3	-0.33079	0.57□	-0.06126
C4	0.19426	0.57□	0.002051
C5	0.020221	0.57□	0.001217
			偏移=34.94903mm/m

计算的偏移量以 mm 为单位，用传感器的仪器长度乘以 mm/m 值。传感器测量仪在此实例中，如测量仪的长度为 2m，则偏移大约为 70mm。

### 将热敏电阻读数转换成℃读数。

如果使用 CR10 数据采集仪，则热敏电阻以电压显示。

把电压读数 (V) 转换成℃度数，使用下列公式。Toffset (温度补偿) 值可在传感器率定表中找到，ET 是温度电压读数。

$$\text{Deg C} = (58.6752 * \text{ET} - 278.839 * \text{ET} + 509.188 * \text{ET} - 499.099 * \text{ET} + 233.754 * \text{ET} - 48.4917) - \text{Toffset} (\text{℃})$$

注意传感器的温度计算公式均相同，不同的是 Toffset。

### 修正温度

温度的变化影响传感器的灵敏度及偏移两方面。

在下面的说明中灵敏度的温度修正被称作 SENSTC。而偏移温度的修正被称作 OFFSTC。

1. 从 Tnom 找出温度的变化量，Tnom 为 12，它是在传感器检验表中的一个数值。

$$\Delta T = \text{DegC} - T_{\text{nom}}$$

例如，DegC 是 19.3℃，而 Tnom 是 12℃，因此 ΔT 即温度的变化是 7.3 摄氏度。

2. 计算敏感度的修正：

$$\text{SENSTC} = S_2 \cdot \Delta T + S_1 \cdot \Delta T + S_0$$

	S	DeltaT	值
S0	1		1
S1	0.00059828	7.3	0.004367
S2	0.0000068117	7.3□	0.000363
			SENSTC=1.00473

## 3. 计算偏移量修正:

$$\text{OFFSTC} = F_2 \cdot \Delta T + F_1 \cdot \Delta T + F_0$$

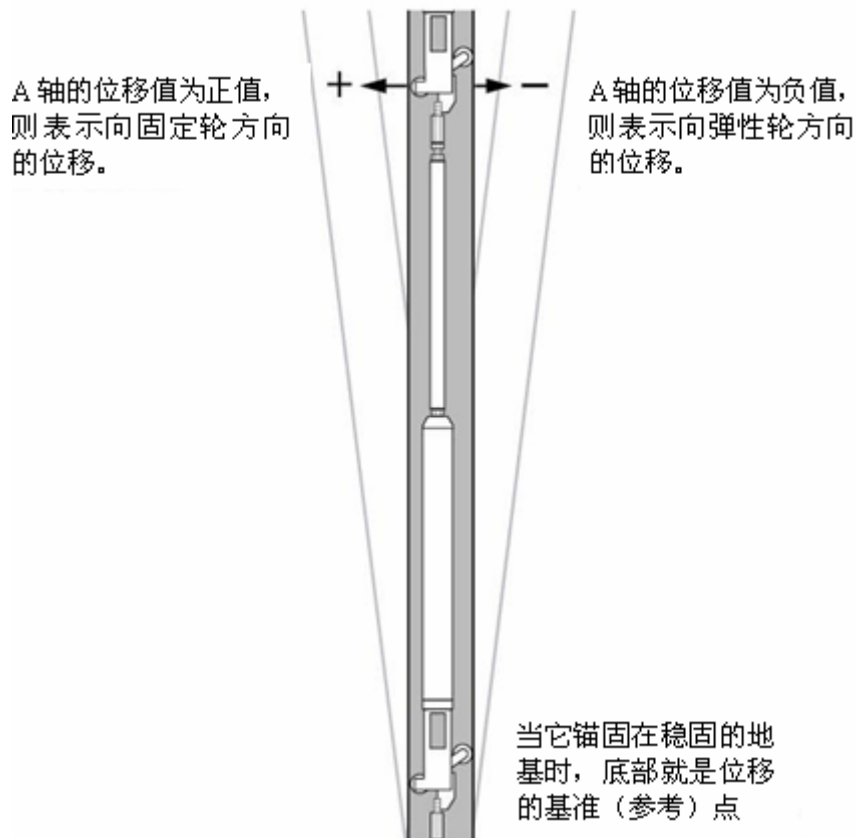
	F	DeltaT	值
F0	0.00012125		0.000121
F1	0.016273	7.3	0.118793
F2	0.00096919	7.3	0.051648
			OFFSTC=0.170562

## 4. 应用修正:

$$\begin{aligned} \text{修正后的数值} &= (\text{mm/m 数值} \times \text{SENSTC}) + \text{OFFSTC} \\ &= (34.94903 \times 1.00473) + 0.170562 \\ &= 35.28491 \text{ (mm/m)} \end{aligned}$$

## 垂直 IPIs 位移的方向

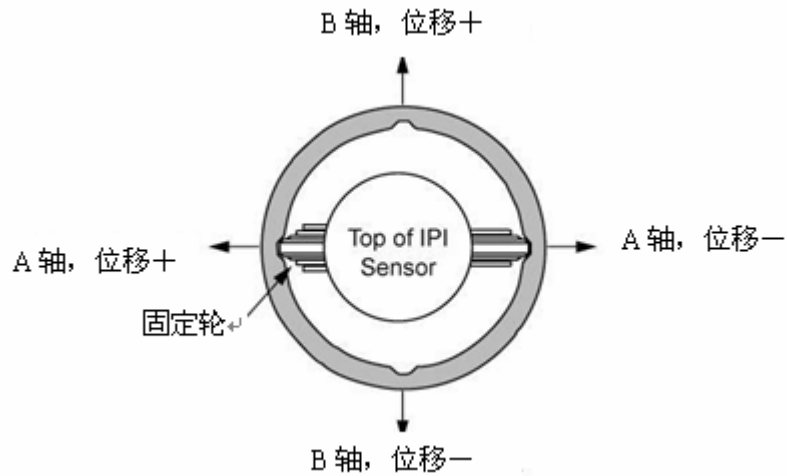
垂直倾斜仪位移数据如下面所示，通常涉及到测斜管的底部。





## 垂直 IPIS 位移的方向

下图是传感器的顶部。如图中，位移的基准涉及到传感器的底部。



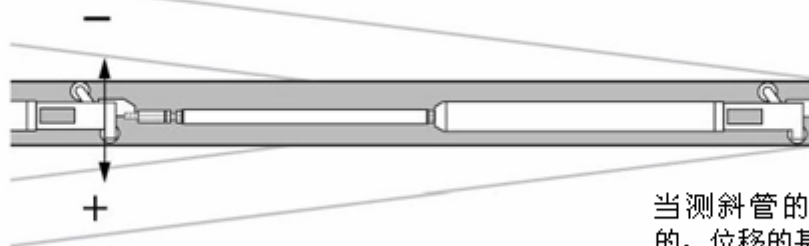
水平传感器的位移方向

水平倾斜仪测斜管用一套常规的面向垂直面的装置安装起来的。这些传感器要用底槽中的固定轮安装好。

### 远端基准

测斜管难以达到的远端，若它锚固在稳定土层中时被作为基准点。

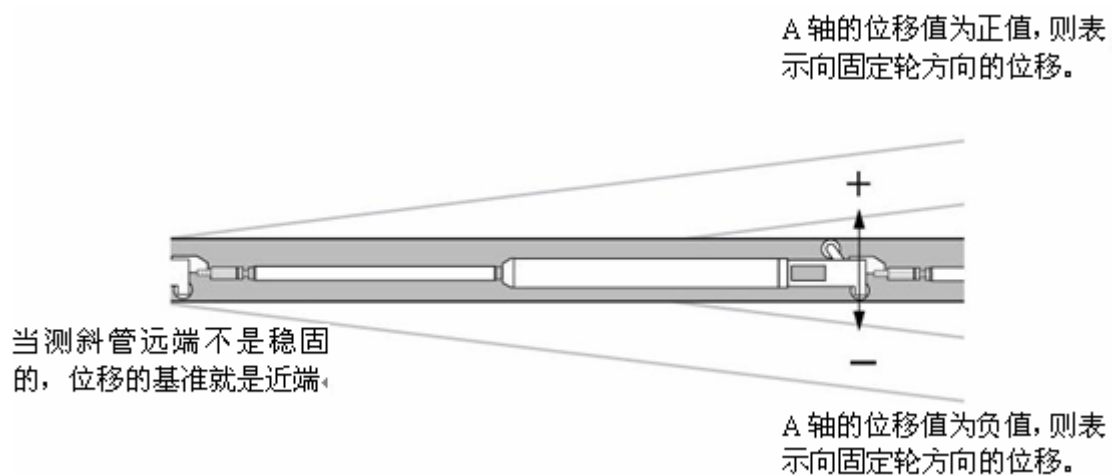
A 轴的位移值为负值，则表示向弹性轮方向的位移。



当测斜管的远端是稳固的，位移的基准就是远端

A 轴的位移值为正值，则表示向固定轮方向的位移。

## 近端基准



测斜管可以接近的近端，在远端不稳定时，用近端作为基准点。如果近端是位移的起因，它的位置在读传感器时应同时记录下来。