



**GK-6180 型
垂直固定式测斜仪**

安装使用手册

(REV.A)

基康仪器股份有限公司译

www.geokon.com.cn

版权声明

本文件所含信息归基康仪器股份有限公司所有，文件中所有信息、数据、设计以及所含图样均属基康仪器股份有限公司所有，未经基康仪器股份有限公司书面许可，不得以任何形式（包括影印或其他任何方式）翻印或复制，间接或直接透露给外界个人或团体。

本仪器的安装、维护、操作需由专业技术人员进行，基康仪器股份有限公司对本产品拥有更改的权利，产品更改信息恕不另行通知。

© 2021 基康仪器股份有限公司版权所有

目 录

1. 概述	1
2. 安装	1
2.1 初步检查	1
2.2 安全钢缆	1
2.3 传感器方向	2
2.4 传感器安装	2
2.4.1 悬挂第一个传感器	2
2.4.2 第二支传感器与第一支传感器的连接	2
2.5 安装孔口悬挂支架	3
2.5.1 钢缆组件连接至悬挂支架	3
2.5.2 悬挂钢缆组件连接至传感器串	4
2.5.3 下放最顶端的传感器	4
2.6 8020-38型RS-485与TTL/USB转换器	4
2.7 四针防水连接器	4
3. MODBUS RTU协议	5
3.1 MODBUS概述	5
3.2 MODBUS RTU概述	5
3.3 MODBUS 协议	5
4. 数据处理	6
4.1 倾斜计算	6
4.2 挠度计算	6
4.3 温度修正	7
4.4 环境因素影响	7
5. 故障排除	7
附录A.规格	8
附录B.率定表表样	9
附录C. MODBUS 可寻址系统	10
C.1 MODBUS 通信参数	10
C.2 错误代码	10
附录D.CRBASIC编程	11
D.1 CR1000编程示例	11
D.2 CR6 编程示例	11

1. 概述

基康 6180 型垂直固定式测斜仪用于长期监测堤坝、基础墙等类似建筑的变形情况。测量原理是利用 MEMS 倾角计监测结构中安装的测斜管指定深度的静态倾斜变化。该仪器旨在安装于钻孔或填筑体内的标准测斜管中，能够准确监测钻孔剖面的变形情况。

每支传感器由密封在不锈钢壳体内可寻址的机械电子系统 (MEMS) 传感器组成。该设备能够测量 A 和 B 两个轴的倾斜。传感器还内置有温度传感器，用以监测环境温度。

传感器之间采用快速连接球头来实现机械连接，使得传感器之间的相对运动不受阻碍并能适应测斜管的任何方向的扭转。供电及通讯方面，传感器使用四芯总线电缆和防水型连接器来彼此连接成串。

传感器进行统一编号和校准。另外提供传感器率定表，给出传感器输出值和倾角之间的关系。

测斜仪系统连接到数据采集设备（电脑、数据记录仪、SCADA 系统等）时，须通过用户定制长度的电缆进行数据采集。

2. 安装

2.1 初步检查

传感器在安装之前应进行读数检查，步骤如下：

- 1) 根据传感器上的标签和提供的资料，按正确的顺序放置传感器。
- 2) 从第一支（即最底部）传感器开始，将第二支传感器的公插头插入第一支传感器的母插头中，传感器连接完成。继续以此方式首尾相接，直到完成整条测斜仪的连接。

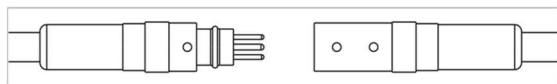


图 1 电缆连接

注意！连接传感器时，确保公插头表面的凸起的方向标志点与母插头表面的两个方向标志点对齐。这样可以确保插针和插孔在连接器内部对齐。将插头插座推到一起压紧，直到完全无间隙配合。

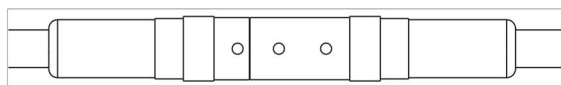


图 2 已连接的电缆

- 3) 将连接好的测斜仪电缆与 8020-38 型转换器、电脑或数据记录仪相连（见第 2.6 节）。

- 4) 将第一支传感器置于铅直状态并观察读数。读数时，倾斜传感器必须保持稳定。观察到的读数应接近出厂时垂直向读数。当向正方向（例如传感器上标记的 A+或 B+）倾斜传感器时能使读数变大，而向负方向（A-或 B-）倾斜传感器时则使读数变小，读数设备上显示的温度应接近环境温度。重复上述步骤，依次检查其余传感器。
- 5) 初步检查完成后应断开电缆和读数设备，并断开传感器之间的连接。
- 6) 若初步检查失败，应参考第 5 节中的故障排除。

2.2 安全钢缆

基康公司强烈建议将安全钢缆固定到最底部（末端）的传感器上，以保证在发生意外时可用安全钢缆将仪器从测斜管中拉出，更主要的则是方便在安装过程中将整个组件（传感器串）逐步放入测斜管中。

6180-6 型安全钢缆组件可从基康公司购买，包括客户指定长度的航空钢丝绳（07-125SS316-E/M）、预先连接的吊环螺栓和六角螺母、固定组件所需的所有硬件。

完成以下各步，以使用安全钢缆连接底端的传感器：

- 1) 将安全钢缆的上端固定在孔口搭设的安装架上，或固定在较大的物体上避免整根钢缆意外掉入测斜管中。
- 2) 将两颗六角螺母从吊环螺栓上拆下。
- 3) 将吊环螺栓穿过终端传感器的两个连接孔。
- 4) 将两颗螺母安装到螺栓上并使用两把 5 寸左右的活动扳手拧紧，从而将安全钢缆固定在底部传感器上。
- 5) 将安全钢缆的顶端一侧系在合适的固定点。请按照 2.5.1 节的步骤正确安装安全钢缆卡。

下图为安全钢缆在底部传感器上的固定方式。

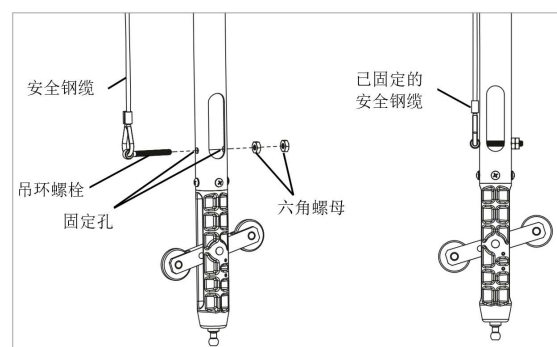


图 3 安全钢缆在传感器上的固定

2.3 传感器方向

安装于测斜管中的测斜仪滑轮组件的朝向应保持一致。滑轮组件在出厂时已安装，高轮指向传感器 A+（如左图 4 所示）方向，在传感器上也标有轴向。

A+方向应与土体预期的滑动方向保持一致，即被监测的开挖方向或预期的坡体的下坡方向。

MEMS 传感器同时监测 A 和 B 两个方向。从上向下俯视时，B+方向是从 A+方向顺时针旋转 90 度的方向。

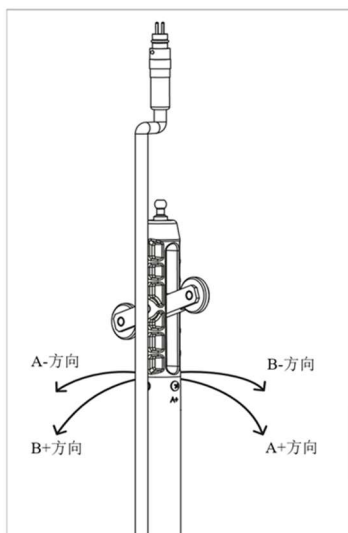


图 4 A 轴与 B 轴方向

2.4 传感器安装

首先要安装的传感器是底部传感器（6180T），包括两组滑轮。

2.4.1 悬挂第一个传感器

- 1) 先将 6180T 即底部传感器插入测斜管中，确保滑轮方向和轴向正确（见第 2.3 节），电缆公插头（或连接球头一端）朝向测斜管顶部即向上。
- 2) 连接好安全钢缆后，将第一支传感器放入测斜管中，直到支承孔靠近测斜管管口。
- 3) 使用直径 6mm 的螺丝刀或钢杆穿过传感器侧面的支承孔作为横担，以将传感器悬挂在测斜管管口，见下图。

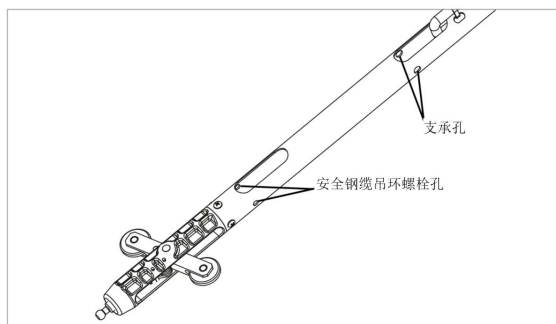


图 5 安全钢缆吊环螺栓孔与支承孔



图 6 传感器支承方式

2.4.2 第二支传感器与第一支传感器的连接

- 1) 6180 测斜仪其中一端的连接器预先安装有带倒钩的锁定销和弹簧套。



图 7 预安装的锁定销及弹簧套

- 2) 按住倒钩，同时拉住拉环即可拔出锁定销。



图 8 取下锁定销

- 3) 向传感器中间拉动弹簧套，通过横向移动将第一个传感器的球头卡入第二个传感器接头的凹槽内。

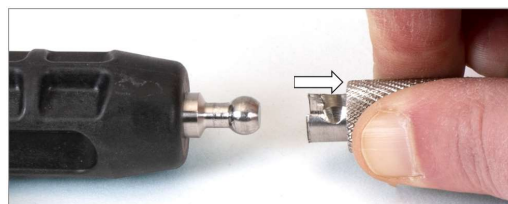


图 9 拉回弹簧套

- 4) 松开弹簧套, 即可卡住球头, 确保弹簧套回到初始位置。



图 10 卡入球头

- 5) 重新插入锁定销, 以防弹簧套在使用时移动。



图 11 完成连接

- 6) 将第一个传感器信号线的公插头与第二个传感器信号线的母插头连接。

注意！连接传感器时, 确保母插头外侧的两个凸起点与公插头表面的凸起点对齐, 从而确保锁定销和插座在连接器的内部准确对齐。将公、母插头插紧直到完全形成无间隙配合。

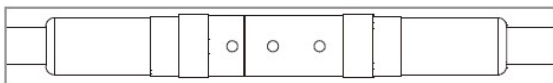


图 12 电缆连接详情

- 7) 将绑扎带穿过槽孔并环绕安全钢缆, 然后将公插头电缆固定到第二个传感器的测斜仪壳体上, 这有利于减轻接头的拉应力防止连接器被拉开。剪掉绑扎带多余部分, 见下图。

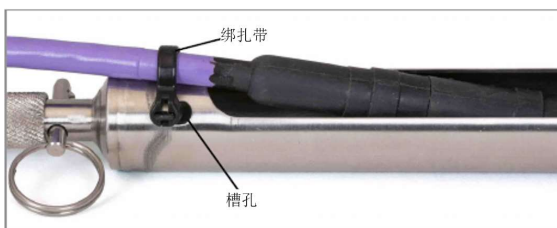


图 13 绑扎带捆扎固定电缆

- 8) 将螺丝刀/钢杆从连接安全钢缆的第 1 个传感器上拔出, 将第 2 个传感器缓慢放入测斜管中, 直到第二支传感器器支承孔紧挨着测斜管管口, 确保传感器插入测斜管时 A+方向 (即导轮方向) 正确。
- 9) 将螺丝刀或钢杆穿过第 2 个传感器支承孔形成

横担, 通过支承孔将已连接的传感器串悬挂在测斜管顶部。

- 10) 重复上述第 2 步至第 9 步, 完成后续传感器的安装直到所有传感器连接安装完毕, 形成传感器串。
- 11) 将最顶端传感器的公插头插入到读数电缆 (6180-3-1、6180-3-2 或 6180-3V) 的母插头中, 读数电缆的另一端与读数设备或数据记录仪相连。

2.5 安装孔口悬挂支架

为确保将传感器串安装到准确的深度, 将传感器长度累加得到整串测斜仪长度, 然后从所需的传感器串长度 (即测斜管顶部到传感器串底部之间) 中减去该值, 得到悬挂钢缆长度 (注意: 悬挂钢缆不是安全钢缆, 两者各自独立存在)。

注意:基康公司强烈建议将传感器串悬挂在距离测斜管底部至少 150 毫米以上的空间, 以预留泥沙淤积和测斜管沉降带来的深度不足等问题。

2.5.1 钢缆组件连接至悬挂支架

- 1) 将所提供的钢缆套环 (鸡心环) 穿过悬挂支架的下端的金属环 (6180-2)。
- 2) 将悬挂钢缆组件 (6180-1) 的末端穿过悬挂支架下端的金属环。
- 3) 将缆绳穿过金属环, 直到从悬挂支架的支承端到悬挂支架连接器凹槽的距离等于前面所计算的钢丝绳长度。
- 4) 将钢缆的“末端”折回“活动端”, 然后将其中一个提供的 U 型卡 (即钢丝绳卡) 固定到电缆上, 距离悬挂支架的底部金属圈约 90mm 处。 (用手带紧 U 型卡螺母, 但不要拧死)。
- 5) 将 U 型卡固定, 使 U 型螺栓的两端朝向钢缆的“活动端”, 如下图所示。

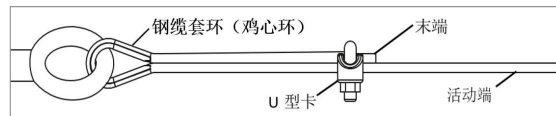


图 14 连接第一个 U 型卡 (钢丝绳卡)

- 6) 将固定钢缆穿过钢缆套环 (鸡心环)。
- 7) 调整钢缆长度保持折返段两段钢缆长度一致, 将第二个 U 型卡安装在套环根部的钢缆处 (如下图所示)。

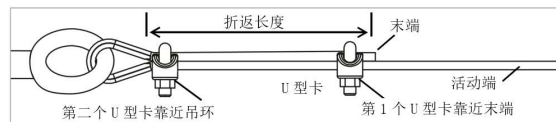


图 15 连接第二个 U 型卡

- 8) 调整第一个 U 型卡,使“折返长度”约为 80mm。
- 9) 轻轻拉紧钢缆以消除所有松弛,用大约 65N/m 的扭矩拧紧 U 型卡螺母。
- 10) 如有必要,可在第一个和第二个 U 型卡间增加第三个 U 型卡。
- 11) 修剪或用胶带缠紧末端多余的钢缆。



图 16 组装完毕的悬挂钢缆示例

2.5.2 悬挂钢缆组件连接至传感器串

悬挂钢缆组件连接到传感器串,类似于传感器彼此间的相连方法。有关说明步骤,请参见第 2.4.2 节。

- 1) 按住倒钩同时拉出拉环,即可取下悬挂连接器上的锁定销。
- 2) 缩回悬挂连接器上的弹簧套,将传感器顶端的球头卡进悬挂连接器上。
- 3) 松开弹簧套,即可将球头螺柱固定在弹簧套内。
- 4) 重新插入锁定销,以防弹簧套在使用时缩回。

2.5.3 下放最顶端的传感器

将最顶部(即最后一支传感器)的传感器放入测斜管中,并将悬挂支架固定在测斜管顶部。

注意！ 确保测斜管的顶部边缘相对方正,以正确安装悬挂支架。

安装后可立即进行读数,但由于在安装后,传感器串的结构本身需要一定时间的稳定,基康公司建议针对一段时间(1-3 天)内的数据进行评估,以确定传感器串在足够稳定时建立初始读数(即取基准值)。

2.6 8020-38 型 RS-485 与 TTL/USB 转换器

基康可提供 8020-38 型可寻址总线转换器,用于将可寻址的传感器串连接到个人计算机、读数仪、数据记录仪以及可编程逻辑控制器等。该转换器使用 TTL 或 USB 端口,在读数装置和支持基康 RS-485 协议的传感器串之间充当桥接器。

欲了解更多信息,请参考 8020-38 型产品使用说明书。



图 17 8020-38 型 RS-485 到 TTL/USB 信号转换器

注：您使用的数据记录仪必须有支持的端口可用。

- 如果您的数据记录仪没有 RS-485 通信接口,请按图 18 连接(需使用 8020-38 信号转换器)。

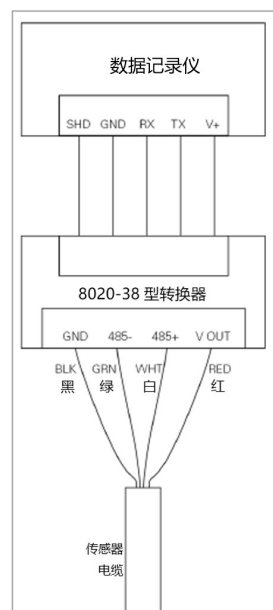


图 18-无 RS-485 通信接口的数据记录仪的连接

- 如果您的数据记录仪有 RS-485 通信接口,请按图 19 直接连接。

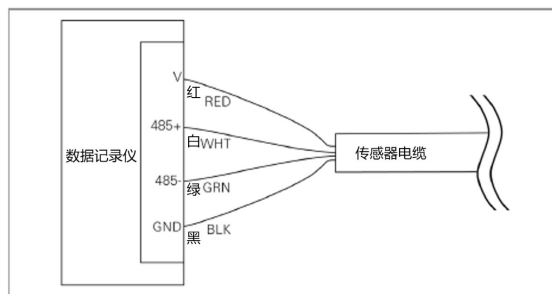


图 19 有 RS-485 通信接口的数据记录仪的连接

2.7 四针防水连接器

四针连接器公母插头的引出线如下图所示。每根导线的功能详见下表 1。

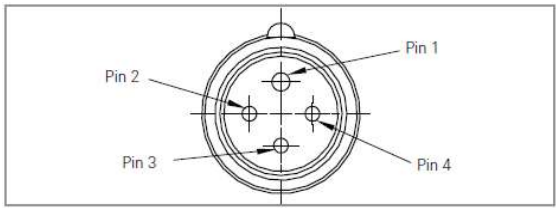


图 20 防水公插头

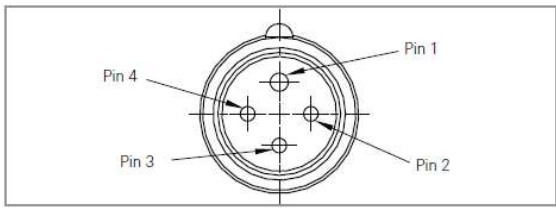


图 21 防水母插头

插针	电线颜色	功能
1	红	电源+
2	黑	接地
3	白	RS-485+
4	绿	RS-485-

表 1 防水公母插头引脚功能定义

3. MODBUS RTU 协议

3.1 MODBUS 概述

6180 型倾角仪使用行业标准 Modbus 远程终端单元 (RTU) 协议与选定的读数方法进行通信。顾名思义，Modbus 旨在所谓的总线网络上工作，这意味着每个设备都会接收通过网络传递的每条信息。6180 型倾角仪使用 RS-485 电气接口，是因为该接口简单、易用，已成为一个强大的工业物理层得到广泛运用。

有关 Modbus 的更多信息，请访问以下网站：
<http://www.modbus.org/specs.php>

3.2 MODBUS RTU 概述

Modbus RTU 协议利用数据包（由多个分组队列消息）在网络上的设备之间进行通信和数据传输。这些数据包一般格式如下：

- 1) Modbus 地址（单字节）—总线上特定设备的地址（在传感器上标记为 #1、#2、#3 等）
- 2) 功能代码（单字节）—由从设备执行的动作。
- 3) 数据（多字节）—正在发送的功能代码的有效数据。
- 4) 循环冗余校验或 CRC（两个字节）：对数据包中的其他字节计算的 16 位数据完整性校验。

3.3 MODBUS 协议

最新的传感器读数存储在内存寄存器中，使用 Modbus 命令读取。角度和温度读数可用于处理或前导格式。寄存器地址和格式如表 2 所述。注意：基康公司在工厂校准过程中已将仪表系数和偏移量存储在传感器中，因此，A 轴和 B 轴的输出都是校正值。

表 3 显示了设备控制地址。写入触发地址的任何非零值都会启动一个测量周期，以刷新角度和温度测量寄存器。在最新的测量周期中检测到的任何异常都会产生一个非零错误代码。有关这些代码的解释请参阅附录 C。Flash 密码可防止意外写入表 4 中的非易失性存储器和表 5 中的预编程设备信息。请联系基康公司获取更多说明。

寄存器地址	字节	字	参数	单位	类型	访问权限
0x100	0	LSW	A-轴	度	float	RO
	1					
0x101	2	MSW				
	3					
0x102	4	LSW	B-轴	度	float	
	5					
0x103	6	MSW				
	7					
0x106	12	LSW	温度	°C	float	
	13					
0x107	14	MSW				
	15					
0x108	16	LSW	A-轴（未修正）	度	float	
	17					
0x109	18	MSW				
	19					
0x10A	20	LSW	B-轴（未修正）	度	float	
	21					
0x10B	22	MSW				
	23					
0x10E	28	LSW	热敏电阻 ADC	N/A	uint16	
	29					
0x117	46		错误码	N/A	uint16	
	47					

表 2 寄存器地址和格式

寄存器地址	字节	字	参数	单位	类型	访问权限
0x118	48		触发器	不适用	uint16	RW
	49					
0x119	50	LSW	密码	不适用	uint32	
	51					
0x11A	52	MSW				
	53					
0x11B	54		测量周期	不适用	uint16	
	55					

表 3 设备控制器地址

寄存器地址	字节	字	参数	单位	类型	访问权限
0x200	0		下位机 (传感器)地址	不适用	uint16	RO
	1		传感器 类型	不适用	string	
0x201	2					
	3					
0x202	4					
	5					
0x203	6					
	7					
0x204	8					
	9					
0x205	10					
	11					
0x206	12					
	13					
0x207	14					
	15					
0x208	16					
	17					
0x209	18	LSW	序号	不适用	uint32	
	19					
0x20A	20	MSW				
	21					
0x20B	22		软件版本	不适用	uint16	
	23		硬件版本	不适用	uint16	
0x20C	24					
	25					

表 4 非易失性存储器

寄存器地址	字节	字	参数	单位	类型	访问权限
0x20D	26	LSW	A 轴偏移量	度	float	RO
	27					
0x20E	28	MSW				
	29					
0x20F	30	LSW	B 轴偏移量	度	float	
	31					
0x210	32	MSW				
	33					
0x213	38	LSW	A 轴仪器系数	度	float	
	39					
0x214	40	MSW				
	41					
0x215	42	LSW	B 轴仪器系数	度	float	
	43					
0x216	44	MSW				
	45					

表 5-预编程设备信息

4. 数据处理

4.1 倾斜计算

6180 型测斜仪传感器的输出是经修正的倾斜角。标准传感器具有±90° 的全量程和±15° 的校准（率定）量程范围。仪器系数和偏移量的寄存器数值根据校准数据在出厂时写入到寄存器中。

$$\theta = G \times R - \text{偏移量}$$

式中：

θ = 传感器修正的倾角

G = 仪器系数

R = 传感器的未修正读数

4.2 挠度计算

相对于垂直线，顶部穿过底部的横向偏移量（D）等于：

$$D = L \times \sin\theta$$

式中：

L = 传感器长度（通常为 mm）

θ = 传感器倾角，如上所述。

钻孔剖面根据下段开始的横向偏移的累积和进行构建。见下图示例。

纵垂直线，上段顶部穿过下段底部的总横向偏移为：

$$D_{\text{总}} = L_1 \sin\theta_1 + L_2 \sin\theta_2 + L_3 \sin\theta_3$$



图 22 组装示例

4.3 温度修正

在给定的安装条件下，温度能影响倾斜变化，因此，每支传感器都配有测量传感器温度的装置。这样就可以将温度引起的倾斜度变化与其他因素引起的倾斜度区别开来。

需要注意的是，温度的突变可能引起结构和传感器发生短暂的物理变化，这将在读数中显现出来。因此应始终记录传感器温度，并且尽量在仪器和结构处于热平衡时读数，最佳监测时间往往是傍晚或清晨的几个小时内。

4.4 环境因素影响

安装测斜仪的目的是监测现场工况，应观察和记录可能影响这些工况的外部因素。看似微小的影响可能会对监测的结构产生重要影响，也可能是发生潜在问题的早期征兆。这些因素包括但不限于：暴风、降水、潮汐或水库水位、开挖和填方顺序、交通、温度和气压变化、周围建筑人员活动、季节变化等等。

5. 故障排除

6180 型测斜仪的维护和故障排除仅限于钢缆连接的定期检查。传感器本身是密封的，不能打开检查。

如果有问题，查看下列问题及解决方法。Modbus 错误代码参考附录 C。如果仍有问题，咨询基康公司以协助解决。

症状：测斜仪读数不稳或无法读数

- 附近是否有电噪源？大多数电噪源可能来自发动机、电动机和天线。
- 检查所有电缆连接、终端和插头。
- 倾斜传感器或连接器可能进水，可能无法补救。

附录 A.规格

量程 ¹	±90°
分辨率 ²	±0.00025°（±0.004 mm/m）
精度 ³	±0.0075°（±0.13 mm/m）
非线性	±8° 范围内±0.0168° （±0.29mm/m） ±15° 范围内±0.0321° （±0.56mm/m）
温度相关的不确定性	±0.019° /℃（±0.33 mm/m/℃）
工作温度	-40℃~80℃（-40 至 176 °F）
电源电压	12VDC±20%
工作电流 ⁴	12mA±1mA
待机电流 ⁴	2mA±0.1mA
最大电流 ⁵	500mA
传感器直径	25.4mm
标准传感器长度 ⁶	0.5m, 1m, 2m, 3m
传感器重量	0.5m: 0.55kg; 1m: 0.97kg; 2m: 1.80kg; 3m: 2.64kg
材料	316 不锈钢, 工程聚合物塑料
电缆	四芯屏蔽, 聚氨酯护套, 直径: 7.9mm
最小传感器间距	0.5m
接口	RS-485
协议	Modbus
波特率	115,200 bps
温度精度	±0.5℃
防护等级	IP68 至 3Mpa (300m 水头)
允许的最大传感器串重量	113kg
适用测斜管范围	Φ58mm~Φ90mm

表 6 6180 型测斜仪规格

注:

1. 率定（校准）范围：±15°；
2. 置信区间为 99%（例如，100 个单独读数中有 99 个在此范围内）；
3. 包括测试过程中的随机游动（没有明显的原因的连续读数之间的变化）和地面震动噪声；
4. 每支传感器单独的消耗；
5. 整个传感器串的最大消耗；
6. 可根据仪器自定义间距。

可选装的零部件清单

6180-0.5M	IPI MEMS 可寻址, 垂直	双轴, 段长 = 0.5M
6180-1M	" " "	双轴, 段长 = 1M
6180-2M	" " "	双轴, 段长 = 2M
6180-3M	" " "	双轴, 段长 = 3M
6180T-0.5M	IPI MEMS 可寻址, 垂直, 终端	双轴, 段长 = 0.5M
6180T-1M	" " "	双轴, 段长 = 1M
6180T-2M	" " "	双轴, 段长 = 2M
6180T-3M	" " "	双轴, 段长 = 3M
6180-1	悬挂钢缆组件	需指定航空钢缆 07 -125SS316 的长度
6180-2	悬挂支架	
6180-6	安全钢缆组件	需指定航空钢缆 07 -125SS316 的长度
6180-3-1	顶部读数电缆 / 裸露导线, < 50 FT	需指定信号电缆 02-313P9LTD 的长度
6180-3-2	顶部读数电缆 / 裸露导线, 50 FT -100 FT	需指定信号电缆 02-313P9LTD 的长度
6180-3V	顶部读数电缆 / 裸露导线, > 100 FT	指定所需信号的电缆 02-313P9LTD 的长度
07 - 125SS316 - M	航空钢丝绳, 1/8", 米制	
02 - 313P9LTD - M	低温聚氨酯电缆, 0.313", 紫色	

表 7 6180 型测斜仪零件表

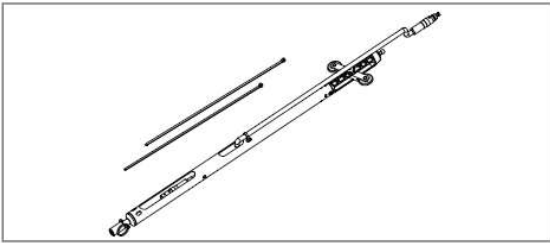


图 23 6180-0.5M、1M、2M、3M、2FT、5FT、10FT 型

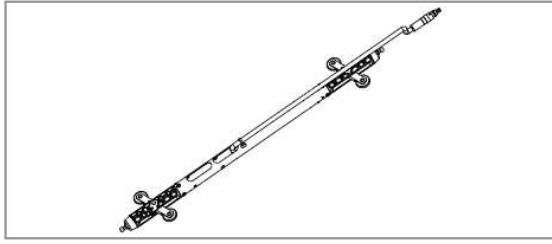


图 24 6180T-0.5M、-1M、-2M、-3M 型

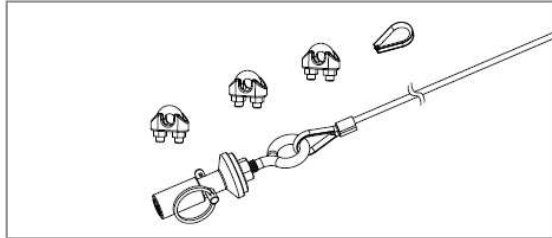


图 25 6180-1 型悬挂钢缆组件

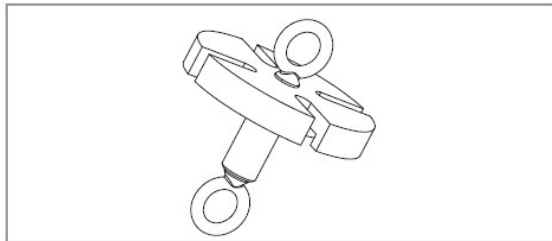


图 26 6180-2 型悬挂支架

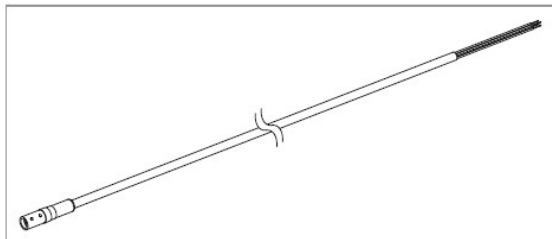


图 27 6180-3-1 和 6180-3-2 型顶部读数电缆, < 15m

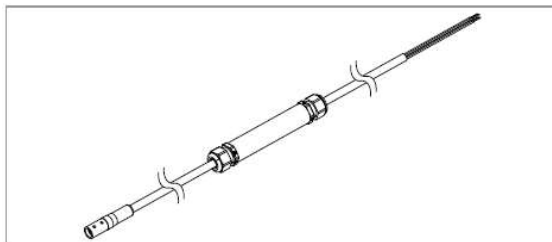


图 28 6180-3V 型顶部读数电缆, > 30m 时 T

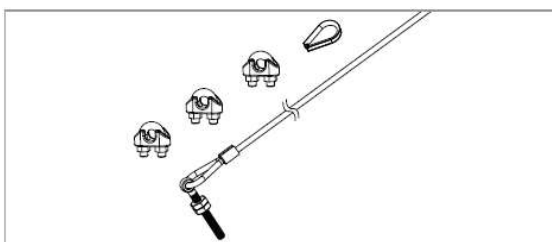


图 29 6180-6 型安全钢缆组件

附录 B. 率定表表样

GEOKON.						
MEMS Tilt Sensor Calibration						
Model Number: 6180		Calibration Date: December 07, 2020		This calibration has been verified/validated as of 03/31/2021		
Serial Number: 2947462 Axis A		Temperature: 21.7				
Calibration Instruction: CI-Tiltmeter MEMS Sensor		Technician:				
Inclination 1 (degrees)	Uncorrected Reading 1, R ₁ (degrees)	Inclination 2 (degrees)	Uncorrected Reading 2, R ₂ (degrees)	Reading Average, R (degrees)	Calculated Output, Θ (degrees)	Error (%FS)
-15.0001	-14.9958	-14.9998	-14.9989	-14.9973	-15.0002	0.00
-8.0001	-7.9149	-8.0001	-7.9159	-7.9154	-8.0001	0.00
-3.9997	-3.8680	-3.9997	-3.8679	-3.8679	-3.9993	0.00
-1.9999	-1.8452	-1.9999	-1.8456	-1.8454	-2.0002	0.00
-0.9998	-0.8332	-1.0001	-0.8333	-0.8332	-0.9997	0.00
0.0000	0.1776	0.0000	0.1771	0.1773	-0.0008	0.00
1.0001	1.1912	1.0004	1.1872	1.1892	0.9994	0.00
2.0002	2.2022	2.0002	2.2023	2.2023	2.0007	0.00
4.0004	4.2248	4.0004	4.2254	4.2251	4.0002	0.00
8.0005	8.2750	8.0005	8.2752	8.2751	8.0033	0.01
15.0005	15.3537	15.0001	15.3506	15.3521	14.9986	-0.01
Gauge Factor (G): 0.98844 (degrees/degree)						
Offset : 0.17818 (degrees)						
$\Theta = G(R) - \text{Offset}$						
The output of the 6180 Inclinator Sensor is a corrected angle of inclination.						
The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges. The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.						
This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.						

图 30 6180 型传感器 A 轴率定表表样

GEOKON.						
MEMS Tilt Sensor Calibration						
Model Number: 6180		Calibration Date: December 07, 2020		This calibration has been verified/validated as of 03/31/2021		
Serial Number: 2947462 Axis B		Temperature: 21.8				
Calibration Instruction: CI-Tiltmeter MEMS Sensor		Technician:				
Inclination 1 (degrees)	Uncorrected Reading 1, R ₁ (degrees)	Inclination 2 (degrees)	Uncorrected Reading 2, R ₂ (degrees)	Reading Average, R (degrees)	Calculated Output, Θ (degrees)	Error (%FS)
-15.0001	-15.1397	-15.0001	-15.1418	-15.1408	-14.9972	0.01
-8.0001	-8.1525	-8.0001	-8.1534	-8.1529	-7.9985	0.01
-3.9997	-4.1591	-4.0001	-4.1599	-4.1595	-3.9988	0.00
-1.9999	-2.1642	-1.9999	-2.1650	-2.1646	-2.0008	0.00
-0.9998	-1.1663	-0.9998	-1.1655	-1.1659	-1.0005	0.00
0.0003	-0.1687	0.0000	-0.1704	-0.1695	-0.0026	-0.01
1.0004	0.8305	1.0001	0.8286	0.8296	0.9981	-0.01
2.0002	1.8281	2.0002	1.8286	1.8284	1.9984	-0.01
4.0001	3.8256	4.0004	3.8249	3.8252	3.9984	-0.01
8.0005	7.8208	8.0005	7.8206	7.8207	8.0002	0.00
15.0001	14.8142	15.0005	14.8149	14.8146	15.0049	0.02
Gauge Factor (G): 1.00156 (degrees/degree)						
Offset : -0.16695 (degrees)						
$\Theta = G R - \text{Offset}$						
The output of the 6180 Inclinator Sensor is a corrected angle of inclination.						
The above instrument was found to be in tolerance in all operating ranges. The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with ANSI Z540-1.						
This report shall not be reproduced except in full without written permission of Geokon.						

图 31 6180 型传感器 B 轴率定表表样

附录 C. MODBUS 可寻址系统

C.1 MODBUS 通信参数

端口设置	要求值
波特率	115,200 bps
数据位	8
校验	N
停止位	1
流控制	N

表 8 Modbus 通信参数

C.2 错误代码

代码	名称	原因	解决方法
2	温度传感器范围	所测温度超出范围，热敏电阻可能过热、过冷或可能损坏。	使用相邻的传感器验证或估算温度。
4	温度传感器验证	辅助温度传感器的精度与主传感器差别太大	使用相邻的传感器验证或估算温度。
8	系统复位	此前测量过程中出现意外中断	确保电压符合要求并保持电源供电充足

表 9 错误代码

注意：传感器以二进制代码存储和传输错误以压缩信息。尽管不太可能，但在一个测量周期内可能会出现两个错误。结果代码将是错误编号的总和，例如，错误 4 加上错误 8 显示为数字 12。

附录 D.CR BASIC 编程

D.1 CR1000 编程示例

下面示例程序读取带有三个双轴传感器的 6180 型传感器。本例中的传感器串通过设置到 COM1 的控制端口 C1 和 C2 与 CR1000 通信，需要用到 RS-485 到 TTL 转换器。

Public ErrorCode	‘从 Modbus 指令返回的错误代码’
Public A_Axis_Degrees(3)	‘A 轴度数输出’
Public B_Axis_Degrees(3)	‘B 轴度数输出’
Public Celsius(3)	‘摄氏温度’
Public Count	‘通过传感器的计数增加’

'Define Data Tables

DataTable(Test,1,-1)	
Sample (3,A_Axis_Degrees(),IEEE4)	‘储存 ‘A 轴角度
Sample (3,B_Axis_Degrees(),IEEE4)	”储存 ‘B 轴角度
Sample (3,Celsius(),IEEE4)	‘储存热敏电阻摄氏温度
EndTable	

'Main Program

```

BeginProg
  'Open COMport with TTL communications at 115200 baud rate
  SerialOpen (Com1,115200,16,0,50)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds Scan
  (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String For Count = 1
  To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so
    not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0 Celsius(Count) = 0
    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (Com1)
    'Write to register to begin reading MEMS String
    NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119"
  is 'entered
    ModbusMaster
    (ErrorCode,Com1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,50,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)
    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis
    Degree Readings
    ModbusMaster
    (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,1,
    1,50,0)
    ModbusMaster
    (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,1,
    1,50,0)
    'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius
    from string
    ModbusMaster
    (ErrorCode,Com1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,550,0)
    'Delay before proceeding to next reading

```

Delay (1,1,Sec)

Next

'Call Table to store Data CallTable Test

NextScan

EndProg

D.2 CR6 编程示例

下面示例程序为读取带有三个可寻址传感器的 6180 型传感器。本例中的传感器串通过设置为 ComC1 的控制端口 C1 和 C2 与 CR6 通信。CR6 内置 RS 485，所以不需要 RS-485 到 TTL 转换器。

Public ErrorCode	‘Modbus 指令返回错误代码’
Public A_Axis_Degrees(3)	‘A 轴度数输出’
Public B_Axis_Degrees(3)	‘B 轴度数输出’
Public Celsius(3)	‘摄氏温度’
Public Count	‘通过传感器的计数增加’

'Define Data Tables

DataTable(Test,1,-1)	
Sample (3,A_Axis_Degrees(),IEEE4)	储存 A 轴角度数
Sample (3,B_Axis_Degrees(),IEEE4)	储存 B 轴角度数
Sample (3,Celsius(),IEEE4)	储存热敏电阻摄氏温度值读数
EndTable	

'Main Program

```

BeginProg
  'Open COMport with RS-485 communications at 115200 baud
  rate
  SerialOpen (ComC1,115200,16,0,50,3)
  'Read 3 sensors in MEMS String every 10 seconds
  Scan (10,Sec,0,0)
  'Loop through addresses of connected String
  For Count = 1 To 3
    'Reset temporary storage for both Degrees and Temp so
    not to retain
    'previous reading
    A_Axis_Degrees(Count) = 0
    B_Axis_Degrees(Count) = 0
    Celsius(Count) = 0
    'Flush Serial between readings
    SerialFlush (ComC1)
    'Write to register 0x118 to trigger string
    NOTE: ModbusMaster won't send 0x118 unless "&H119"
  is entered
    ModbusMaster
    (ErrorCode,ComC1,115200,Count,6,1,&H119,1,1,10,0)
    'Delay after write register
    Delay (1,1,Sec)
    'Use Modbus command to retrieve A Axis and B Axis
    Degree Readings
    ModbusMaster
    (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,A_Axis_Degrees(Count),&H101,
    1,1,10,0)
    ModbusMaster
    (ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,B_Axis_Degrees(Count),&H103,
    1,1,10,0)

```



```
'Use Modbus command to retrieve Thermistor Celsius
from string
ModbusMaster
(ErrorCode,ComC1,115200,Count,3,Celsius(Count),&H107,1,1,10,0)
'Delay before proceeding to next reading
Delay (1,1,Sec)
Next
'Call Table to store Data
CallTable Test
NextScan
EndProg
```



为人类感知自然
提供高品质的产品与服务!

请告知我们您的需求

基康仪器股份有限公司

地址：北京市海淀区彩和坊路8号天创科技大厦1111室（100080）

电话：010-62698899

传真：010-62698866

客服专线：010-62698855

网址：www.geokon.com.cn