

GK-6100/6115 型测斜仪探头

操作使用手册

(Rev A)

基康仪器（北京）有限公司编译

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

电 话：010-89360909/2929/3939/4949/5959

传 真：010-89366969

电子邮件：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. 概述.....	1
2. 测斜仪原理.....	2
3. 测斜仪探头.....	5
4. 测斜仪电缆.....	5
5. 操作方法.....	6
5.1 连接电缆与探头.....	6
5.2 电缆盘.....	6
5.3 观测方法.....	7
6. 维护.....	8
7. 结论.....	8
8. 技术指标.....	9

1. 概述

图 1 显示了测斜仪系统的各组成部分。探头连着一根与读数仪相连的特殊电缆和带导槽的测斜管。这本手册描述了测斜仪探头和电缆的使用及维护方法。有关读数仪操作的更详细资料见 GK-603 使用手册，有关测斜管安装的更详细资料见 6500 型安装手册。

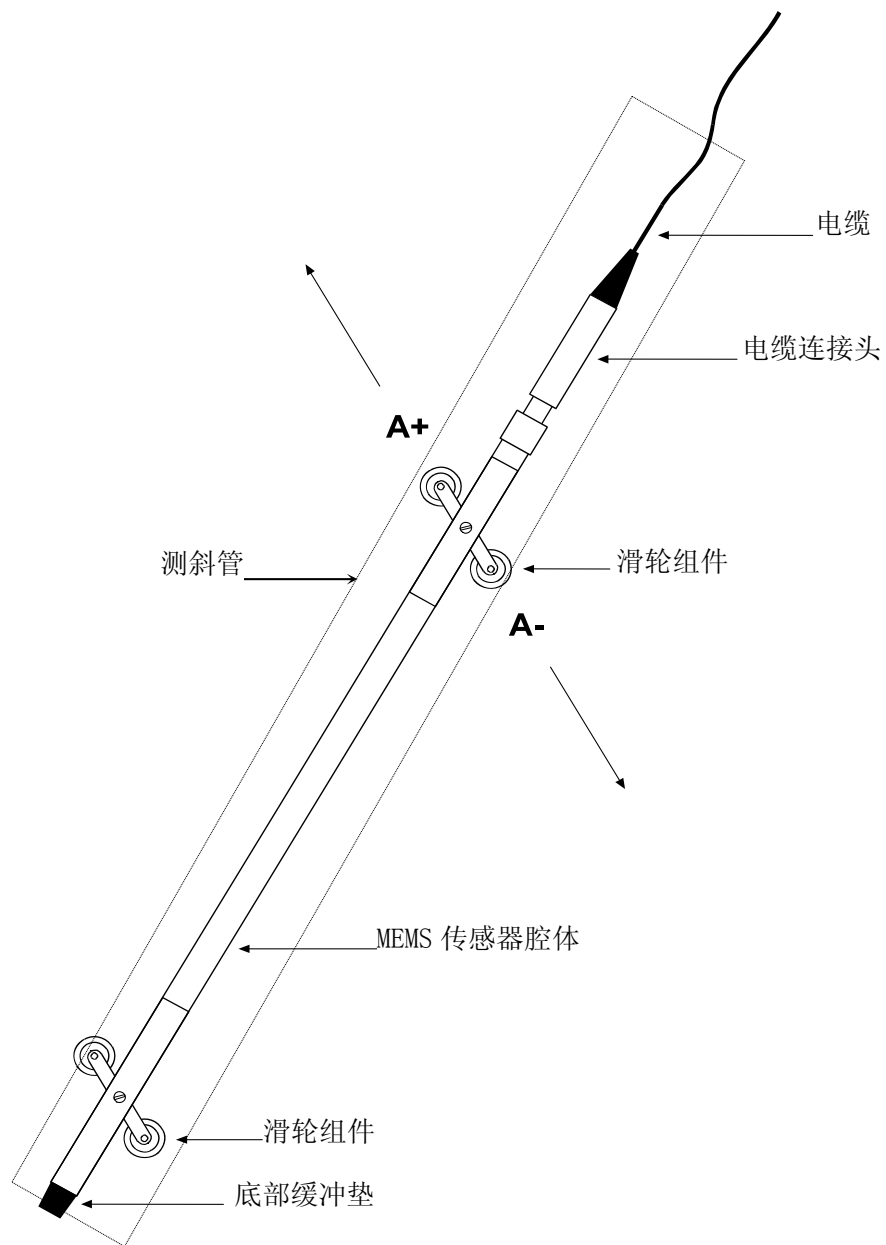


图 1. 测斜仪系统

2. 测斜仪原理

在岩土工程领域，测斜仪主要用于测量大地位移，诸如：可能产生在不稳固边坡（滑坡）或开挖过程中结构的侧向运动等。也可用来监测堤坝、芯墙的稳定性，打桩或钻孔的布置和偏差，以及在回填、筑堤和地下储罐中土体的沉陷等。

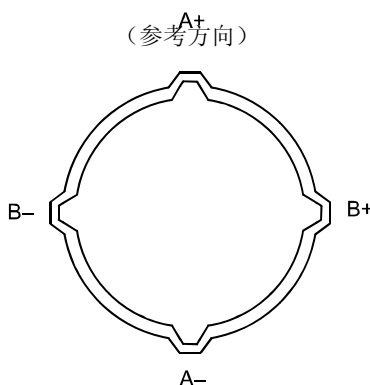


图 2 测斜管

所有这些场合，通常要在土体的钻孔内安装一根测斜管、或将测斜管浇筑在混凝土结构中、也可将测斜管预埋在填筑的堤坝等之中。该种测斜管有四个导槽（图 2），以配合便携式测斜仪探头上的小滑轮（图 3），探头悬在和读数仪相连的电缆的一端，来测量测斜管的竖直（或水平）倾斜，用这种方法来测量由于地层变形引起的倾斜。

探头本身包括一个受重力作用的垂摆，大多数测斜仪使用一个力平衡伺服加速度计，其位置传感器可以探测垂摆的位置，并且提供足够的伺力使摆回到竖直零位置。从竖直零位置倾斜的越大，恢复力越大，因而摆块不能自由运动。伺复力的大小转变成电信号输出在读数装置上显示成为倾斜量。由于伺复力和倾斜角的正弦成正比，因而输出值也和测孔水平位移成正比（或横向测孔的竖直位移）。

为获得测斜仪测斜管周围地层的完整的观测报告，有必要在测斜管周围进行一系列倾斜观测。传统测斜仪探头有两组小滑轮，距离相隔 2 英尺（英制）或 0.5 米（公制），将探头放到测斜管底部进行读数时，即开始了测斜管的观测。探头每提升 2 英尺（英制）或 0.5 米（公制）进行读数，直到到达测斜管的顶部，这组读数被称为 A+ 读数，为使操作过程简单，一般在电缆上每隔 2 英尺（英制）或 0.5 米（公制）作有一个标记。把探头从测斜管中取出，旋转 180°，重新放入测斜管中，方法同上，又可得到另一数据（A- 读数）。

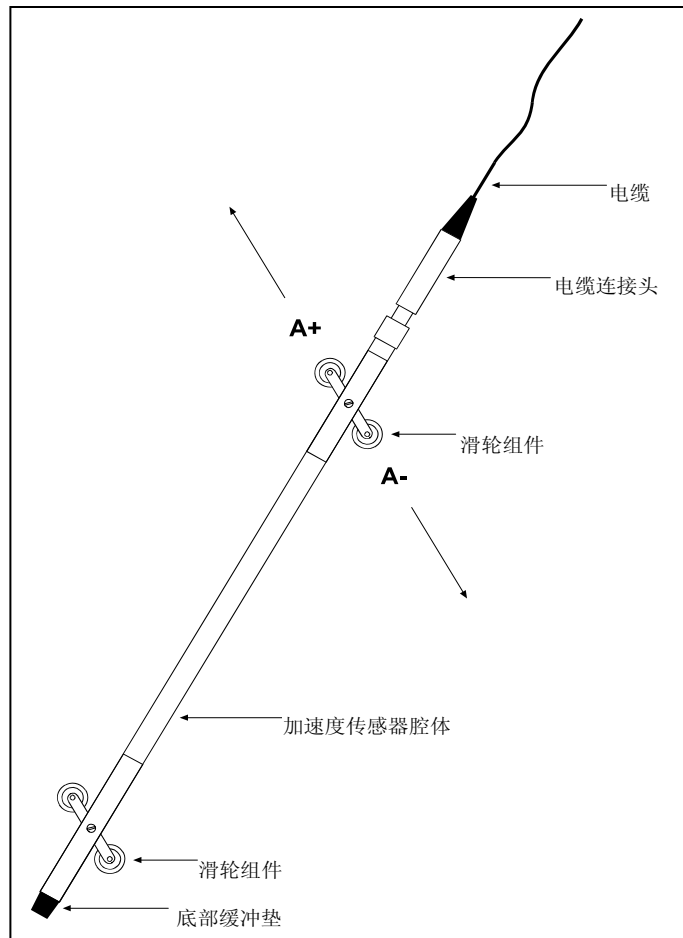


图 3—测斜仪探头

测斜仪探头通常包括两个（双轴）轴互成 90° 的 MEMS 传感器，A 轴与滑轮组成一排平行（图 3 所示），B 轴与其成直角。因而在测量时，得出 A+、A- 读数，也就得到了 B+、B- 读数。

数据处理时，将该两组读数（A+、A-、B+、B-）相结合（用一组数据减去另一组数据），以此来消除 MEMS 传感器的零漂的影响。（测斜仪探头在竖直位置时读数产生零飘移。理想的偏差应是零，但在使用探头时，由于传感器的偏差、滑轮的磨损、或者主要由于探头下落或与安装的测斜仪测斜管底部相碰太厉害造成对传感器的冲击，通常会产生一个零飘移并发生变化。）

后期的测斜管观测数据，与原始的观测数据相比较时，就可得到测斜管的倾斜量变化。倾斜量的变化（ $L \sin \theta$ ）分析的最好方式是通过计算上部滑轮组相对于下部滑轮组同观测读数间距（L）的水平位移（滑轮间距通常如下：英制是 2 英尺，公制是 0.5 米）。在测斜仪各位置处，各轴的两组读数（A+、A- 和 B+、B-），相减就可得出 $\sin \theta$ ，把这个值乘以读数间距（L）和相应的系数，就得到一个以工程单位（英制是英寸，公制是厘米）输出的水平位移。这些位移与最初的观测位移相比较所累积的位移形成一条位移曲线如图 4 所示。

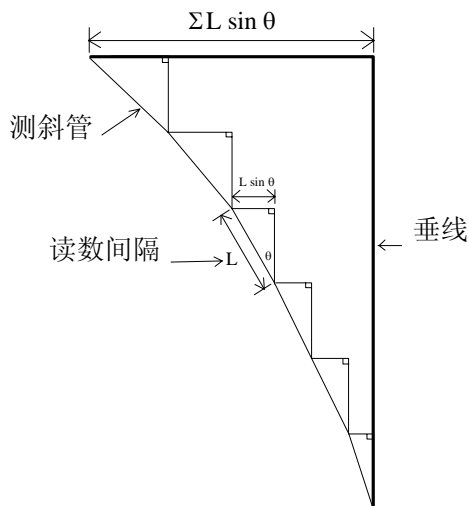


图 4. 测斜仪观测原理

当把这些递增的水平位移累加起来，从测孔底部开始绘成曲线，结果就是初次观测与后来的任一次观测之间的水平偏移变化曲线，见图 5，从这个位移曲线上很容易看出在某个深度处正在产生位移及位移的幅度。

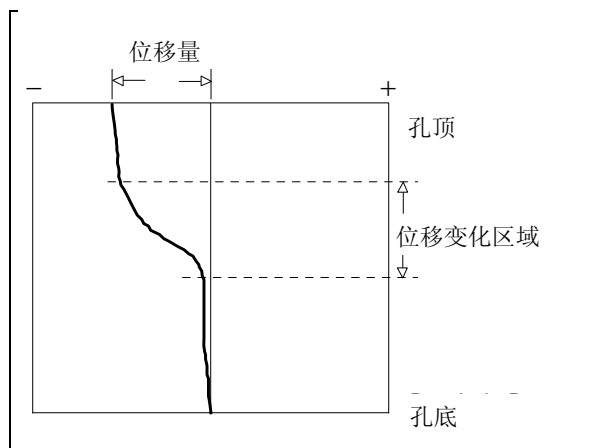


图 5. 钻孔位移曲线

也可用其它分析方法，但一般对整个情况的判断没有太大帮助。例如：用一组数据，就可得到测孔的曲线图。也可按各递增观测深度处读数（测斜）的实际变化绘制曲线，这时曲线表明了产生运动的各深度，但是这种信息可从位移曲线上很容易地得到。

另一种分析方法是和校验（或用仪器检查），用来检验测量数据的质量，下列各种情况均会对数据的质量造成影响：

- 跳过或重复读取一个测点的读数。
- 读数之前，没有使测斜仪静置足够的时间（使探头温度达到平衡）。
- 探头、电缆或读数装置故障。这也许是由于震动、潮湿、电池缺电、探头或电缆的断路或短路造成的。
- 不小心地安放滑轮使得探头滑轮组一次观测与另一次观测不在同一测点位置（即正反方向测点不一致）。
- 将滑轮正好放置在测斜管接头处，以致读数不稳定或出错。

和校验分析法是通过把 A+, A- 读数和 B+, B- 读数相加, 相加后由倾斜引起的那部分读数被抵消, 只留下一个等于测斜仪传感器零偏移两倍的一个值。有关和检验分析法和读数过程的更多信息见 **GK-603 操作手册**, 它包含了读数仪的使用方法。有关测斜仪测斜管安装的更详细说明参考 6500 型测斜仪测斜管的操作手册。

3. 测斜仪探头

图 3 显示了测斜仪探头组成部件。一个圆柱形不锈钢外壳装有一支 (单轴) 或两支 (双轴) MEMS 传感器, 在每个外壳末端有滑轮装置及装有成对的装载滑轮的簧板, 并备有密封的滚柱轴承配合标准的测斜管导槽。

在探头底部有一个橡胶垫, 用来缓冲探头可能掉在坚硬物面引起的震动。这最后一点非常重要, 加速度仪能承受一定量的冲击 (1000g 冲击), 但如果探头落到坚硬的地面则会永久性的损坏。返回厂家维修 MEMS 传感器的费用昂贵。因此在任何时候都要小心使用探头。章节 6.4. 有这方面更多的说明。

在探顶部有带有电缆连接的接口装置。新式探头的电缆接头装置是可拆分的, 以防接口损坏时便于更换。接口是 6 针 Bendix 接口, 螺丝帽用来保护未与电缆相连时的接口, 电缆接口装置还配有 “O” 型圈来密封电缆上的接头并使电缆连接防水。

4. 测斜仪电缆

测斜仪电缆设计坚固, 内部有钢绞线, 能承受 400kg 的拉力, 从而有效的防止电缆被拉伸, 而且万一测斜仪探头堵塞在测斜管中能允许强大的拉力拉测斜仪。应注明的是钢绞线牢固地固定在电缆接头内部, 因此电缆不会从接头中拉出 (需要说明的是即使这样, 如果探头卡的过紧也不能强行拉出)。

电缆上设有标记, 在和测斜仪探头两组滑轮相同间隔处 (0.5 米或 2 英尺) 设有彩色橡胶标记。

在不使用电缆时, 应用所提供的带丝扣螺帽盖来保护电缆连接头。

上端电缆接头为 Lemo 接头, 观测时插入 **GK-603** 读数仪。

5. 操作方法

5.1 连接电缆与探头

测斜仪系统受损的通常原因是没有仔细连接电缆和探头。在这两个连接装置的外壳上有定位销和定位槽来防止插头受损，但重复使用，定位销和定位槽会磨损使插头和插座不成直线。强行使联接这两部分将折弯或折断插针。因此在把这两部分联接之前总要非常小心地确保插头和插座成一直线。有操作者通过让电缆永久地与探头相连来避免可能的磨损和反复联接时猛拉插头以及不正确的联接。这一步骤只在探头连续使用时才建议使用。

前面提到过，在探头接口上面有 O 型圈，非常重要。当探头在水下使用时，O 型圈能阻止水进入接头。因此需要保持“O”型圈的清洁，没有刻纹、裂痕、划痕至关重要。在联接之前要始终检查“O”型圈，定期少量涂抹润滑油将延长“O”型圈使用寿命，一个新探头通常配有 5 个备用“O”型圈。

确保与“O”型圈连接的电缆接头界面中的平面的清洁并没有刻痕也非常重要。

电缆连接步骤如下：

- a) 检查两个接头，看是否有脏污、受潮、受损。
- b) 调整插头和插座并准确地连接这两部分，尽量避免扭曲和摩擦接头。
- c) 在接口的另一半即电缆上拧紧滚花紧固螺母，首先用手拧紧，然后用扳手在滚花紧固螺母的扳手平面上扳紧，当固定电缆接线时，轻轻拉紧迫使 O 型圈和两个金属平面相互连接。注：在拧紧接头时最好让探头自由悬挂，以避免两部分接头产生相对扭转。

接头拧的不要过紧，仅比用手拧的稍紧即可。（过紧会扭弯接头并损坏插针）。
- d) 把两个保护盖置于安全的地方，当电缆与探头分开后要拧上保护盖。

5.2 电缆盘

所提供的电缆装在木质或金属卷筒上，也可订购带手柄的手摇电缆卷盘。卷盘对保持电缆的整洁非常有用。电缆使用时，通常在开始观测之前从卷盘里面拉出足够的电缆。

对于较深的钻孔和测斜管来说，电缆过于沉重而不便于手工操作时，可使用带滑轮装置的特殊机械卷盘。

如不使用卷盘时，操作者也可采用把电缆盘成圈放进盒子或纸箱，从而在测量过程中容易放开电缆而不会缠绕。

5.3 观测方法

(相关详细资料见 GK-603 使用手册)。

5.3.1.

把探头平稳的放入测斜管顶部并把电缆放入(如采用孔口电缆卡具,将其装于管口,并将电缆放入卡槽中)。使测斜仪高轮方向对准 A+方向。(A+方向通常被选定为预期的位移方向。)应在测斜管上做出 A+方向标记。

5.3.2

如果电缆存放在卷盘(非滑环型)中,拉出足够的电缆以便能使电缆到达测斜管底部。把电缆接到读数仪上并打开读数仪,以使电源通到探头。(在 GK-603 屏幕上应设置 A+和 A-的读数方式)该预防措施可使加速度计略微增加抗震能力。

5.3.3

给探头定位使得探头高端滑轮在 A+导槽上,这应确保 A+方向对应于随倾斜量增加的正电压输出。

5.3.4

小心把探头下降至测斜管底部,不要让电缆从手中滑过而使探头自由下落,如果这样做是为了加快速度,但却冒了极大的风险,容易使探头狠狠碰到测斜管底部并损坏探头内的传感器。(建议在测斜管底部放一些软填料如泡沫,橡胶粒等,用来消除所有对探头可能造成的震动损坏,这是一个非常有效的做法。)

5.3.5

应允许探头有足够的时间来达到温度平衡稳定。(观察读数仪上的读数,以确定温度是否平衡。)

5.3.6

提升探头直到最近的电缆标记节放到卡口滑轮装置的卡口中(或,如果未使用卡口滑轮装置,直到最近的电缆标记在测斜管管口。)确保电缆在滑轮装置里,并按读数仪手册指南读取第一个数据。

5.3.7

提升探头直至下一个电缆标记进入卡口,等二秒钟再读数,重复此过程直到探头到达测斜管顶部。让探头在每次读数时保持静止至关重要,同时允许有足够的时间(2秒)让探头在读数之前静置。

5.3.8

把探头从测斜管中取出,旋转 180°直到高轮在 A-方向,然后把探头再次放至测斜管底部。预先读数仪(GK-603)设置 2(见 GK-603 使用手册)并重复 6.6 步骤和 6.7 储存数据(GK-603)。

5.3.9

当观测完成时，把探头擦干净并凉干。装上接头上的盖子并把探头放回到携带箱。电缆应擦干净并重绕，装上接头上的盖子。

6. 维护

测斜仪探头是完全密封的装置，因此不需要现场调节。

6.1. “0” 形圈

连接头上“0”形圈的维护需要让它保持清洁并不能有切口和裂痕。建议定期涂抹“0”形圈润滑油，磨损或损坏的“0”形圈应及时更换。（每支新探头都配有5个“0”形圈。）

6.2. 连接头

在更换保护盖之前一定要使连接头完全凉干，否则将导致锈蚀。

6.3. 滑轮组

滑轮组存放时应保持干燥，应使用压缩空气枪吹掉砂粒使其保持干净，定期用轻油喷洒弹簧、轴支点和轴保持润滑。

6.4. 零漂调整

如果零漂变化是由老化或粗糙操作引起的将不会影响读数的质量或精度，因为已通过A+和A-方向上读取两组读数可消除零漂。然而，如果零漂变化超过5000个数字，探头应送回工厂修理。零漂可用GK-603里面的软件在任何时候调整回零，这一程序在GK-603使用手册附录1中有说明。

6.5. 探头现场率定

将一段测斜管永久性地固定在实验室里稳固的结构上，是一很好的方法。这段测斜管被用来作为探头率定的定期检查，把探头放进这段测斜管中会给出一个不随时间变化的读数。

7. 结论

测斜仪探头是高灵敏度精密仪器，在任何时候都应小心对待。如果探头跌落或被狠狠地碰撞测斜管底部，将使传感器严重受损，修理费用非常昂贵。小心操作和维护探头将带来很长的使用寿命，并会给您带来杰出的回报。

8. 技术指标

型号:	6100	6115
标准量程	±15°	±15°
传感器	2 个 MEMS 传感器	2 个 MEMS 传感器
输出@15°	±4VDC	±4VDC
分辨率 ¹	0.025m m/500mm	0.025m m/500mm
线性	0.02%F. S.	0.02%F. S.
重复性	0.02%F. S.	0.02%F. S.
系统总精度 ²	±6mm/30m	±6mm/30m
温度范围	0℃ t~ 85℃	0℃ t~ 85℃
温度系数	0.002%F. S/℃	0.002%F. S/℃
滑轮间距	0.5 m, 1m	0.5 m, 1m
长度×直径 ³	700mm×25mm, 1200mm×25mm	700mm×25mm, 1200mm×25mm
测斜管内径 ⁴	51~89mm	51~89mm
重量(总重量)	7.5kg	7.5kg
耐冲击 ⁵	2000g	2000g

注释:

1 ±10 弧秒。6100 分辨率仅表示在垂直方向±5 度的范围内；6115 分辨率仅表示在水平方向±5 度的范围内。超过该范围灵敏度将降低。同时分辨率也受所使用的读数仪的影响。

2 6100 在垂直方向±3° 内；6115 在水平方向内。应考虑各读数固有的误差累积，以及探头操作误差，或测斜管受损。

3 电缆连接器的标准长度为 150mm。

4 测斜仪设计用于标准的测斜管中，可用于最大直径 89mm 的测斜管中。

5 测斜仪属精密仪器，因此在使用时必须注意维护和保养，避免碰撞。