



Gk-6015型水平测斜仪  
安装使用手册

基康仪器（北京）有限公司编译

地址：北京市海淀区彩和坊路8号天创科技大厦1111室

邮编：100080

电话：010-62698899

传真：010-62698866

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

邮箱：[info@geokon.com.cn](mailto:info@geokon.com.cn)

---

## 目录

1、简介.....	1
1.1概述.....	1
1.2测斜仪电缆.....	2
1.3电缆连接器.....	2
1.4电缆盘.....	2
2、测斜仪原理.....	3
3、安装.....	4
3.1测斜管安装.....	4
3.2观测方法.....	4
3.3读数.....	4
4、数据处理.....	5
5、维护.....	6
5.1.....	6
5.2.....	6
5.3.....	6
5.4.....	6
5.5.....	7
6、技术指标.....	7

## 1、简介

### 1.1 概述

GK-6015水平测斜仪可以用来测量土体的沉陷变形，如大坝、填土、滑坡、公高速路、铁路路基等，具有高分辨率的特点。

图1示显示了水平测斜仪的组成部分。探头一端连着一根与读数仪相连的特殊电缆，在带导槽的测斜管中沿着导槽滑动。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-604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 水平测斜仪

测斜仪本身包含两个力平衡加速度计，一个受重力作用的垂摆和一个位置传感器，此位置传感器以探测垂摆的位置，并且提供足够的伺力使摆回到零位置。从水平零位置倾斜的越大，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水平倾斜量。由于伺复力和水平输出值（ $A+$ ,  $A-$ ）的倾斜角度的正弦成正比，因此，也正比于探头一端的分层垂直位移。当探头从测斜管的一端拉向沉降（或抬升）的一方，这些连续的垂直位移可以积累成沿管线方向的沉降曲线。

测斜仪本身含一根可以连接到一端的电缆和吊环螺栓，使用连接器可以将吊环螺栓与电缆的另一端相连。探头可以翻转使用，这样在反向位置运行两次测量（来回测量），产生数据 $A+$ 、 $A-$ 。当测斜仪通过180度转向（来回）产生的数值 $A+$ 、 $A-$ ，减去反向位置输出的数值，可以消除误差。

测斜仪是精密仪器，很容易受到冲击破坏，因此，任何时候都需要小心处理。

## 1.2 测斜仪电缆

测斜仪电缆设计坚固，在中央有编织钢绞线，能承受350kgm的拉力，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附着在较低的电缆接头上，因此电缆不会拉出接头（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）硫化有氯丁橡胶膜的彩色橡胶标记。在不使用电缆时用所提供的带丝扣螺帽盖来保护电缆接头。上端电缆接头为Lemo接头，观测时插入GK-604读数仪。

## 1.3 电缆连接器

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。强迫使这两部分联接在一起将折弯或折断插针。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。

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上的平面的清洁并没有刻痕也非常重要。

有眼螺栓与电缆连接器具有相同的线程，连接时应相互拧紧，以确保水不能进入到探头的内部。两个保护盖应置于安全的地方，当电缆不与探头连接时要始终在接头装上保护盖。

## 1.4 电缆盘

电缆盘在不使用时应保持电缆整齐是非常有用的。对于较长的电缆，

过于沉重而不便宜手工操作时，则使用带滑环装置的特殊电动卷盘。

## 2、测斜仪原理

在大多数应用中，通常要在土体的钻孔内安装一根测斜管、或将测斜管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)。导槽的目的是保持直立的探针的车轮使A轴总是垂直。

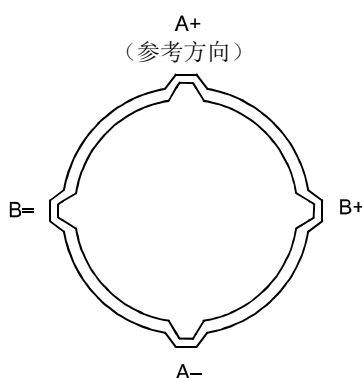


图2测斜管

将后面所有的测斜管观测数据，与原始的观测数据相比较。仪器产生的A+和A-的读数在某种情况下是测斜管倾斜角的正弦值。知道了测量长度和角度，就可以计算出相对于探头另一端的垂直偏转增量。通过求和可以得出每段的改变量，这个改变量可以直接得出测斜管和土体沉降或抬升。探头一端产生的观测数据定义A+, B+, 两端翻转产生的第二组读数定义为A-和B-。当A+和A-读数中减去仪器的偏差后，等于水平方法倾斜角的正弦的绝对值。

探头一端和另一端的高度差由下式得出 $L \sin \theta$ ，其中L是探头与滑轮（无论是2ft或是0.5m）之间的长度， $\theta$ 是探头距离水平方向的倾斜角度。沉降量的计算式通过 $L \sin \theta$ 后续的值与 $L \sin \theta$ 初始值相比较，因此由下面的公式可以得出任意n段的沉降量

$$\text{Settlement or heave at the nth station} = \sum_{1}^{n} (L \sin \theta_n)_{\text{initial}} - (L \sin \theta_n)_{\text{subsequent}}$$

## 3、安装

### 3.1测斜管安装

测斜管通常安装在水平的沟槽和钻孔下或者是预埋在建筑物中。当测斜管不能完全扩展时，则需要通过填充一个回转轮和拉长电缆的方法来延伸。尽量保持A槽与测斜管的长度保持垂直。

### 3.2观测方法

探头通常安装在底槽带有滑轮轮的测斜管中。探头一端标记有白色十字。探头在该端向下倾斜变化的输出值A+将为负数。

在探头的标准观测方式下，可以通过拉长电缆到测斜管的远端，也可以是从远端拉线到探头，如果测斜管一端是末端，则可以通过一个返回的电缆和滑轮来实现。

### 3.3读数

当探头温度达到温度平衡时，在进行读数。这标志着读数仪的读数为稳定值。

使用GK-604读数仪（GK-603操作指南见后面，第二节），请在规定的间隔（2ft或0.5m）进行读数，同时探头返回到读数位置。应允许探头有足够的时间（一两秒钟）来达到温度平衡稳定，在传感器稳定下，每隔一段时间内读取一个数据。时间间隔将被标记在电缆上。这些数据将被指定为A+和B+进行存储。B+读数被定义为测斜管转动值，探头在根据这些数据将自动调节A读数和任何角度的补偿。A轴的读数用来计算沉降量或抬升量。

现在，通过带有电缆连接器的螺栓反向连接到探头，然后将探头返回到远端。使用GK-604指令，（第2.11节第8页），将读数仪的屏幕上的数据提前设置为2，然后重复观测数据。此次观测的数据标记为A-与B-。储存这些数据。当测量完成时，断开连接的电缆；保持探头的清洁和干燥。更换连接器的螺帽盖，将探头返回到便携箱中。应保持卷筒上的电缆干净与整洁。

## 4、数据处理

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），以此来消除力平衡伺服加速度计的零漂或偏值的影响。

（测斜仪探头在水平位置时读数产生零飘移或偏值。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造成对传感器的冲击，通常会产生一个零飘移并发生变化。）只要观测的两部分值不发生改变实际偏移量（ $<5000$ ）是不会产生影响的。

下一次的测斜管观测数据，当与原始的观测数据相比较时，就可知测斜管的倾斜量变化和这些变化所带来的其它的变化。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（通常滑轮是基于探头的，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。这些垂直位移与最初的观测位移相比较，然后在每个位置所累积的差值，产生了沉降或抬升的数据资料。

当把这些递增的垂直位移累加起来，从测斜管的一端开始绘成曲线，结果就是初次观测与后来的任一次观测之间的垂直偏移变化曲线，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辐度。

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，和水平线相比较，（ $\sin\theta=0$ ）就可得到仪器的水平测量曲线图。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），可用来检验测量数据的质量，下列任何一种情况均可有害于数据的质量：

- 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、探头或电缆的开路或短路造成的。
- 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。

## 5、维护

测斜仪探头是完全密封的装置，因此不需要现场调节。

### 5.1

连接头上“O”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“O”形圈润滑油，磨损或损坏的“O”型圈应用新的替换。（每支新探头都配有5个“O”形圈。）

### 5.2

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。

### 5.3

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免于污物，定期用轻油喷洒弹簧、轴支点和轴保持润滑。

### 5.4

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。



## 5.5

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。

## 6、技术指标

型号:	6015M (公制探头)	6015E (英制探头)
滑轮基距:	0.5米或1.0米	2英尺
传感器:	2个力平衡伺服加速度计	2个力平衡伺服加速度计
范围(100%F. S.)	$\pm 53^\circ$	$\pm 53^\circ$
满刻度输出:	$\pm 5\text{VDC}$	$\pm 5\text{VDC}$
分辨率:	.025毫米/500毫米	.0001英尺/2英尺
线性度:	.02%F. S.	.02%F. S.
重复性:	.02%F. S.	$\pm 0.25$ 英寸/英尺
系统总精度:	$\pm 6\text{mm}/30\text{米}$	$\pm 0.3$ 英寸/100英尺
温度范围:	$-20^\circ \sim 50^\circ \text{C}$	$-4^\circ - 122^\circ \text{F}$
温度系数;	.002%F. S. / $^\circ \text{C}$	.001%F. S. / $^\circ \text{F}$
安全震动:	1000g	1000g
尺寸:	700×25毫米. 直径	32×1英寸. 直径
重量:	7.5公斤	16磅

### 1. 范围/满刻度:

从水平方向倾斜 $30^\circ$ 时探头输出5伏的电压, 这些参数被称为满刻度, 超过这个倾斜量的操作是可能的, 但测值几乎没有用。

### 2. 分辨率:

所示分辨率只有在水平偏移 $\pm 5^\circ$ 的范围内才有效,超过这个范围,由于正弦作用积累(例如: $30^\circ$ 倾斜时分辨率只有每500毫米0.029毫米)分辨率下降。分辨率也取决于读数仪的性能,所给数字是假定读数仪能检测0.0005VCD的输出变化。

### 3. 重复性

所示数字仅代表传感器,它包括滞后性和非线性。

### 4. 整个系统精度

实际上,系统的精度主要由测斜仪能从一次次观测中,在测斜管里正确放置在同一深度的精确度决定。诸如测斜管中的碎屑或测斜管损伤等因素也会对它们产生影响。所示精确度是假定观测以正确的方式进行,并且测斜管在水平偏移3度内。