



MI601 型便携式测斜仪 使用说明书

南京基泰土木工程仪器有限公司

NANJING GEOT CIVIL ENGINEERING INSTRUMENTS CO., LTD

MI601 型便携式测斜仪使用说明书

一、概述

MI601 型测斜仪是用于岩土地基深层水平位移测量的专用仪器。采用高精度 MEMS 硅微机电系统传感器作为核心器件。广泛适用于各种岩土地基横向位移的测量，如水利大坝、堤防，城市建设地基基坑开挖，山体滑坡、铁路、公路边坡，港口建设、电力建设以及各种地下结构等工程。整套仪器由便携测头、专用电缆、读数仪、数据通讯&处理软件等部分组成如图 1。



图 1

二 便携仪器测头

测头是测斜仪的核心，是测试信号的来源处，测头中采用进口 MEMS 硅微机电系统芯片作为传感器，它具有长期极高的稳定性、温度特性优良，高分辨率，低噪声，工作温度范围宽，数字 SPI 或模拟输出，抗冲击能力强，彻底消除了抗振难题。测头上下有两组导轮，便于沿测斜导管的导槽升降滑动。当测头处于竖直状态时，传感器的敏感轴处于零位，此时的输出信号值称为零偏，一般情况下，零偏总是存在的：为了消除零偏的影响，采取正反两次测试，取其代数和，作为一个方向上的测试结果。在实际测试时，为了适应一般的习惯，根据测头的规定，建议用户将测头高轮对准北或东，作为测试的正方向。

1、测斜传感器探头指标如下表：

测量范围	$\pm 30^{\circ}$
分辨率	0.01mm/500mm
探头精度	$\pm 2\text{mm}/25\text{m}$
温度范围	$-25^{\circ}\text{C} \sim \pm 55^{\circ}\text{C}$
耐水压	2.0MPa
抗震性	20000g
导轮间距	500mm
探头尺寸	$\phi 28 \times 850\text{mm}$
探头重量	$\approx 3\text{ Kg}$

2、便携式测斜仪工作原理

2.1、便携式测斜仪外观示意图

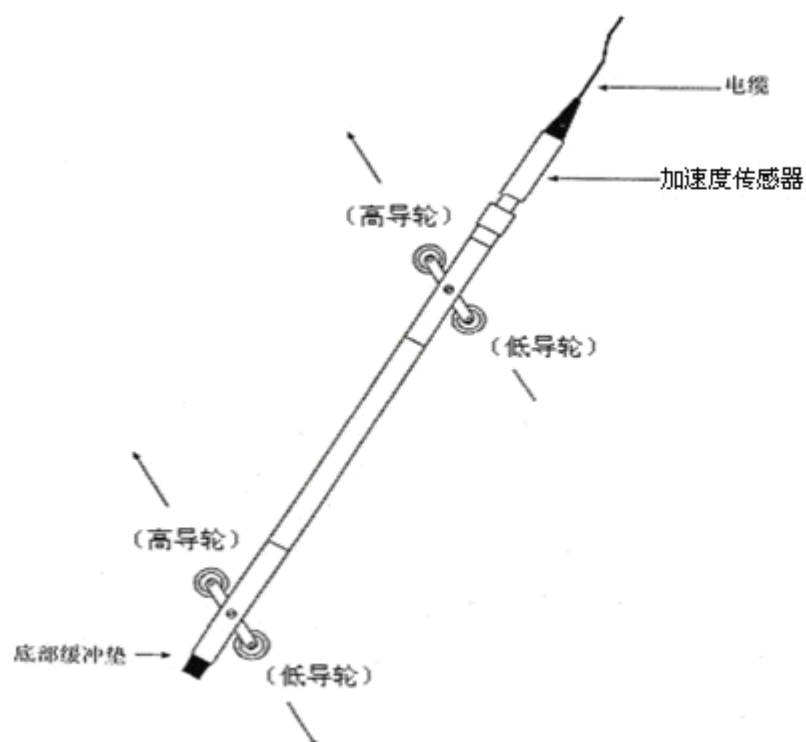


图 2

2.2、便携式测斜仪工作原理示意图

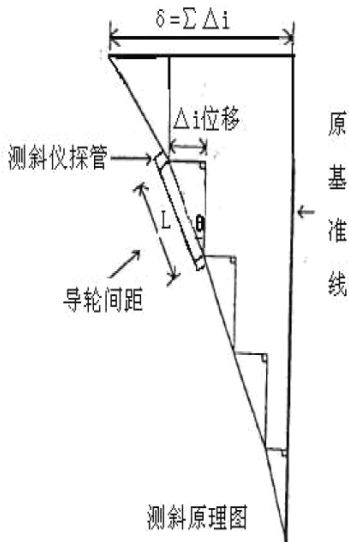


图 3

便携式测斜仪及其导轮是沿测斜管导管的导槽下降或提升。测斜探头内传感器可以敏感导管在每一深度处的倾斜角度。输出一个电压信号，经转换，变为 485 数字信号，在读数仪的屏幕上显示出来。测斜探头内传感器测出的电压信号是以测斜导管导槽为方向基准，在某深度处，测斜仪上下导轮标准间距 L 上的倾斜角的正弦函数，该函数可换算成水平位移。

如图 3 所示，倾斜传感器敏感轴在竖直面内时，矢量 g 在敏感轴上的投影为零，倾斜传感器输出为零。当倾斜传感器敏感轴与水平面存在一个倾角 θ 时，倾斜传感器输出一个电压信号。第一次测量,为 $A+$ 则

$$A+ = K_0 + K \sin \theta \quad (1)$$

式中： K_0 为倾斜传感器偏值

K 为倾斜传感器灵敏度

为了消除 K_0 的影响，可以将探头调转 180° ，在该点进行第二次测量，为 $A-$ 则

$$A- = K_0 - K \sin \theta \quad (2)$$

(1) — (2) 将偏值 K_0 消去，得差数

$$A+ - A- = 2K \sin \theta \quad (3)$$

从图 3 中可以看出 $\sin \theta = \Delta i / L$

$$\Delta i = (A+ - A-) L / 2K \quad (4)$$

对于同一个测孔，在确定的方向上，各测试点位移的总和则：

$$\Delta_{\text{总}} = \Sigma \Delta i \dots\dots\dots。 \quad (5)$$

若 (1) + (2) 则将倾斜传感器倾角投影值抵消，只留下偏值的 2 倍，称为“差值”，通常为一常数。

当把这些递增的水平偏差累积起来，从测孔底部始绘成曲线，结果选取初次观测与后来的任一次观测之间的水平偏移变化曲线，则代表此观测期间土体发生的变形，即水平位移，见图 4，从这个偏移曲线上很容易看出在某个深度正在发生偏移。

数据曲线图

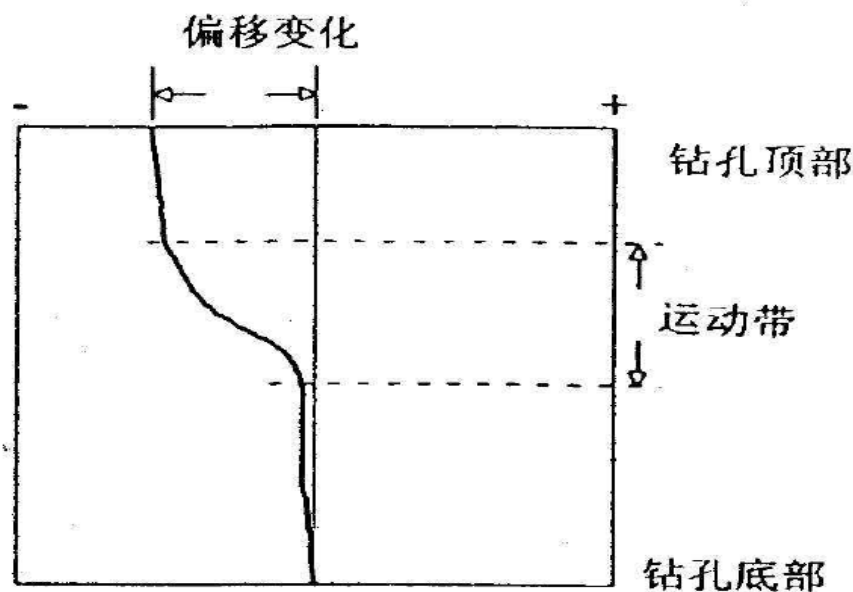


图 4

三 读数仪

读数仪是 MI601 系列测斜仪数据输出的二次仪表，实现测头数据的接收、显示和输出。MI601 型测斜读数仪面板及功能介绍如下：

本使用说明仅适用于本公司生产的 MI601 型测斜读数仪。

1、用途

MI601 型测斜读数仪用于测读本公司配套的测斜仪的输出信号，并能适应工程现场气候环境下正常工作。本读数仪具有中文菜单（也可做成英文菜单）、大屏幕带背光显示屏、测量数据自动换算物理量（需预先输入标定系数）、测量数据本机按键保存和无线遥控保存、测孔数据补测、内置大容量数据存储器，可分四个工作区存储、计算机通讯、离线自动关机等功能。配有数据通讯管理软件，安装后可将数据从读数仪下载到计算机上，实现图数据分析、表制作和绘制曲线等功能。

2、主要技术参数及结构

2.1 主要技术参数

测量范围，见表 1

测量项目	测量范围	最小读数
测量读数	-32000~+32000	1

表 1

时钟精度：不大于±5ppm；

存贮单元：可分四个工作区，在设定孔深假定为 50 米（缺省值，出厂时可设置）的情况下，每个工作区可存放 2000 多个测孔数据；最大每个孔深可设 250 米。

电池：3.7V/3000mAH 聚合物可充电锂电池；

显示屏：240*128 图形点阵 LCD 显示屏；

本机工作电流：不大于 10mA（无背光及外接传感器）；

通讯方式：USB 接口 UART，波特率：9600bps；

充电时间：2~8 小时。

2.2 外型结构

外形尺寸：19.4(L)×13.0(W)×18.5(H)，单位：cm

净重：1Kg。

MI601 型测斜读数仪由下列几部分组成：

1. 读数仪机箱；
2. 测量连接电缆；
3. 通讯连接电缆及通讯软件；
4. 充电器。

2.3 读数仪面板分布

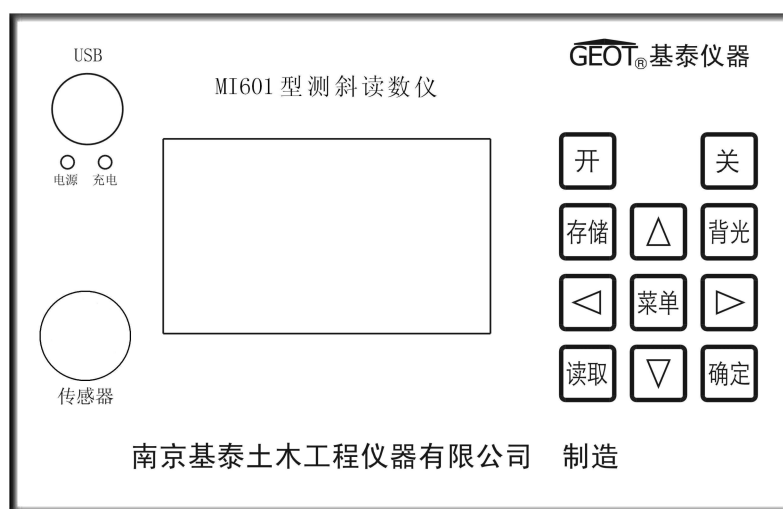


图 5

1. USB 通讯接口兼充电接口及电源、充电指示；
2. 传感器连接电缆插座；
3. 显示屏；
4. 按键键盘。

2.4 键盘功能详解

2.4.1 按键说明

键盘部分共有 11 个按键组成，分别是：

1. 开机键；
2. 关机键；
3. 存储键；
4. 背光键；
5. 读取键；
6. 确定键；
7. 菜单键；
8. 上下左右 4 个键。

2.4.2 按键功能描述

1. 开机键：按开机键，启动或重新启动读数仪，然后才可以进行测量、设置及与上位机进行通讯；
2. 关机键：按关机键，关闭读数仪。
3. 存储键：在测量状态下按存储键存储当前测量的数据，同时屏幕右上方的存储序号自动加 1，测量深度递减一个设定的步长，当测量孔深已经递减到步长内时，提示反向测量或测量完成。本读数仪可分四个工作区，按最大孔深 50 米计算，每个工作区最多可以保存约 2000 个孔次的测量数据。按存储键或遥控开关有 2 秒防误动功能。
4. 背光键：按背光键开启或关闭 LCD 显示屏的背光灯，满足环境光线较暗时的需要，背光灯消耗的电能比较大，所以建议用户按需启用。
5. 读取键：暂未定义。
6. 确定键：设置时用，确定并保存设置的数据。
7. 菜单键：按菜单键进入或退出菜单设置状态，在菜单设置界面，可进行以下操作：
 - 测孔设置；
 - 时钟设置；
 - 补测数据；
 - 探头信息；
 - 系统信息；

- 数据清除；
- 选项设置。

8. 方向左键：

A、在测量状态下，按方向左键，作为快捷方式选取测量孔号，此时显示屏上的孔号显示反显，按上下键调整，按确定键确定。孔号范围：01-99

B、在菜单设置状态下，功能同方向上键，用于切换选择的项目。

9. 方向右键：在菜单设置状态下工作，功能同方向下键，用于切换选择的项目。

10. 方向上下键：在设置状态完成被设置项目数据的调整。

3、基本操作

3.1 测量操作

按下面板上的“开”键启动 MI601 型测斜读数仪，首先读数仪先进行自检。自检通过后即进入测量界面，显示屏显示如图 6 所示：

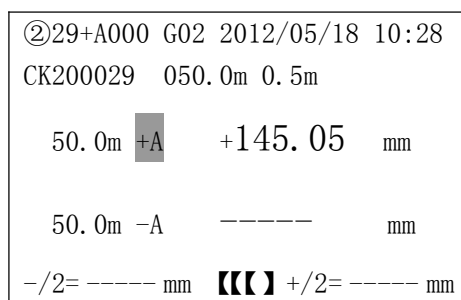


图 6

3.1.1 屏幕显示详解：

1. ②29+A000 为当前工作区、测孔号及存储单元号。其中②为当前工作区域，可在系统菜单中的“测孔设置”中选择；29 为当前测孔号，若要改变孔号，可按“菜单”键进入选取，也可用快捷方式：按右键 29 反色，按上下键变换数字，选取需要测量的孔号，按确定键确定；+A 为当前测量方向；000 表示当前测量深度的序号，每保存一次，该值加 1，直至当前测量深度为 0；
2. G02： G 表示该测孔的测量组号，02 表示当前是第 2 组测量数据；
3. 2012/05/18 10:28 为当前读数仪中的日期及时间，如需修改请按“菜单”键，进入“时钟设置”项目进行设置；
4. CK200029 表示当前测孔的编号，可事先在系统菜单下的“测孔设置”项目内设置，若未设置，则其内容为空白；

5. 显示屏幕上的第三行显示数据分别为：

50.0m 当前测斜仪所在的深度位置；

+A 当前测量方向；

+145.05 当前测量数据 F 值或物理偏移量（需要预先在读数仪菜单项目的“探头系数”中设置好参数），单位：mm；该项目若显示“-----”，表示传感器未接，或测量值超过测量范围；

6. 显示屏幕上的第四行显示数据分别为：

50.0m 当前测杆的深度位置；

-A 当前测量方向的对应方向；

----- 当前测量方向的对应方向的测量值；

7. 显示屏幕上的第四行显示数据分别为：

-/2= ----- mm 表示 $(+A - -A) / 2$ ，是+A 方向和-A 方向的差值平均值；

【【【】】】 为读数仪的电池容量显示，当电池符号变成空白闪烁时请立即充电，以免损害电池。

+/2= ----- mm 表示 $(+A + -A) / 2$ ，是+A 方向和-A 方向和的平均值；

8. 测量值的显示方式：按方向上键，测量数据显示为物理偏移量，单位：mm（探头系数有效设置的情况）；按方向下键显示为传感器的读数，单位：F。

3.1.2 开始测量操作：

每按一次“保存”键，或遥控器按键，保存当前位置的测量数据，同时测量孔深位置递减一个设定的测量标距值，直至该方向测量结束，读数仪提示换向操作或测量完成。

当测量-A 方向时，读数仪会自动将前面已经测量到的+A 方向对应的位置的测量数据提取出来，以便使用者比对，并计算该位置的测量值的“和”和“差”的平均值。

参见图 7。

```

②29-A000 G02 2012/05/18 10:29
CK200029 050.0m 0.5m
50.0m +A +145.05 mm
50.0m -A +143.05 mm
-/2= 1.00 mm【【【】】】+/2= 144.05 mm
    
```

图 7

3.2 菜单操作

在测量状态下按菜单键，进入菜单设置界面，显示如图 8：

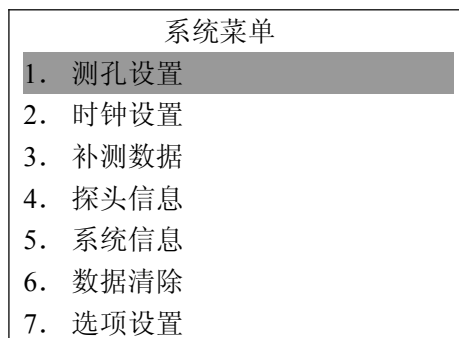


图 8

按方向左右键，切换选择的项目，按上下键调整选中的项目。

菜单设置项目详解：

3.2.1 测孔设置

进入“测孔设置”菜单项目后的显示界面如图 9

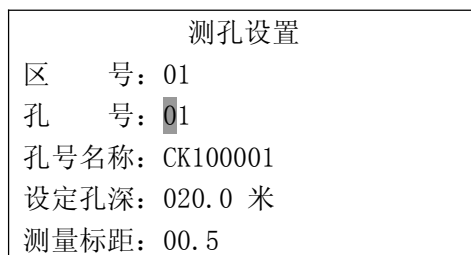


图 9

按左右方向键选择要修改的位置（反显项目），按上下键修改对应的值；

修改的内容在切换孔号、区号或者返回到菜单界面时会自动保存；若被修改的孔号的在读数仪内已经有历史测量数据，修改参数会有警告提示。

若无需改变当前的工作区域，可以在测量状态下按方向左键快捷方式选取测孔号。

3.2.2 时钟设置

进入“时钟设置”菜单项目后的显示界如图 10

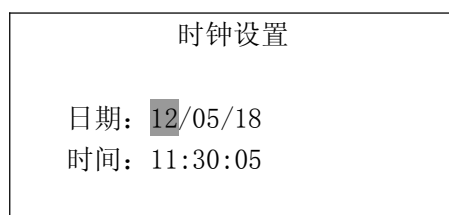


图 10

按左右方向键选择要修改的位置，图中反显项目，按上下键修改对应的值，按菜单键返回，并自动保存设置的时间；

日期格式：年/月/日

时间格式：时/分/秒。

3.2.3 补测数据

进入“补测数据”菜单项目后的显示界如图 11

补测数据	
补测孔号：	01
补测组号：	01
补测深度：	003.0
补测方向：	+A -A
位 移 量：	+27.05mm +26.31mm
-/2=	+0.37mm +/2= +26.68mm

图 11

按左右方向键选择要修改的位置，按上下键选择要补测的内容参数。如上图中的反显项目，对应的相关数据系统会自动调入，选择完补测孔号后继续选择需要补测的组号、补测深度及补测方向，连续按菜单键二次返回到补测状态，此时的测量界面为补测数据测量界面，显示的测量组号、当前测量深度和当前测量方向为在补测菜单里面设定的内容，同时当前的测量组号为闪烁状态，然后按测量方式进行操作。每次只能补测一个点。

- 注意：
1. 若当前测孔未曾测量过，在退出补测菜单时会提示“无数据”；
 2. 补测默认是在当前工作区的，若要补测别的工作区的测孔数据，需先在“测孔设置”中选择需要补测的区号；
 3. 若要取消补测测量状态，可按菜单键进入测孔设置选择区号、孔号，返回后即正常的测量状态，或关机重新启动；
 4. 若还需补测其它点，按前面补测数据过程重复操作。

3.2.4 探头信息

进入“探头信息”菜单项目后的显示界面如图 12

探头信息	
标定参数：	
b0 =	-1.31000E-03
K1 =	+1.11700E-03
K2 =	-1.42400E-11
K3 =	+6.73700E-14

图 12

按左右方向键选择要修改的位置，按上下键选择要设置的内容，也可直接按确定键定位到要编辑修改系数项目的首位。数据若被修改，按菜单键后会提示保存，保存需要输入密码！密码为 1234。

3.2.5 系统信息

进入“系统信息”菜单项目后的显示界如图 13



图 13

本菜单项目只是显示系统的相关信息，不可被编辑或修改。

其中：1. 电池电压：是指当前读数仪内置锂电池的电压值；

2. 剩余内存：是指当前工作区的空闲容量与该工作区的总容量的百分比值；

3. 产品信息：除了软件版本可能会升级以外，其它内容应该由出厂时固定。

3.2.6 数据清除

进入“数据清除”菜单项目后的显示界如图 14

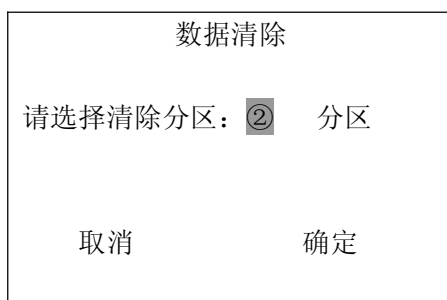


图 14

按上下方向键选择要清除的分区，可选项目为：1~4 分区及全部，选择完成后，按左右方向键，当光标停留在“确定”的地方，按确定键，读数仪会弹出一个警告对话框，提示用户确认，以免误删。

3.2.7 选项设置

进入“选项设置”菜单项目后的显示界如图 15

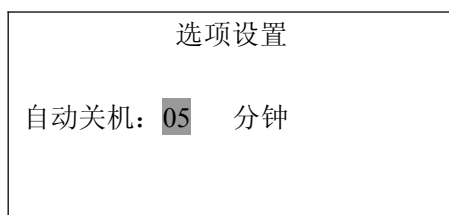


图 15

按上下方向键选择自动关机时间，可选数据为：3~99 分钟或“从不”，按菜单键退出时自动保存设置值。

注：自动关机时间：指没有按键或遥控按键的时间长度，超过这个时间长度，系统自动关机。

4、校验

MI601 型测斜读数仪出厂时都已进行过校验，用户如需校验可返回厂方进行校验。

5、数据通讯

MI601 型测斜读数仪有与计算机通讯的功能，当需要将读数仪存储器内的数据传输给计算机时，应先将随机配送的通讯连接电缆一端插到读数仪方形 USB 通讯端口上，另一端插到计算机 USB 通讯端口上。打开读数仪电源，启动计算机上的 MI601 型读数仪通讯软件，之后按通讯软件菜单提示进行操作即可。

注：在通讯之前应先将 MI601 型测斜读数仪所配送的测斜仪数据管理软件先拷贝安装至计算机的硬盘上。

具体操作方法见读数仪通信软件使用说明书。再将手动或自动存贮在读数仪中采集的数据，通过读数仪通信软件后，读数仪与计算机连接传输数据。

打开通信软件可查看数据，可将数据导出为电子表格文档保存管理，然后进行数据整理、绘制过程线、进行观测分析。

6、充电

MI601 型测斜读数仪内置有可充电锂电池，完全充满一次电可连续工作约 30 个小时以上（不带背光）。当内置电池电压不足时，读数仪显示屏上电池指示会提示。充电请选用随机配送的 USB 接口的充电器，或直接用随机配送的 USB 线与计算机的 USB 口连接即可。当连接充电器或计算机时，读数仪面板上的红色电源灯会点亮，表示有外部电源，同时如

果电池未被充满电的话,绿色的充电指示灯也会点亮,充电时间根据电池的状况一般为 2~8 小时,当电充足时,面板上的绿色指示灯会熄灭。充电电压应不大于 5.5V,过高的电压会损坏读数仪。

MI601 型测斜读数仪具有自动关机省电功能,当无按键操作达设定的时间后(缺省值为 5 分钟,可在设置菜单中重新设定),读数仪会自动关机。

7、测量线连接

MI601 型测斜读数仪面板上有测量接线插座,测量时应与传感器(测斜仪)电缆上的接线插头对接。

特别应注意:当传感器(测斜仪)电缆上的接线插头有故障或脱落时,重新连接时一定要小心,因为接线连错将会造成传感器永久损坏。电缆接线插头连接应为 1. (红)、2. (黑)与 3 同时连接)、4. (黄)。

在连接和断开测量、充电、通讯时,一定要先关闭读数仪,否则容易造成短路烧毁读数仪的事故。

8、使用及保管

MI601 型测斜读数仪为精密测量仪表,在使用中不得用力按压面板薄膜按键,并防止硬物创击显示屏,另外也要防止从较高的地方跌落到坚硬的物面上。读数仪应保管在干燥、通风的房间内,温度应在+10~+30℃。运输中读数仪四周应加垫防震物,不得抛摔。

9、质保保证

MI601 型读数仪自出厂之日起两年内,如出现故障或性能低于技术条件要求且系属产品质量问题,本公司负责免费维修或更换。电池及显示屏因与使用方式有关,不在质保范围内,所以敬请用户合理精细使用。长时间不用的,请每隔半年充放电一次。仪器在使用过程中严禁跌落,以免损耗显示屏!

10、随机附件

- 1、充电器一个;
- 2、USB 通讯电缆一根;
- 3、无线摇控器一个;
- 4、数据通讯管理安装光盘一片。

11、数据导出格式见通讯管理软件界面

12、故障排除

常见故障	可能的常见原因
显示器无信号	电池电压低，电池损坏，检查供电电路是否开路
没有数据显示	信号传输电路不通，测头损坏
显示的数据太大或固定不变	测头中传感器损坏或供电电压不正常
显示的数据时有时无	信号传输通路接触不良
“正”“负”方向测试数据差别太大（在室内短测试管中）	测斜仪参数变化，应施行不对称性调整 测斜管埋设不良，管中有异物、因电缆盘绕、使测头受到扭转力矩，
“正”“负”方向测试数据差别太大（在工地测斜管中）、数据不稳定	测头中传感器受潮，电缆绝缘性差，读数仪电压低，受潮，正负方向同一位置偏差较大
传输给计算机的数据少于读数仪中存储的数据	传输数据线插口未插好，或插头接线有个别开路
充不上电	电池损坏，充电器工作不正常，充电电路开路。
测斜仪读数仪工作时间短	充电时间短，一般充电时间不应少于 3-5 小时

南京基泰土木工程仪器有限公司编制

地址：南京市下关区黄家圩路 41-1 号

网址：www.njgeot.cn

电话：025-83421939

传真：025-83471496