BGK-6880 型 CCD 静力水准系统

安装使用手册

（REV. A）

基康仪器股份有限公司

www.geokon.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。

©2014 基康仪器股份有限公司版权所有

Copyright©2014 China Geokon Instruments Co.,Ltd.

目　录

1. 概述.....1
2. BGK-6880 型 CCD 静力水准系统组成.....1
3. 仪器的安装方法.....2
3.1. 初步检测.....2
3.2. 确定安装方式.....3
3.3. 安装储液灌.....4
3.4. 通液管安装.....4
3.5. 液体介质要求与充液方法.....5
3.6. 安装传感器.....5
3.7. 安装通气管.....6
3.8. 液体防蒸发措施及防止内部结露措施.....6
3.9. 基准点的设置及安装.....7
4. 数据获取.....8
5. 组网通讯与测量.....10
5.1. 使用 RS485 网络组网（数字信号接口）测量.....10
5.2. 使用 4－20mA（模拟接口）组网测量.....10
6. 信号接口及定义.....12
6.1. RS-485 通讯输出电缆（即数字信号输出电缆，长度 3 米）.....12
6.2. 4-20mA 输出电缆（模拟信号输出电缆，长度 3 米，选装）.....13
7. 观测数据处理方法.....13
7.1. 使用数字接口的读数处理.....13
7.2. 使用模拟接口读数的处理.....14
7.3. 基准点高程的修正.....14
8. 故障现象及处理.....14

1. 概述

BGK-6880 型 CCD 静力水准仪是一种高精密的液位测量系统，该系统设计用于测量多点的相对沉降。在使用时，一系列的传感器容器均采用通液管联接，每个传感器内设有一个自由的浮筒，当液位发生变化时，浮筒的位置将随液位变化而变化，而浮筒上的标志杆也随之改变，通过 CCD 传感器来检测标志杆的位置并进行量化及输出，通过转换最终获得液位的变化量。

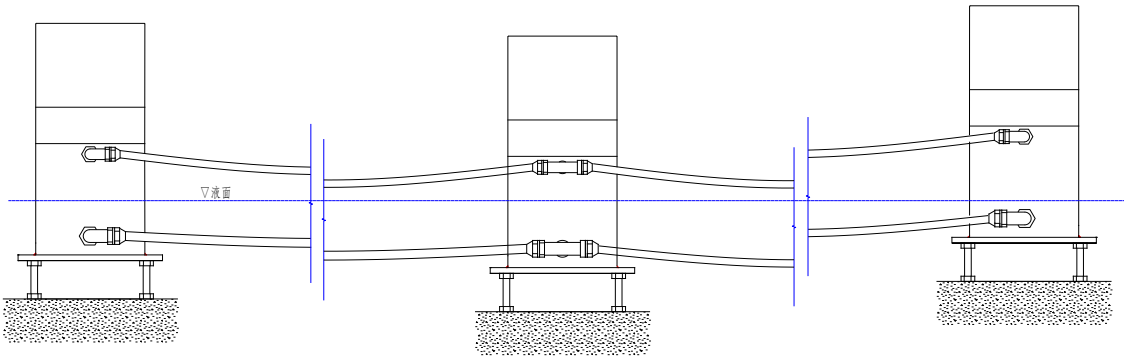


图 1　静力水准仪系统组成示意图

BGK-6880 型 CCD 静力水准仪采用高分辨率 CCD 器件配合标志投影的原理，实现了宽测量范围、高分辨率、高精度、无电学漂移、非接触式测量等技术特点。

在多点测量系统中，所有传感器的垂直位移均是相对于其中任意一点（或基准点）的变化，基准点的垂直位移应是相对稳定的或者是通过观测手段来进行确定，以便能精确计算静力水准系统各测点的沉降变化。

BGK-6880 型 CCD 静力水准仪应用参数如下：

测量范围：0～50mm

环境温度：-10℃～+ 60℃

遥测接口：RS485、4～20mA

供电电压：AC 220V，50HZ

2. BGK-6880 型 CCD 静力水准系统组成

BGK-6880 型静力水准系统由静力水准仪、通液管及通气管组成，仪器部分结构见图 1。

静力水准仪由 CCD 传感器、带有标志杆的浮筒、储液灌、保护罩及相应的固定装置组成，见

图 2。

标志杆安装在方框型的部件上，其下部与浮筒连接，用于液位的传递的传递。为确保运输安全，出厂时的标志杆（即浮筒）用两个安全销固定在仪器中部的隔板上，在安装时应将安全销上的固定螺丝松开并分别推向两侧（图 3 右图的箭头方向），浮筒即可可带动标志杆并随液面产生上下移动。

仪器中部有三排螺钉，最上层的一圈 3 颗为保护罩固定螺钉，中间的一圈共 3 颗为结构固定螺钉。最下一圈 3 颗为储液灌固定螺丝，除中间一层螺钉不得拆卸外，上下两层在安装时均可拆开以便调试。

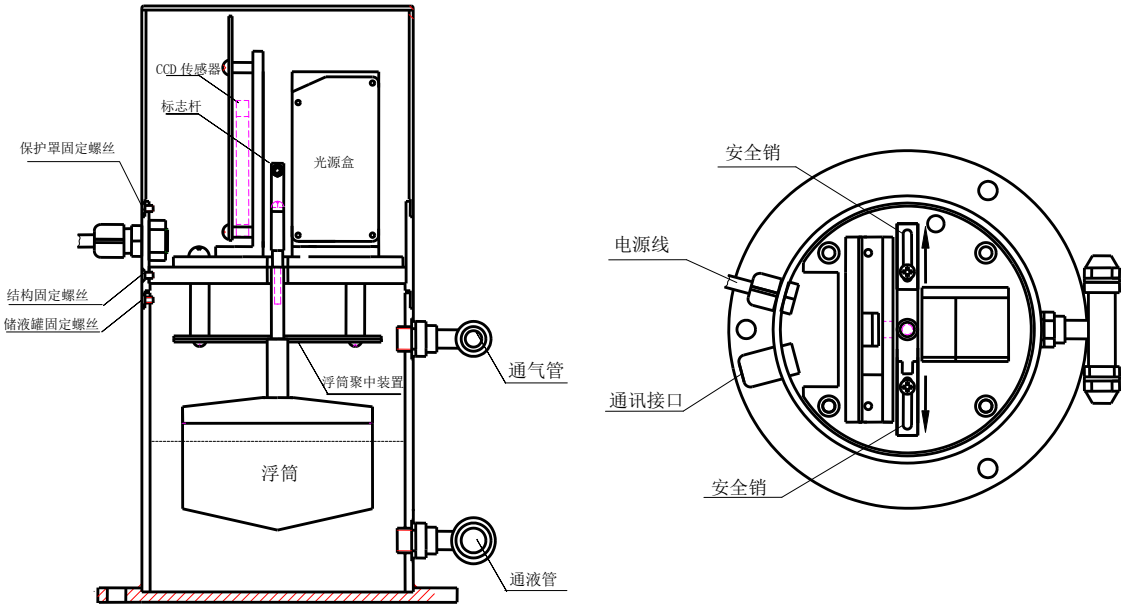


图 2　BGK-6860 型静力水准仪结构示意图

在仪器后侧中部，设有电源线接口与数据通讯接口，调试时应注意其安装的方向，除推荐如图所示的方向外，以方便用户调试或测读为准。

在储液灌前部设有通液管即通气管，需要注意的是，充入的液面高度应低于通液管管口高度 2cm 以上。

当浮筒自上向下产生位移时，反映在传感器上的读数会由小增大（即从 0-50mm），对应的模拟量电流信号将会由 4～20mA 变化。

3. 仪器的安装方法

3. 1. 初步检测

用户收到仪器后，应对仪器进行读数检测，可使用 CCD 专用的仪器测试仪读数或使用校验合格的高精度数字万用表读数。专用的仪器测试仪备有一根连接电缆，直接与仪器连接即可显示读数（需

保持仪器通电），而使用数字万用表时，应选配专用的 4～20mA 电缆方可读数。

仪器出厂读数因其被固定在中间位置，若使用 CCD 专用的仪器测试仪，其读数应在 25mm 左右；若使用数字万用表电流档读数，其电流应在 12mA 左右；在没有强光干扰并且仪器静止的条件下，读数应稳定，使用万用表读数时，其最后 1 位可能会出现跳动，这属于正常现象，并不会影响测量效果。

用户在现场可以对仪器进行率定，但必须选购厂家生产的“水位计测针”作为现场率定装置方能达到较好率定效果。

3.2. 确定安装方式

安装前，首先应确定仪器的安装方式，如边墙固定或者是支墩安装方式。这两种方式安装均应按照仪器的安装孔位尺寸设置或加工相应的安装支架或过渡支架。

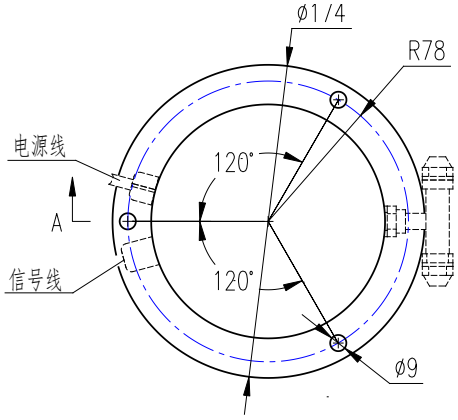
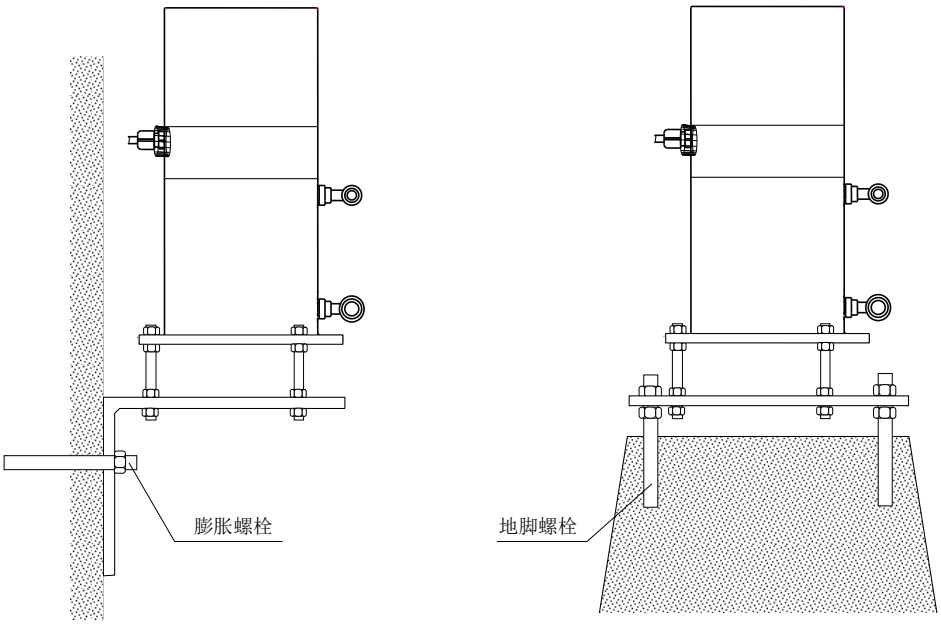


图 3 仪器安装孔尺寸示意图

如图 3 所示为仪器安装底座的安装孔位尺寸，单位为毫米。安装底座有 3 个互成 120 度孔径为 9mm 的钻孔，推荐使用 φ8mm 的螺栓进行固定。注意通液管一侧为仪器的正面，安装时应注意其方向。

在确定安装方式后，应对各测点位置进行抄平，各测点高程误差应小于 1cm，确保仪器安装在同一高程或便于调试。



边墙安装　　支墩安装

图 4 静力水准安装示意图

若采用边墙安装，推荐使用角钢加工如图 4 左所示的支架；若采用混凝土支墩安装，则推荐加工如图 4 右所示的过渡支架。采用这两种方式的优点是在安装或运行过程中随时调节仪器的高度，以满足测量要求。

安装方式并不局限于此，只要能满足测量要求，用户可采用其它的安装方式。

3.3. 安装储液灌

所有支架安装到位后，即可安装储液灌。安装储液灌时，应将仪器中部最下面的一圈螺丝拆卸，使得储液灌与仪器上部分分离开。注意拆卸的仪器主体部分应轻拿轻放并保持清洁，防止出现污损。

安装储液灌时，应分清楚两端的测点罐体上的通液管及通气管是单端接口的弯头或一端封闭的三通，安装是请勿装错位置。

使用合适长度的 M8 螺杆将储液灌与支架固定，注意安装的储液灌应保持铅直，必要时使用水平尺进行校正。

储液灌的安装高程应保持一致，或使用水准方式进行校核。

3.4. 通液管安装

通液管是配套管路中较粗的一根，安装时应根据测点间距下料并预留富余量，以安装后通液管

中部应低于其两端的管接头，以防止在充液时通液管内产生气泡形成气栓。

通液管安装后可能涉及保护，推荐使用金属或 PVC 电缆槽进行保护，不推荐使用全封闭的圆管类材料进行保护，因为这样不利于其充液后的调整。

通液管两端直接套入仪器的管接头上，并将接头螺母拧紧。

3.5. 液体介质要求与充液方法

充入的液体推荐使用防冻液，对于无防冻要求的南方地区允许使用纯净水作为介质，但必须在水中加入福尔马林或硫酸铜防腐（比例 0.1％左右），以防液体变质或滋生藻类而影响测量。

通液管安装完毕后，先不连接通气管，然后立即对系统进行充液，充液前应确认储液灌内是洁净的，若有污物或杂质均应对其进行清洁处理。

充液时，应防止通液管内出现气泡，若有气泡应抖动管道将气泡赶至储液灌内，若还存在小气泡，仍须用小棒敲击将气泡排至储液灌内。**值得注意的是：管道内任何残留的大小气泡均会影响测量效果或测量精度。**

在未安装浮筒等装置前，所有测点在充液后应等待液面达到平衡，平衡后储液灌内的液体深度应控制在 **60mm**，此时安装浮筒等装置后，其平衡后的读数应在 25mm 左右（此为理论值，实际读数可能会有偏差）。

3.6. 安装传感器

液体注入完毕后，将传感器（包含隔板、浮筒）安装到原来的位置，并将下方一圈的 3 颗螺丝固定。

所有的传感器安装完毕后，应静止一段时间，使得各测点液面达到平衡后，将仪器通电进行测试并读数。在出厂时仪器浮筒位置是被安全销固定的，因此在现场应解除安全销的锁定方可使得传感器正常工作，否则仪器读数将会保持不变。解除方法是：将传感器保护罩打开（须拆卸最上层一圈 3 颗螺钉），按照如图 5 所示将固定两个安全销的螺丝松开后，把两个安全销分别推向两侧（左图箭头所示方向），然后将两个螺钉重新拧紧防止安全销松动，这时标志杆及浮筒得到释放即可随液面上下浮动。

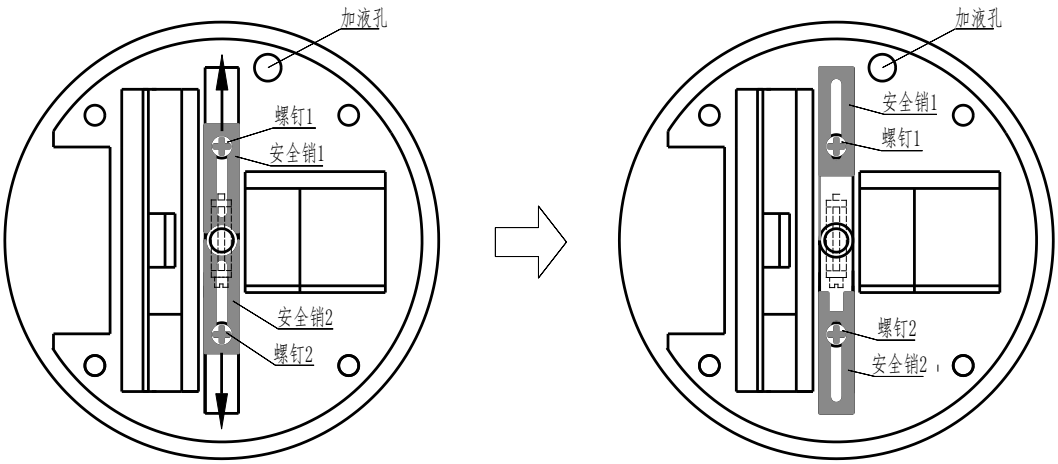


图 5 安全销释放示意图

若各测点的安装高程完全一致，液面平衡后所有测点理想状态下的读数应在 25mm 左右（即中间读数或初始读数），若读数大于 25mm，应添加适量液体，并使用注射器通过图 5 所示的加液孔加入；若读数小于 25mm，则应排出部分液体。注意读数的规律是，储液灌内的液面越高读数越小，反之读数越大。当然，并非一定要将所有读数严格调整为完全一致，若从中间读数 25mm 起算，各测点均有±25mm 的测量范围，在满足预期沉降量的前提下，调试后的初始读数允许在中间读数的基础上有 5mm 左右的偏差或更大些。

若因仪器安装高程不一致引起的测点读数偏大或偏小，应通过调整仪器底座的螺丝来调整仪器的安装高度。

特别需要注意的是：在调试时应严格保持保护罩内结构部分的清洁，防止尘土进入内部。

3.7. 安装通气管

各仪器安装完毕并确认无误后，再安装传通气管，通气管的安装与通液管的安装方法基本相同，只是最好将通气管与通液管安装在同一线槽内保护。

3.8. 液体防蒸发措施及防止内部结露措施

由于仪器本身并非为严格密封的结构，长时间运行后液体可能会产生蒸发而产生液面下降最终导致测量失灵，特别是在北方一些干燥或高温地区。

为防止液体蒸发，通常在安装传感器后应在储液灌内添加硅油，使得硅油覆盖在液体表明形成一层密封油膜。推荐使用的硅油的粘度等级应不大于 10 厘斯，且不得使用其它油类替代。由于运输限制，硅油需要用户自行购买。注入时，请使用注射器通过仪器隔板上的加液孔缓慢注入，每个储液灌注入的硅油量为 10～12 毫升。

在某些环境下，内部会有凝露现象，轻微的导致读数不稳定或读数误差增加，严重的导致不能测量、或不能通讯、或电路工作不正常。因此**建议在仪器安装完毕投入运行后，应将设备处于长期通电状态，通过内部的电路产生的热量以减少或消除结露现象的产生**。

3.9. 基准点的设置及安装

每个静力水准测量系统均应设有基准点，所以基准点必须选择在稳定的结构上（如基岩上）。但基准点的设置通常会收到环境条件的限制其高程也常常也会因温度变化产生的结构膨胀变形导致基准点高程产生变化，最常用的是使用双管标（双金属标）来校正基准点的高程变化。

双管标的设置应按照相关规范或技术文件所描述的方法进行安装，双管标通常有两种，一种为与倒垂线同孔同轴布置的双管标，另一种为平行布置的双管标。

图 6 为同孔同轴布置的双管标来传递高程，并在双管标的钢管标上安装 CCD 静力水准基准点，通过测量双管标的相对变形，即可获取静力水准基准点高程的改正值。这种双标管配套的 CCD 型双标仪及安装支架可按照用户提供的标管尺寸加工，也可由用户自制。

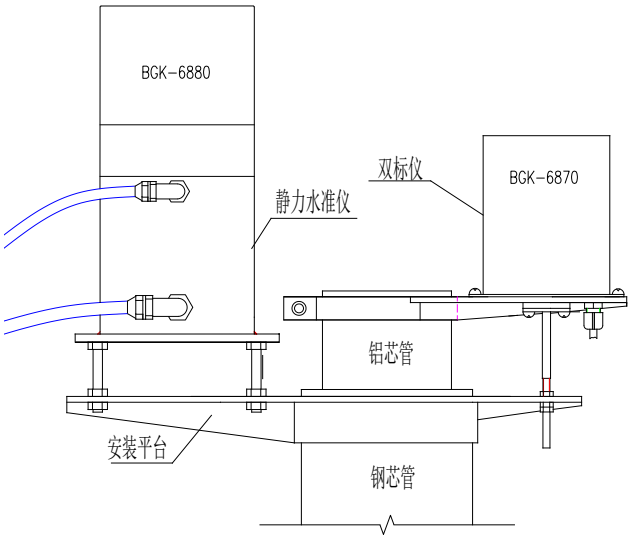


图 6　同孔同轴双管标基准点安装

用户可根据静力水准仪的安装尺寸，在钢标管上固定或焊接一个安装平台（钢板的厚度应不小

于 6mm），在平台上安装静力水准仪，并作为静力水准的基准点。

图 7 为独立安装的专用双管标配合静力水准的安装，CCD 静力水准仪的基准点被设置在管口的钢底板上，由于在这种结构上安装 CCD 型双标仪传感器收到结构本身限制，所以使用了两支 BGK-4420 型振弦式位移计作为双标管的传感器分别测量相对于钢底板的位移变化量，其安装也简单容易。

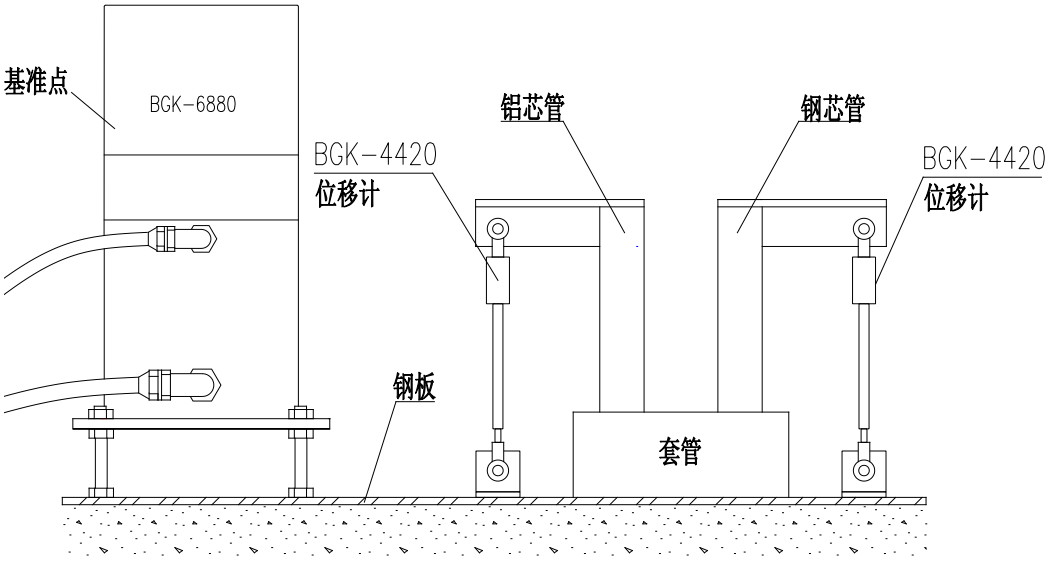


图 7　独立双管标基准点设置安装

对于独立使用的专用双管标旁安装静力水准基准点，钢板作为基准高程。静力水准基准点既可在钢板上开螺栓孔安装，也可将仪器的固定螺栓焊接在钢板上，**注意在焊接时不得将仪器整体带螺栓进行焊接操作，否则会导致因焊接产生电弧导致仪器损坏！**正确的方法是将储液灌与仪器上半部分分离后进行带螺栓焊接，或者使用模板进行焊接。当然也可根据仪器所需安装高度加工过渡支架，将过渡支架焊接在底板上再安装仪器。

双管标的测量使用体积较小的 BGK-4420 位移传感器，位移传感器可选用 12 或 25mm 量程的。在双标管上分别连接支架，并在钢板上固定相应的支架，最后将仪器固定在相应的管标上即可。

4. 数据获取

所有仪器安装完毕后即可进行读数操作，以获取初始值。

现场仪器的读数可使用专用的 CCD 仪器测试仪读数、使用高精度数字万用表读数或使用计算机配合专用的测量软件进行读数。

1）使用专用的 CCD 仪器测试仪读数

使用专用的 CCD 仪器测试仪，直接将随机所附的电缆与仪器信号输出接口连接即可显示仪器的地址、当前读数及电流值读数。当前读数的单位为 mm，电流值单位为 mA。

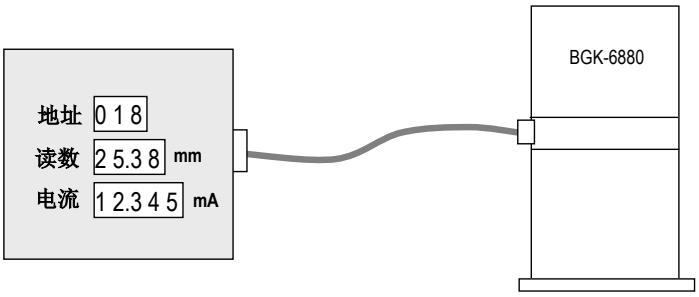


图 8　使用 CCD 仪器测试仪读数

测量时，应确保静力水准仪的电源是被接通的方可显示读数，因为测试仪的电源是通过信号输出接口获得的。此外，水位越高，读数越小，反之越大。

注意，使用 CCD 仪器测试仪时，每次只能连接一台仪器，测试仪本身不支持组网方式的测量。

2）使用高精度数字万用表读取电流值

若没有 CCD 仪器测试仪，但又通过标准的 4～20mA 电流信号获取读数，且使用的数字万用表必须是校验合格的 4.5 位数字万用表，同时须另行购置 4～20mA 电流信号接口电缆才能进行读数。

连接方法如图 8 所示，将数字万用表置于直流(DC)“20mA”档,分别将红、黑表笔插头端插入数字万用表的 mA 与 COM 插孔，然后将黑、红表笔分别与 4～20mA 电缆的黑红导线连接，此时数字万用表显示的读数即为当前电流读数。

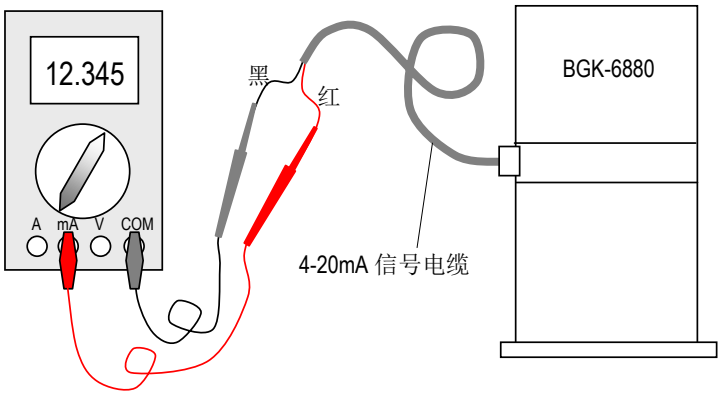


图 9　使用数字万用表测量电流信号示意图

注意，当测点内水位越高，电流读数越小（向 4mA 方向接近），反之越大（接近 20mA 方向）。

并非所有的数字万用表均可用来读数，由于数字万用表的直流电流测量精度随生产厂家不同，误差通常为 0.25％～1％FS，因此使用数字万用表测量的电流值与专用的测试仪显示的电流值会有所差异。

5. 组网通讯与测量

5.1. 使用 RS485 网络组网（数字信号接口）测量

每台仪器均有一个独立的物理地址，也可作为测量网络中的一个节点进行组网测量。利用仪器 RS485 数字接口，通过一条双绞线将系统中所有测点进行组网连接。测量的设备可采用 BGK-RS485 数字信号采集器或计算机来完成。根据使用环境及布线条件，每个网络最多可连接 32 台仪器，如图 32 所示。若采用专用的 BGK-RS485 数据采集器，则组网数量基本不受限制。

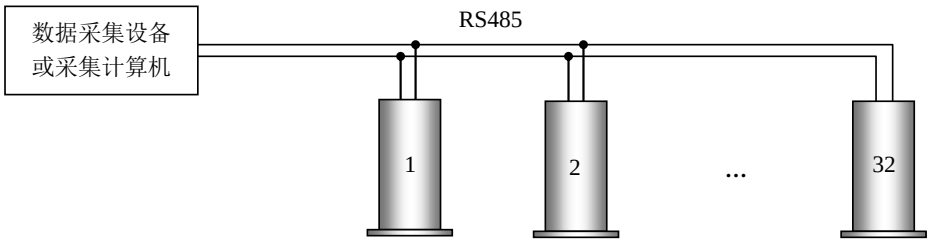


图 10　用 RS485 接口组网测量示意图

使用 RS485 组网测量使用的是数字接口，因而测量精度较模拟信号准确。

由于仪器本身未设存储器，因此通过 RS485 接口的数据采集只能通过外部指令来完成。更多信息请于厂家联系。

特别说明：在使用 RS485 组网通讯连接时，应将设备通讯端口的**地(即 GND，通常是屏蔽线)**及相邻端的相关设备**地**(GND)、以及与采集计算机的**地**线完全连接在一起并接入大地，使得通讯接口两端的地呈等电位状态，可以避免因通讯端口的电位差导致的端口损坏或通讯失效，如图 11 所示。

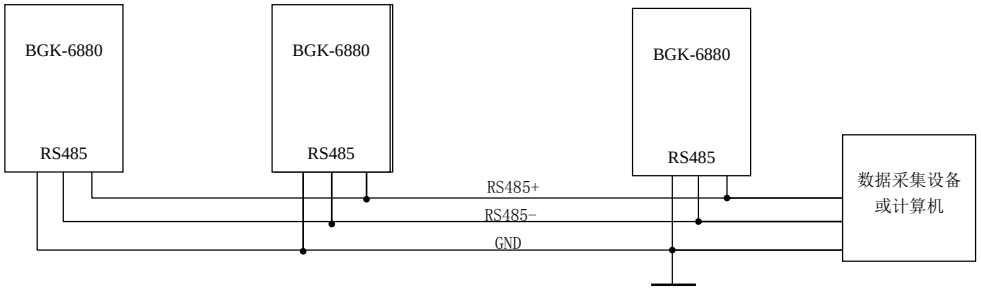


图 11　RS485 网络通讯等电位接地示意图

5.2. 使用 4－20mA（模拟接口）组网测量

利用 BGK-6880 型 CCD 静力水准仪的 4-20mA 标准信号输出接口，可与 BGK-Micro-40 型测

量单元或其它具有 4-20mA 接口的数据采集单元进行组网测量。

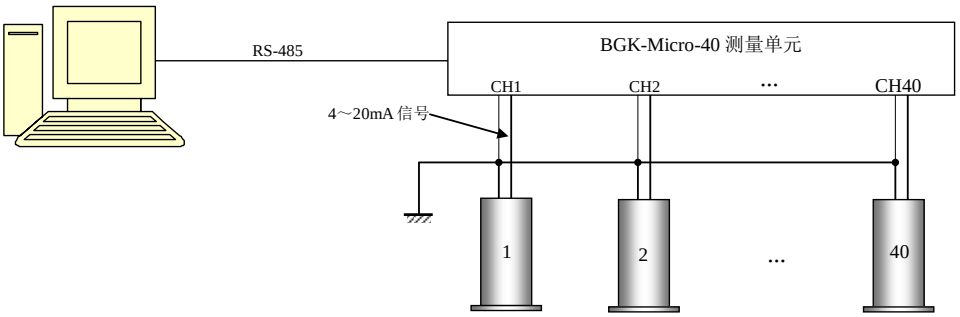


图 12　使用模拟量输出信号组网测量示意图

每台 BGK-Micro-40 型测量单元共有 40 个测量通道，每个通道可接入 1 太静力水准仪，最多可接入 40 台静力水准仪，如图 12 所示。

在使用 4-20mA 信号输出时，必须注意将所有仪器的 4-20mA 信号电缆中的 GND 全部接入大地（或接地网），以得到更好的稳定性并确保设备运行安全，见图 13。

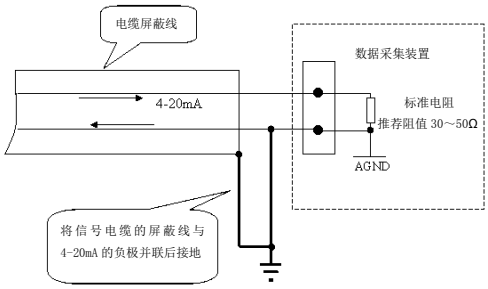


图 13 4-20mA 信号接地示意图

使用 BGK-Micro-40 测量单元进行数据采集时，使用 BGKLogger 软件配置界面如图 14 所示，在传感器类型中选择标准电流式，初始值栏内填写初始电流读数，系数栏内填写标准电流系数即 3.125（mm/mA），偏移量栏内可填写测点高程。

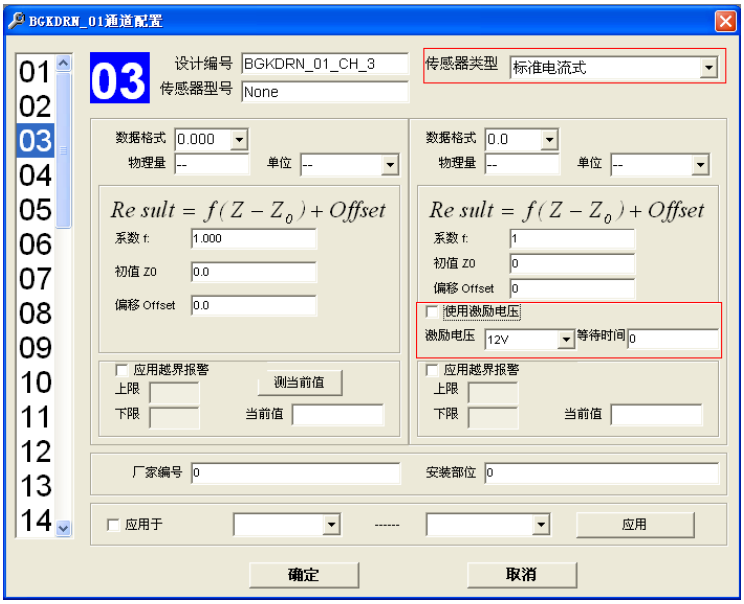


图 14　BGKLogger 软件配置标准电流信号的界面

提示：当使用模拟量接口测量时，其测量精度略低于 RS-485 方式，同时还并取决于采集设备的测量精度。

6. 信号接口及定义

BGK-6880 型 CCD 静力水准仪具有两个接口，其中一个为电源接口，直接与 220V 交流电源连接。另一个接口为 6 针的信号输出插座，分别提供数字信号输出或模拟信号输出，标配的蓝色护套的通讯电缆为数字信号电缆。用户也可选装红色护套的模拟信号接口电缆。

6.1. RS-485 通讯输出电缆（即数字信号输出电缆，长度 3 米）

每台仪器标配通信电缆一条（BGK02-250V6 型 4 芯蓝色护套电缆，带屏蔽），配套插头引脚线序及信号定义如下：

表 1 一数字接口定义

6P 插座引脚	芯线颜色	功能
1	屏蔽裸线	GND（接地）
2	红	RS485+
3	黑	RS485-

6.2. 4-20mA 输出电缆（模拟信号输出电缆，长度 3 米，选装）

用户可选配 4-20mA 输出电缆一根（BGK187V3 型 4 芯红色电缆，带屏蔽），配套插头线序及信号定义如下：

表 2－模拟量输出接口定义

6 Pin 插座引脚	芯线颜色	功能
4	红	电流输出正(Iout)
6	黑	模拟地（GND）

7. 观测数据处理方法

7.1. 使用数字接口的读数处理

使用数字接口能直接获取当前容器的水位值，而任意容器内水位的变化量按照如下方式计算：

$$\Delta L=R_1-R_0$$

试中：ΔL-水位变化量,单位 mm

R_0-测点初始读数，单位 mm

R_1-测点当前读数，单位 mm

对于一个完整的静力水准系统，设基准测点的编号为 0，其余测点编号为 1、2、…、N，则任意测点的产生的沉降（或抬升）量表示为：

$$\Delta EL=(R_{i1}-R_{i0})-(R_{01}-R_{OO})$$

试中： R_{i1}-测点 i 的当前读数，单位 mm

R_{i0}-测点 i 的初始读数，单位 mm

R_{01}-基准点的当前读数，单位 mm

R_{OO}-基准点的初始读数，单位 mm

ΔEL-沉降(或抬升)量，单位 mm。

由上述可得出，测点读数的变化量与基准点读数的变化量之差即为测点的沉降量。而当 ΔEL<0,表示测点产生沉降，ΔEL>0,表示测点产生抬升。

7.2. 使用模拟接口读数的处理

使用模拟接口测量的是电流值，因此需进行转换处理。对于任意容器内的水位变化量，按照下列表达式计算：

$$\Delta L = (R_1 - R_0) \times G$$

试中：ΔL-水位变化量,单位：mm

R_0-为初始电流读数，单位：mA。

R_1-为当前电流读数，单位：mA。

G-为标准电流系数，G=3.125mm/mA。

对于一个完整的静力水准系统，设基准测点的编号为 0，其余测点编号为 1、2、…、N，则任意测点的产生的沉降（或抬升）量表示为：

$$\Delta EL = [(R_{i1} - R_{i0}) - (R_{01} - R_{OO})] \times G$$

试中：

R_{i1}-测点 i 的当前读数，单位 mA

R_{i0}-测点 i 的初始读数，单位 mA

R_{01}-基准点的当前读数，单位 mA

R_{OO}-基准点的初始读数，单位 mA

G-为标准电流系数，G=3.125mm/mA。

ΔEL-沉降(或抬升)量，单位 mm。

当 ΔEL<0,表示测点产生沉降，ΔEL>0,表示测点产生抬升。

7.3. 基准点高程的修正

通常情况下人为基准点是不必修正的，除非在基准点安装在并非稳定的环境，这种情况下必须对基准点的高程进行改正。在没有在基准点设置高程传递装置的情况下，通常需要定期使用光学方法（如水准仪或全站仪）对基准点进行校核即可。

若在基准点附近设置了双金属管标等类似配套高程传递装装置，则可根据双管标获取的改正值对基准点高程进行修正，改正方法请按照相关规范即产品手册执行。

8. 故障现象及处理

BGK-6880 型 CCD 静力水准仪具有故障自诊断功能，并能通过 RS485 数字接口输出故障代码

供 CCD 仪器测试仪或上位机显示。

若使用专用 CCD 仪器测试仪读数并存在故障时，其故障代码将显示在测试仪的读数窗口上。若存在故障时，请按照表 3 所示方法进行修正。

表 3-故障代码及对应处理方法

上位机故障代码	CCD 仪器测试仪显示码	含义	故障原因	处理方法
E1000000	（不显示）	未配置传感器	未配置传感器，不通讯	正确或重新配置
E2000000	Err2	光线太强	传感器保护罩未盖上导致光线过强	盖好保护罩
E3000000	Err3	光源太弱	内置光源性能下降或故障	将仪器返厂维修
E4000000	Err4	超量程，无标志	储液灌内水位过高、水位过低或未加水	检查容器或通液管是否漏液，重新添加液体至适量位置
E5000000	Err5	光线强，CCD 无输出	内部 CCD 出现故障	返厂维修
E6000000	Err6	多重阴影标志	透镜或 CCD 表面有灰尘或污物导致检测失灵	用镜头纸擦拭透镜或 CCD 表面，或返厂维修

注：上位机故障代码仅适用于数据采集仪与采集计算机进行的通讯。

此外，除仪器内部的原因外，可能存在如下因安装不当出现问题及应对解决方法：

故障现象	故障原因	处理办法
读数不稳定，在两个相差较大的数字间来回跳动	光路上有两个不确定标志	清理传感器内部，检查光路是否有颗粒类污染
读数在一定范围变化大，且没有规律	通液管内有气泡	将通液管内的气泡排除
读数随气温有规律变化	通气管内有水、堵塞或并且与大气未连通	检查通气管并使通气管通畅
无读数或电流输出为零	1）仪器无供电； 2）仪器本身出现故障； 3）仪器信号电缆断路或断路	1）检查供电是否正常 2）使用测试仪直接连接传仪器检查读数是否正常，若正常说明信号电缆断路或断路，需重新连接电缆 3）排除上述原因后送厂家维修。
读数不稳定	内部有凝露现象	将仪器长期通电

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　电话：010-62698899　传真：010-62698866　邮编：100080
邮箱：info@geokon.com.cn　网址：www.geokon.cn　客服专线：010-62698855

成都分公司	上海办事处	广州办事处	沈阳办事处	武汉办事处	西安办事处
电话：028-85265767	电话：021-32535933	电话：020-28855166	电话：024-83953991	电话：027-85511500	电话：029-84500508
传真：028-85266881	传真：021-32535937	传真：020-28855227	传真：024-83953995	传真：027-85511200	传真：029-84500508-606