

GK-4650 振弦式沉降仪

安装使用手册

(REV B)

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）。

对于基康只造的科学仪器，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

1. 概述.....	1
2. 安装过程.....	2
2.1. 安装传感器.....	2
2.2. 安装电缆和通液管.....	2
2.3. 安装储液罐.....	3
2.4. 初始数据.....	3
3. 清洗过程.....	4
4. 通气管的清洁.....	4
5. 现场率定.....	5
6. 现场零读数检查.....	5
7. 配件（选购件）及检查程序所需装置	6
8. 维护.....	6
9. 故障与检修.....	6
9.1. 非稳定读数.....	6
9.2. 读数为 9999.....	7
9.3. 读数上的突变与巨变.....	7
10. 技术指标.....	7
11. 读数.....	8
11.1 GK-403（BGK-408）便携式读数仪的操作.....	8
12. 数据处理.....	8
12.1. 传感器高程的计算.....	8
12.2. 沉降位移的修正或终端储液罐的高程.....	9
12.3. 温度修正.....	9
附录A-半导体温度计温度推导公式	11

1. 概述

4650 型沉降仪设计用来测量不同点之间的沉降，储液罐放置在固定的基准点并用两根充满液体的通液管（通液管）把它们连接在沉降测点的传感器上，传感器在通过通液管感应液体的压力并且换算为液柱的高度，由此可以实现在储液罐和传感器之间测量出不同高程的任意测点的高度。通常可以用它来测量堤坝、公路填土及相关建筑物的内外部沉降。

图 1 示意了使用的典型装置来测量在坝体内部的沉降，传感器通过电缆延伸到读数处的方式来读取数字，读数装置可使用 BGK-408 或 GK-403 或 MICRO10 数据采集仪。传感器内包含有一个半导体温度计与一个防雷击保护器，使用通气电缆将传感器连接到储液罐上方来使整个系统达到自平衡，以确保传感器不受大气压变化的影响，安装在通气管末端的干燥管用来防止传感器内部受潮。

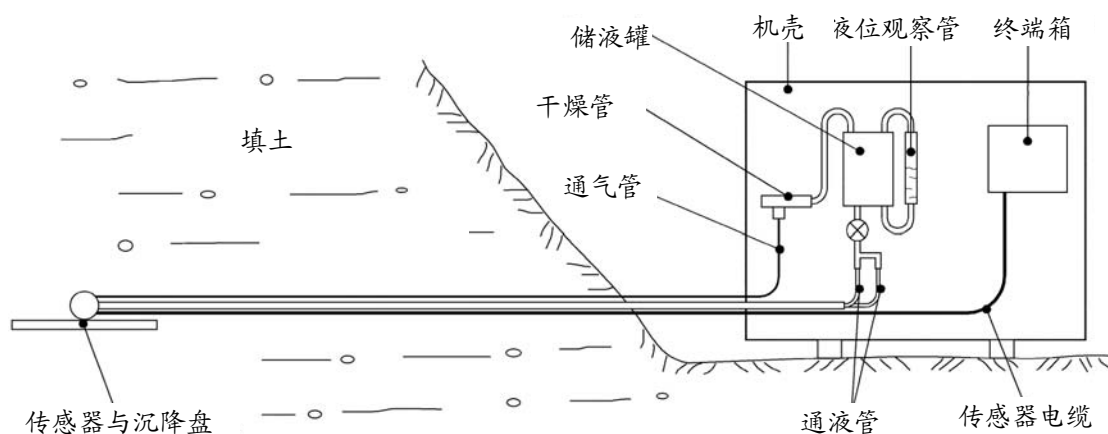


图 1 振弦式沉降系统的典型装置

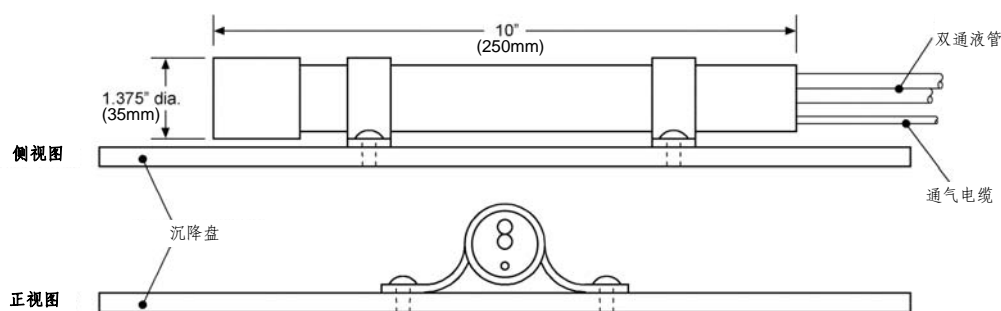


图 2 传感器详图

图 3 为典型的储液罐系统，两根通液管可使多个传感器能够连接到单个储液罐上，使用两根通液管的目的是可以定期冲洗来赶走任何积聚在管中的气泡。使用的液体是典型的去气防冻液混合液体，它能抑制藻类的生长且不易冻结。

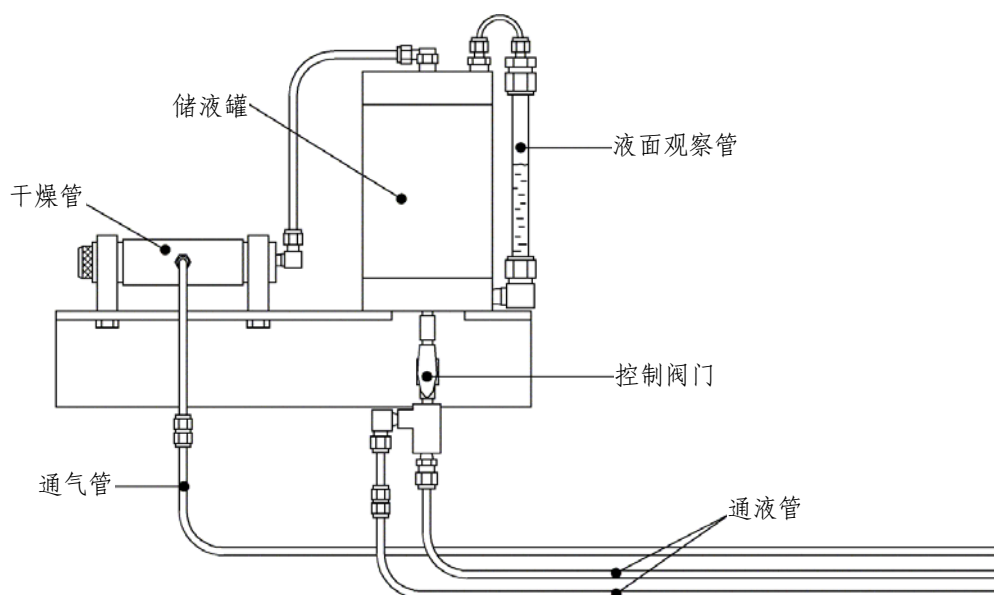


图3 储液罐详图

2. 安装过程

大多数安装都在填土和坝体内进行，传感器和电缆都被埋设在内部。除此之外，碰到沉降点在地表面的情况，可将传感器直接安装在结构上。储液罐的安装高程应比任何传感器和通液管都要高一些。

仪器在出厂时通液管内预先注有去气防冻液体，另配有一根富余长度的小直径尼龙管连接在通液管的外部端头以使系统在运输过程中与外界连通，同时也保护传感器不受温度或压力的大幅度波动的影响及阻止气泡进入通液管。

此外，厂家可能空置通液管以使用户在户外或现场充填液体。

2.1. 安装传感器

传感器通常固定在沉降盘上。

在回填平整的情况下，沉降盘可用螺栓直接固定在结构上。平底槽应为 300 到 600 毫米深，将沉降盘放在槽底平面上然后用小颗粒土料回填，用于回填的材料应去除粒径大于 10 毫米的颗粒，用这种材料应当围绕传感器夯实到槽口平面高程为止。在安装过程中，应当用规范的测量技术来测量沉降盘的高程，同时确认传感器在夯实后没有遭到损坏。

2.2. 安装电缆和通液管

电缆和通液管应埋设在大约 300 到 600 毫米深的沟槽里，沟槽不能上下起伏。电缆和通液管应各自独埋设且不能相互接触和扭在一起（也可将电缆及通液管用同一钢管或较厚的 PVC 管保护后埋设），在任何地方导管都不能高于储液罐。回填沟槽之前应检查有无气泡的

迹象，如发现任何气泡都需要在初始读数之前冲洗通液管。

围绕在电缆周围沟槽里的材料，不允许有大的有角的石块直接靠在电缆上，为了防止水沿着沟槽形成渗流通道，应分段在沟槽的空隙中填入膨润土。

在土坝坝体内的沟槽禁止完全穿透粘土核心部分（如防渗墙），在电缆上的填土，当埋层超过 600 毫米厚时即可正常回填。在电缆外露的地方，电缆应适当地沿着其延长方向加固防止弯曲，电缆也应避免阳光直射和通过注入聚苯乙烯泡沫或氨基甲酸酯泡沫等来绝热防止温度变化对液体的影响。

2.3. 安装储液罐

储液罐应安装在稳定的地面上或观测房的墙面上，储液罐的高程应在安装过程中进行测量和记录。松开储液罐顶部螺丝给储液罐注入去气防冻液直到观测管显示半满状态，储液罐不能直接暴露安装在阳光直射处。

当连接从传感器到储液罐的通液管时不允许空气驻留在通液管内，同时应确保连到传感器上的通气管无堵塞。这可以用真空泵来将通气管里抽取成真空，同时观测传感器在 BGK408 或 GK-403 读数仪上的读数来校核，连接通气管到通气管的汇集处，并在干燥管中添加新的干燥剂。

建议在储液罐液面上加少许轻油（推荐用挥发性较弱的硅油），它能够阻止液体表层的挥发，同时应注意干燥管与储液罐之间的连接管确无堵塞。

将传感器电缆与需要加长的电缆对应芯线连接，各电缆分别接至 BGK--408 或 GK-403 读数，或者与终端集线箱相连。

2.4. 初始数据

初始读数的读取应格外小心，它是以后所有数据的基准数据。通液管必须在恒定的温度下，若通液管非全埋式，数据应在温度相对恒定的时候读取。确定读数时通液管必须没有暴露在阳光直射下。同时在通液管里应无气泡的存在，管中如有气泡往往会造成读数的不稳定。若观测到气泡，在进行初始读数之前应冲洗通液管。若有任何怀疑，则反复冲洗通液管和重复读数，直到读数稳定为止。

注意测量储液罐的液面高度，并做一个标记或记录测尺读数，以用于迅速观测液面出现的任何波动，用其改变量来修正后面沉降位移的计算（参看 12 节）储液罐液面的波动可归因于温度或气压的变化或液体渗漏。

记录环境温度。

3. 清洗过程

定期清理通液管是除去气泡所必需的过程，液体去气的最好方式是使用真空泵（详细情况向Geokon咨询）。去气液体可使用Geokon公司设计的防止空气进入液体中的 2 加仑或 5 加仑装去气液的压力桶，液体能抑制藻类的生长和在寒冷的条件下不被冻结。藻类的生长可在液体里溶解硫酸铜晶体的方式或用商业等级的乙二醇液体来抑制，同时乙二醇也能防冻，推荐

使用蒸馏水而非自来水。图 4 表示建议的清洗通液管的装置图。

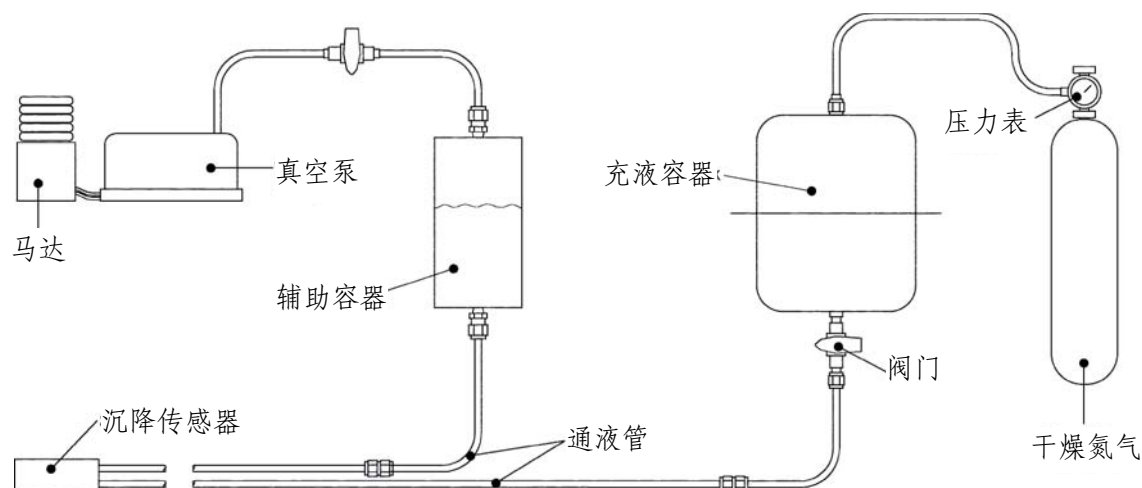


图 4 冲洗装置示意图

关闭储液罐底部的阀门，断开其中一根通液管然后重新装在有去气液体的充水容器上，断开第二根通液管然后把它连在辅助容器的底部，为了加速清洗进程建议用真空泵连在辅助容器的顶部，把一个带有调节阀的氮气瓶接在充液容器的顶部，起动真空泵然后打开充液容器底部的阀门，调整氮气的压力直到沉降传感器上的读数达到最大值，读数既可以在 GK-401 也可以在 GK-403、404 的读数仪上进行。务必注意的是：加载在传感器的压力不能超过传感器量程的 20%，也不能让氮气的压力超过标在充水容器外部的压力额定值[一般为 100psi (700kpa)]，违反这两项预防措施可能导致仪器的永久损坏。随着清洗的进程，辅助容器需要定期排空，用容器储存清洗过的液体以备后用，不能让任何液体进入真空泵，这样会使其毁坏。持续清洗直到导管里的液体全部更新，可把染料加到清洗液中可用来指示清洗过程的进行。一根 300 米长的导管需 2.5 升的液体，清洗完毕后重新把通液管连到储液罐的底部，在此过程中应注意不能有任何气泡进入。

4. 通气管的清洁

连接传感器内部与储液罐上方的通气管应总是连通的着，通气管的所有堵塞现象应归因于挤压、脏物或潮湿，这些都可以引起错误的读数，主要表现为读数波动或对温度变化很敏感。

由于挤压而引起的通气管堵塞可用一个真空吸尘器来抽取并观测传感器的读数来证实，如传感器无反应，则导管被脏物或因挤压而堵塞，堵塞物可被直接取出来即可纠正。由水气凝结而产生的堵塞用真空泵将导管抽空即可清除，当真空吸泵稳定停止后，断开通气管并迅速连接在添加了干燥剂的干燥管或氮气瓶上，这确保返回到通气管的气体是干燥的，最后确认在干燥管（或通气管集中处）与储液罐顶部之间的通气管是连通的。

5. 现场率定

4650 型沉降仪一个最重要特点是它可以在现场率定。

如图 5 所示这是将辅助储液罐连到一根液体导管来完成的。

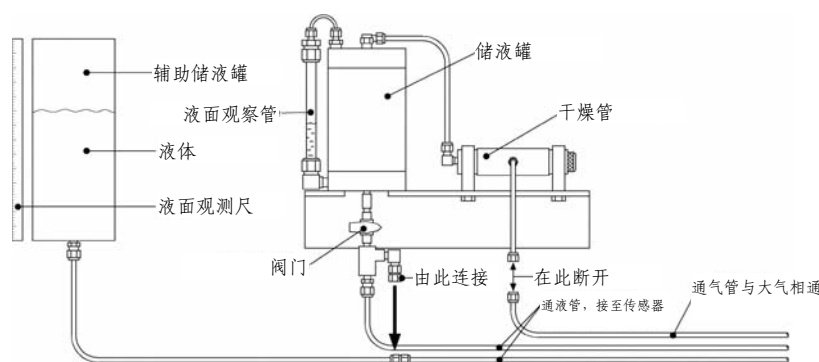


图 5 现场率定装置

首先关闭储液罐底部的阀门，用在储液罐中的同种液体将辅助储液罐注到半满状态并通过一小段的导管把它连接到其中一根通液管上，注意务必不能有气泡进入导管内。闭合储液罐接头的开口并从通气管集中处断开通气管。由液面观测尺测量水位高度来提升和降低辅助储液罐，用 GK-401 或 GK-403、404 读数箱来读取传感器读数，读数稳定之后记录数据（甚至通液管很长的情况下，通常需要 1—5 分钟，即使它观测的数据能反应水位高程的迅速变化）。记录 5 组或更多不同的读数，然后用数据计算出率定系数并与制造厂的率定表格里的系数对比。最后移开辅助储液罐并重新把液通液管接到储液罐的底部，把通气管接到干燥管或集中处，再打开储液罐的阀门。

6. 现场零读数检查

这个步骤并非常规程序中所必须的，但仅用于当对传感器零位置有很大疑问或需要证实沉降位移的突变和明显的变化。

从干燥管上断开通气管，关闭储液罐底部的阀门，从储液罐底部取下通液管，连接其中的一根到氮气瓶上，打开氮气瓶并调整氮气压力使传感器读数达到最大标准值（不能超过最大范围的 20%）。另一根通液管也断开。（通液管长度超过 200 米时可用一个真空泵接到另外一根通液管上可加速进程）。当所有通液管中的液体全部抽出后，再用氮气流干燥 30 分钟，这可以加速导管干燥的进程。关闭氮气瓶并断开通液管使及与通气管都与大气连通，直

到传感器读数稳定后才记录零位置读数，把零读数与率定表格上的读数比较。

按照段落 3 上的描叙的清洗过程重新将通液管充液，但有如下三个不同点：

若使用真空泵在让它运行 30 分钟或在打开充液容器底部的阀门让液体流入导管之前，传感器读数已经稳定，这将在很大程度上减少让空气进入导管和传感器腔内的可能。

7. 配件（选配件）及检查程序所需装置

GK-403 或 BGK-408 读数仪

组合扳手

携带调节阀的干燥氮气瓶

充满去气液体的充液容器（50%的防冻液掺加含有染料的蒸馏水）

真空泵和附有封口夹的橡皮连接管

发电机（汽油控制）

辅助储液罐

其它连接导管和配件

8. 维护

每隔 3 个月时：

在终点观测房对储液罐进行肉眼观测，在储液罐观测管里进行水位渗漏检测，如果有必要，松开储液罐顶部的螺丝（注液口）添加液体。

在通气管集中处或干燥管里添加干燥剂，没有用过的干燥剂为兰色，用过后的为粉红色。

每隔 12 个月时：

用去气液体清洗液体通液管

按第 5 节所叙进行现场率定

9. 故障与检修

错误的读数可能以不稳定的、波动的、突然大变化的读数以及数据采集仪上显示 9999 的读数等几种形式表现出来，这些与物理现象无关。首先应查看错误读数是否取决于读数装置，若使用数据采集仪，应试用 GK-401 或 GK-403 读数仪“B”挡来读取传感器的数据。

9.1. 非稳定读数

数据采集仪上的不稳定读数可能由附近的电源线或电器设备的电气干扰而引起，移走这些设备，有可能的话把电源关闭后再读取读数。

波动的读数可能由液体导管里和清除后的导管遗留下的气泡所致，按照第 3 节和第 4 节所叙的步骤进行处理。

9.2. 读数为 9999

如读数超过量程，数据采集仪上将出现 9999 的读数，若线路短路或开路将发生这种情况。检查传感器黑红导线之间的电阻，电阻值应为 180 欧姆 ± 10 欧姆并计入每 100 米导线为 5 欧姆，若电阻与此标准值有实质上的差别，查找终端盒上连接装置是否松动或电缆上是否破损。

9.3. 读数上的突变与巨变

可能由通液管的漏液所引起，检查储液罐，若发现渗漏有不止一个传感器接在储液罐上，逐个关闭储液罐底部的阀门，直到渗漏的传感器找到为止，如可行的话从系统上拆除该传感器以便它不影响其它的传感器的工作。

10. 技术指标

- 测量范围（标准）：7m（其它量程可向厂家咨询）
- 电缆：GK02-335VT8, 2 对 22 AGW 双绞芯线、另含屏蔽地线、聚乙烯通气管 0.375 inch 直径，聚氨脂护套；
- 电缆电阻：16 Ω /1000 英尺. (5.2 Ω /100m)
- 液体导管：双管 11 尼龙管 1/4" 外径. 聚氨脂护套
- 液体：乙二醇其与蒸馏水的混合溶液为 1:1（即乙二醇含量为 50%），比重为 1.065，凝结点约为 -40 度。
- 干燥剂型号：GK-4500-8

附表：商用防冻液浓度和冰点

冰点℃	乙二醇浓度%	密度 (g/mL)	仪器修正系数	冰点℃	乙二醇浓度%	密度 (g/Ml)	仪器修正系数
-10	28.4	1.0340	1.0300	-40	54	1.0713	0.9941
-15	32.8	1.0426	1.0215	-45	57	1.0746	0.9911
-20	38.5	1.0506	1.0137	-50	59	1.0786	0.9874
-25	45.3	1.0586	1.0060	-45	80	1.0958	0.9719
-30	47.8	1.0627	1.0022	-30	85	1.1001	0.9681
-35	50	1.0671	0.9980	-13	100	1.1130	0.9569

上述数据中，由于仪器率定时采用比重为 1.065 的防冻液，故采用不同冰点的防冻液其仪器的系数应加以修改

11. 读数

初始读数见2.4部分所叙，并按照使用的数据采集仪或选择的读数仪的说明。传感器连接黑导线和红导线，温度计连绿导线和白导线。（在“B”挡上读取传感器读数）

11.1 GK-403 (BGK-408) 便携式读数仪的操作

GK-403 (BGK-408) 读数仪能够直接显示传感器的温度，并且能够储存传感器的读数。同时 GK-403 还可以利用“G”挡输入传感器的率定系数直接将读数转化为工程单位而显示出来，详细信息可参照 GK-403 的使用手册。

下面将阐明如何利用 GK-403 (BGK-408) “B”挡读取传感器的数据。

- 1) 将显示选择开关设在“B”挡。（具体操作可参考GK-403或BGK-408手册）
- 2) 将黑、红、绿、白线夹分别与传感器电缆对应颜色的芯线相连接，蓝色接屏蔽线。
- 3) 接通电源后，显示窗将显示读数（频率模数与温度），读数值最后一位变化在1-2个数字以内。
- 4) 当显示为零时，可能错接或可能仪器坏了，或电缆故障，也可能是由于强电干扰所致。若是后一种情况，连好地线或屏蔽线。如果仍然没有信号，就要检查故障产生的其它原因。

大约4分钟后，读数仪会自动断电。

记录传感器读数的同时也记录传感器上方填土的高度，温度和其它物理数据或建筑物的活动因素，这些都将影响读数。

12. 数据处理

12.1. 传感器高程的计算

读数可用来计算传感器的高程并把结果绘制成时间函数曲线图，曲线应同时显示在每次读数的过程中填土的高程，温度曲线也应包括进来，因为标准的4650沉降仪使用的是4500SV型或4500ALV型传感器。读数差将随着传感器沉降点与储液罐的接近逐渐变小。

E代表传感器的高程，给出的关系式如下：

$$E = E_0 - (R_0 - R_1) G + \Delta E_{RES.}$$

E_0 传感器的安装高程

ΔE_{RES} 是在储液罐观测管里的液体的水位的变化，若液体的水位下降 ΔE_{RES} 是负的，反之为正。

R_0 初始读数

R_1 当前读数

G 为提供的传感器率定参数

一个典型的率定表由制造厂提供，如图6所示

例如

$$E_0 = 541.623 \text{ meters}$$

$$R_0 = 3030$$

$$R_1 = 2800$$

$$G = 1.18\text{mm/digit}$$

$$\Delta E_{RES} = -10\text{mm} \text{ (储液罐观测管里的水位比初始测量水位低10毫米)}$$

故传感器新的高程为：

$$E = 541.623 - (3030-2800) 1.18 \times 10^{-3} + (-0.010)$$

$$E = 541.342 \text{ m}$$

换言之，沉降位移为281毫米。

12.2. 沉降位移的修正或终端储液罐的高程

定期的液面观测应由混凝土支墩（或观测房）的高程来计算，终端的储液罐放在支墩（观测房）上，沉降位移应从计算高程中扣除。

12.3. 温度修正

温度对液体体积和液体局部范围膨胀与压缩有影响。


温度影响液体体积和液体局部范围内的膨胀和压缩相当复杂，并在某种程度上它们相互抵消，通液管通常采用绝热的方法来减小温度的影响，系统暴露在大气和阳光下可能使不同部位的温度发生迅变，这会引起读数上较大的波动，在这些情况下，预防措施为有必要来使系统在最大限度的温度稳定的情况下读取数据。

温度对传感器的影响可修正，若传感器埋在填土内部的话，影响通常是相当小的。

对高程的温度修正 E_T 公式如下：

$$E_T = (T_1 - T_0) C$$

T_0 为初始温度， T_1 是当前温度， C 是率定表里的给出的温度修正系数。



48 Spencer St. Lebanon, N.H. 03766 USA

Settlement System Calibration Report

Model Number: 4650-1-170 kPa Calibration Date: February 14, 2006
 Serial Number: 05-18271 Temperature: 19.6 °C
 Transducer Range: 170 kPa Cal. Std. Control #(s): 377, 227, 411, 213
 Cable: 580 m Calibration Instruction: CI-4600-4650 Rev: B
 Tubing: 580 m Technician: *K. Bellavance*

*tubing filled and gage calibrated with 2:1 mix water/anti-freeze, specific gravity 1.037

**Elevation m	Reading GK 401 Pos. B	Difference
0.610	10015.0	
0.914	9948.5	66.5
1.219	9881.0	67.5
1.524	9812.5	68.5
1.829	9745.5	67.0
2.134	9677.5	68.0
2.438	9609.5	68.0

67.6 Average digits / 304.8 mm 67.6 Average digits / 12 inches
0.2217 Average digits / mm 5.63 Average digits / inch
4.5100 mm / digit 0.1776 Inches / digit
0.4563 mm / °C 0.0180 Thermal factor (inches / °C)

DO NOT EXCEED 17 m (55 feet) BETWEEN RESERVOIR & TRANSDUCER

Wiring Code: Red and Black: Gage White and Green: Thermistor

** "Elevation" here means elevation of the reservoir above the sensor. It is the same as settlement of the sensor below the reservoir.

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 Inc.

图6 4650率定表表样

附录 A-半导体温度计温度推导公式

半导体温度计类型：YSI 44005, Dale # 1C3001-B3, Alpha # 13A3001-B3

电阻转化为温度的公式：

$$T = \frac{1}{A + B(\ln R) + C(\ln R)^3} - 273.2$$

公式 A-1 半导体温度计阻值-温度换算关系

这里： T=摄氏温度

LnR =阻值的自然对数

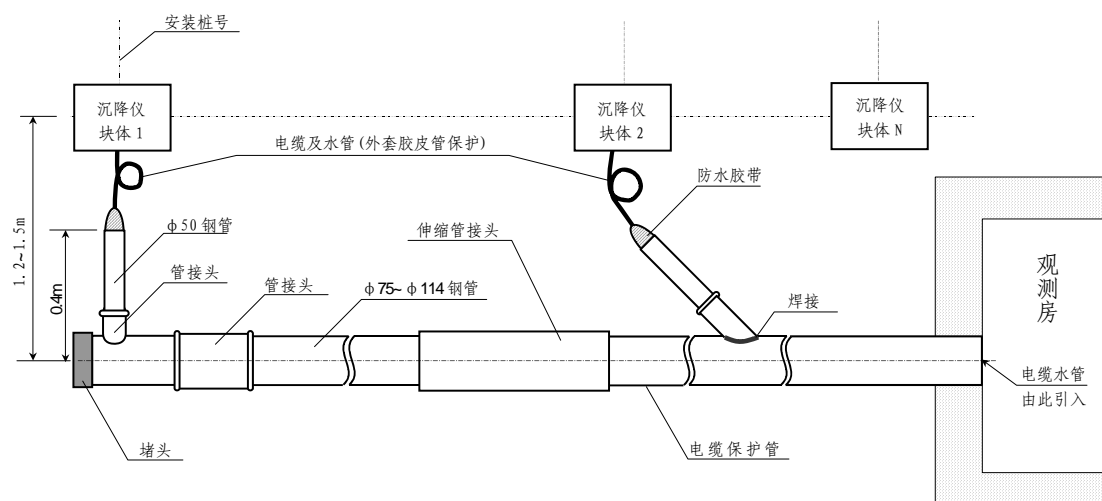
A=1.4051×10⁻³ (在-50 至+150℃范围内计算有效)

B=2.369×10⁻⁴

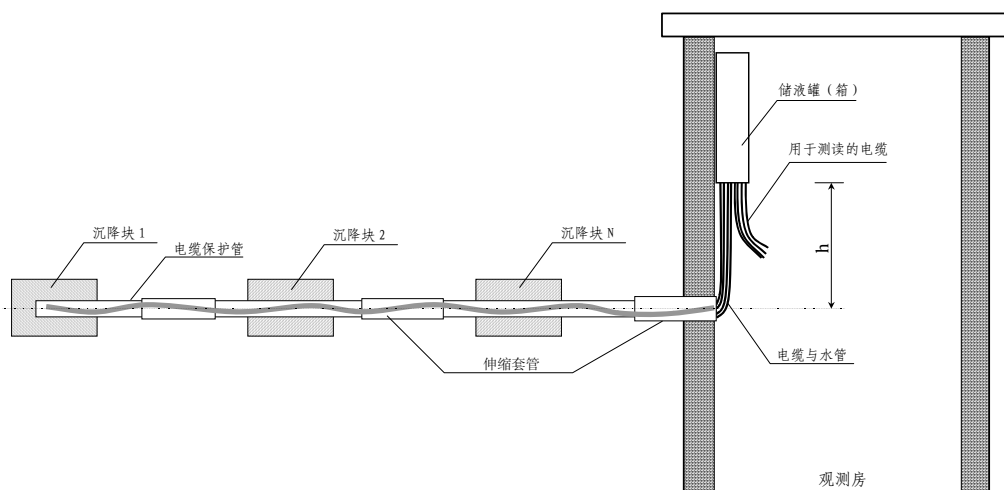
C=1.019×10⁻⁷

电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃	电阻(Ω)	温度℃
201.1K	-50	16.60K	-10	2417	+30	525.4	+70	153.2	+110
187.3K	-49	15.72K	-9	2317	31	507.8	71	149.0	111
174.5K	-48	14.90K	-8	2221	32	490.9	72	145.0	112
162.7K	-47	14.12K	-7	2130	33	474.7	73	141.1	113
151.7K	-46	13.39K	-6	2042	34	459.0	74	137.2	114
141.6K	-45	12.70K	-5	1959	35	444.0	75	133.6	115
132.2K	-44	12.05K	-4	1880	36	429.5	76	130.0	116
123.5K	-43	11.44K	-3	1805	37	415.6	77	126.5	117
115.4K	-42	10.86K	-2	1733	38	402.2	78	123.2	118
107.9K	-41	10.31K	-1	1664	39	389.3	79	119.9	119
101.0K	-40	9796	0	1598	40	376.9	80	116.8	120
94.48K	-39	9310	+1	1535	41	364.9	81	113.8	121
88.46K	-38	8851	2	1475	42	353.4	82	110.8	122
82.87K	-37	8417	3	1418	43	342.2	83	107.9	123
77.66K	-36	8006	4	1363	44	331.5	84	105.2	124
72.81K	-35	7618	5	1310	45	321.2	85	102.5	125
68.30K	-34	7252	6	1260	46	311.3	86	99.9	126
64.09K	-33	6905	7	1212	47	301.7	87	97.3	127
60.17K	-32	6576	8	1167	48	292.4	88	94.9	128
56.51K	-31	6265	9	1123	49	283.5	89	92.5	129
53.10K	-30	5971	10	1081	50	274.9	90	90.2	130
49.91K	-29	5692	11	1040	51	266.6	91	87.9	131
46.94K	-28	5427	12	1002	52	258.6	92	85.7	132
44.16K	-27	5177	13	965.0	53	250.9	93	83.6	133
41.56K	-26	4939	14	929.6	54	243.4	94	81.6	134
39.13K	-25	4714	15	895.8	55	236.2	95	79.6	135
36.86K	-24	4500	16	863.3	56	229.3	96	77.6	136
34.73K	-23	4297	17	832.2	57	222.6	97	75.8	137
32.74K	-22	4105	18	802.3	58	216.1	98	73.9	138
30.87K	-21	3922	19	773.7	59	209.8	99	72.2	139
29.13K	-20	3748	20	746.3	60	203.8	100	70.4	140
27.49K	-19	3583	21	719.9	61	197.9	101	68.8	141
25.95K	-18	3426	22	694.7	62	192.2	102	67.1	142
24.51K	-17	3277	23	670.4	63	186.8	103	65.5	143
23.16K	-16	3135	24	647.1	64	181.5	104	64.0	144
21.89K	-15	3000	25	624.7	65	176.4	105	62.5	145
20.70K	-14	2872	26	603.3	66	171.4	106	61.1	146
19.58K	-13	2750	27	582.6	67	166.7	107	59.6	147
18.52K	-12	2633	28	562.8	68	162.0	108	58.3	148
17.53K	-11	2523	29	543.7	69	157.6	109	56.8	149
								55.6	150

表A- 1 半导体温度计阻值-温度对照表



附图 1 GK-4650 水管式沉降仪在堆石体中的安装平面示意图



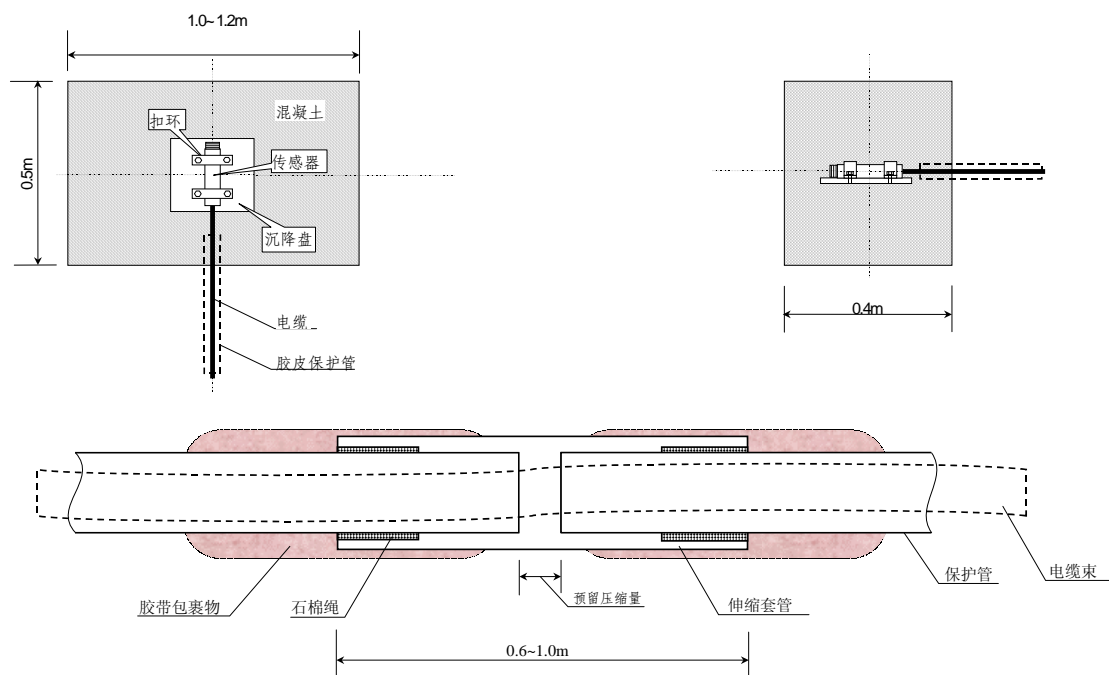
附图 2 GK-4650 水管式沉降仪在堆石体中的安装立面示意图

说明：1、上图中的高度 h 为不定值，但必须高于最低的传感器安装高程 10 厘米以上，特殊的应更高；

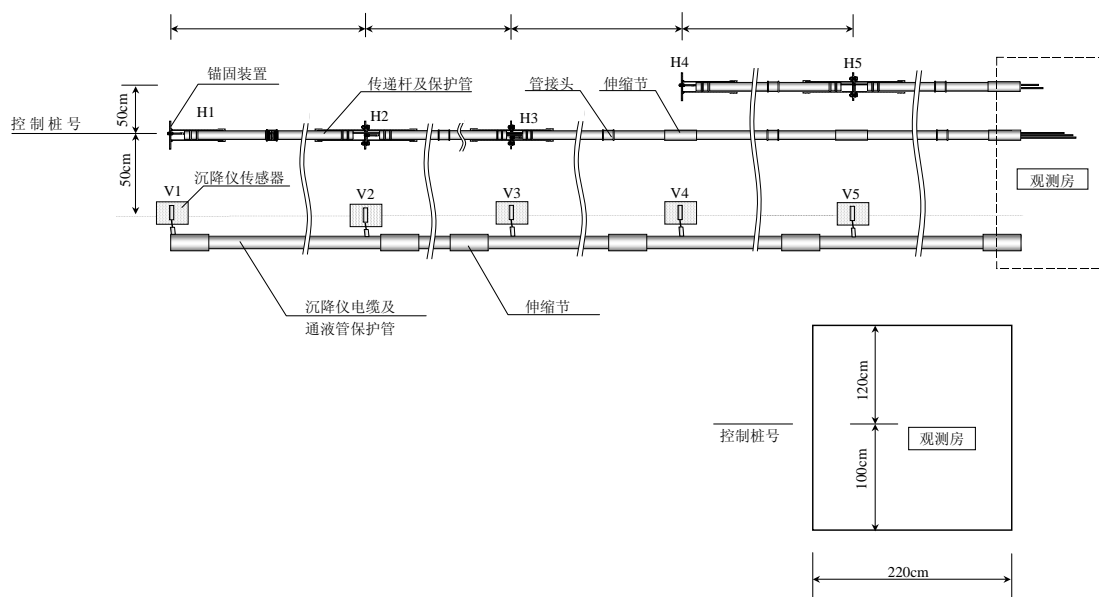
2、图示电缆保护管的引入高度为示意高度，也可从观测房地面或低于地面的位置引入；

3、保护管的直径根据沉降仪的数量而定，一般为 70~130mm；

4、电缆在保护管中应呈松弛弯曲状布设，每两个测点之间装一个伸缩套管。



附图 3 沉降仪块体及伸缩接头构造示意图



附图 4 GK-4650 沉降仪配合BGK-4427 水平位移计在坝体中的布置示意图