

## GK-4651 振弦式剖面沉降仪

# 安装使用手册

(Rev B, 2/00)

基康仪器股份有限公司编译

---

地址：北京海淀区彩和坊路 8 号天创科技大厦 1111

邮编：102488

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

电话：010-62698899

传真：010-62698866

电子邮件：[info@geokon.com.cn](mailto:info@geokon.com.cn)

# 目 录

<b>1. 简介</b> .....	1
<b>2. 安装</b> .....	2
2. 1 预埋导管要求 .....	2
2. 2 地上测点 .....	2
2. 3 初始校正 .....	2
2. 4 基座要求 .....	2
2. 5 固定卷盘和储液罐 .....	3
<b>3. 数据采集</b> .....	4
3. 1 基准点读数 .....	4
3. 2 进行测量操作、处理 .....	5
3. 2. 1 预埋导管测量操作 .....	5
3. 2. 2 地面上的测量 .....	5
<b>4. 数据处理</b> .....	6
4. 1 高程计算 .....	6
4. 2 温度修正 .....	7
<b>5. 检修和维护</b> .....	9
<b>6. 技术指标</b> .....	9
附录 A-半导体温度计温度推导公式 .....	11

## 1. 简介

4651 型振弦式剖面沉降仪结构如图 1 所示，它包含一个振弦式（小量程）传感器，一根卷绕在便携式卷盘上的通液管，一个带有水位观测管的储液罐和一根从传感器到读数仪的通气电缆。

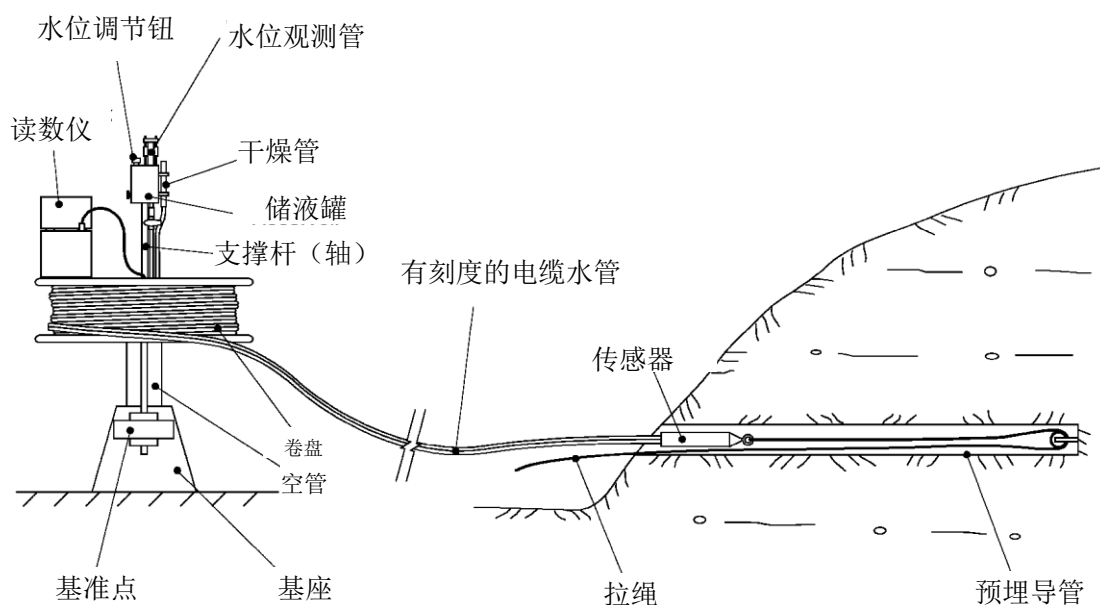


图 1 振弦式剖面沉降仪结构示意图

在使用中，卷盘固定放置在坚固地面的基座上，并且能随着传感器和通液管在沿着预埋导管时拉动而自由转动，或者随着传感器的移动而转动。传感器可以精确测量在传感器和沿预埋导管的任何测点与液面间的高度，通液管的刻度用米制或英制（需在订货时说明）来标注。因此，传感器送入预埋导管时要求有一根绕过安装在导管末端的某一类型的滑轮的拉绳来拉动。当然，如果预埋导管贯穿整个地基（如公路梯形断面），也可以从管的另一端用绳来拉动。

振弦式传感器通过通气管与大气连通，以此来消除大气压力的影响，同时另有一干燥管固定在通气管道的末端来防止传感器受潮。

## 2. 安装

### 2.1 预埋导管要求

预埋导管最好用美国标准局（或符合当地标准）的聚氯乙烯塑料管，通常应该有一定柔性，要求内径为 50 毫米（2 英寸）或稍大一些。电缆必须放置在导管里面，同时要设计好滑轮系统以便于拉绳不脱离滑轮而出现故障，通常简易圆柱形滚轮比滑轮好一些。另一种方式是另外加一根跟原内径相同或小一些的辅助导管，可以顺着主导管铺设并与它（用 U 型连接装置）联接。若管的末端可以接近，另外一个人通过从末端拉动传感器起到辅助作用。

### 2.2 地上测点

若观测点在地面上，应该做一些保护措施来确保在相同地点每个仪器工作时传感器的基准点能精确定位，既可以是能够悬住传感器的挂钩，也可以是能够放置传感器的水平管，两种方法都是可取的。

### 2.3 初始校正

沉降仪是随着充满去气防冻液的通液管来移动的，因此，在管道里面不应有气泡存在的。如果卷盘和管道里观察到气泡，就通过提高导管和敲击导管，在气泡到达传感器之前把它赶回储液罐，若在导管里面存在气泡会减小测量的准确性。

### 2.4 基座要求

基座应安置在稳定的地基上，如果可能，卷盘高度应该高于预埋导管上的任何点或高于在地面上的任何观测点。

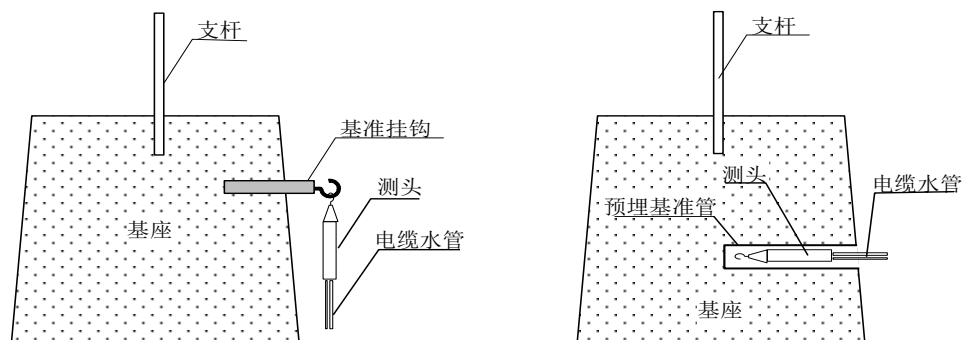


图 2 基准点的两种安装方式

卷盘应设计安装在外径 20 毫米的电镀钢管的垂直支杆上，钢管必须伸出至少 100 毫米足够的长度。当卷盘定位，卷盘的顶部实际长度取决于定位在卷筒和支座顶部之间的护板的最低厚度，空管应由聚氯乙烯塑料或其它硬质塑料制作以减少摩擦，垂直支撑轴应以一定的方式固定，通常在其底段部分浇注混凝土。同时在基座上应设有基准点，基准点是一切测点的基础，每次观测时以此作为基准值。基准点可以用挂钩的形式，通过它使传感器能垂直悬挂在上面，或者预埋水平的基准管的形式，管长 300 毫米（12 英寸），内径 38 毫米的（1.5 英尺）传感器可以放置在内。

## 2. 5 固定卷盘和储液罐

为了运输的方便，储液罐是用夹紧螺丝固定在卷盘的框架内的一边，他们各自是独立的。通过松动在容器一边的夹紧螺丝，储液罐可以在从框架上抽出来。随着空管的定位后，在基座固定轴上插入卷盘，然后在固定轴的末端插入储液罐，如图 3 所示。由于储液罐需要随着卷盘转动，则不要将它固定在支撑轴上，但要确保支杆插入储液罐的凹槽里面。

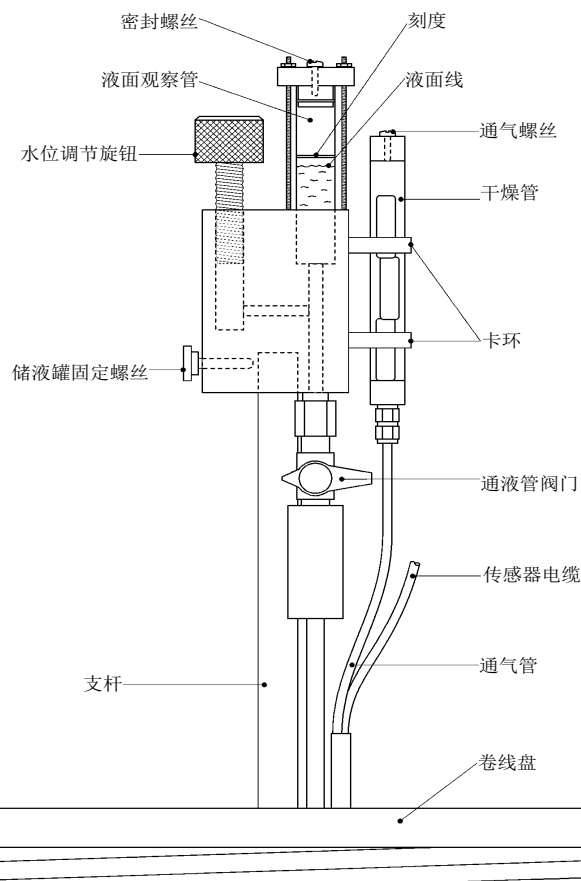


图3 4651 储液罐详图

### 3. 数据采集

#### 3.1 基准点读数

将传感器放置在基座一边的基准管内（或垂直悬挂在基准挂钩上），将基康401、基康403或基康404读数仪上对应颜色的接线夹分别连接传感器电缆的红、黑导线，如传感器电缆有连接器（插头），那么直接把连接器在读数仪的转换器插座上。将读数仪放在卷盘顶部以便它能随着卷盘转动（另有可选装的滑动环，详情向厂家咨询）。将读数仪显示开关切换到位置“B”档（或GK-404的‘0’档），打开储液罐底部的截止阀和两个密封通气螺丝（一个在水位观测管顶上，另一个在干燥管顶部）。无论何时读数，打开两个密封螺丝都是必不可少的，否则读数会不稳定或读数有很大的误差。松开的目的是使储液罐内液面的压力与大气压力相同，同时大气压也通过通气管作用在传感器内部，因此传感器不受

外界大气压力变化的影响。旋开密封螺丝几圈，直到有足够的松动，并保证它不完全松开而脱离。

每次观测前都必须使用水位调节螺丝（见图 3）来调整液位高度使它与水位观测管上的刻度线一致。应允许有足够的时间使传感器达到稳定的温度，当读数仪上的读数稳定时开始记录数据，若使用 GK-403 或 404 读数仪，温度就会自动显示；若用基康 401，则有必要通过联接数字欧姆表到绿、白导线上读取相应的电阻值，然后根据附录的公式与表格将测量的电阻值转化为温度。

### **3. 2 进行测量操作、处理**

#### **3. 2. 1 预埋导管测量操作**

在运用于预埋导管中时，可用一根带有锁扣环的拉绳挂在传感器上的环中。然后将传感器拉到第一个读数位置，利用在管线上的刻度度标记符号来确定观测点的位置或深度。应注意允许有足够的时间使传感器获取稳定的读数，特别是若在钻孔温度和外界温度有较大差别的时候。保持调整液面高度来协调与刻度标记位置的一致性，然后读取压力和温度。拉动传感器到下一个测点，并重复以上操作过程。

当所有沉降点都已读取数据，最后读取一次支座基准点的数据，同样允许有足够的时间来使温度稳定，比较基准点的本次与初始读数的数据。如果两次数据有明显的差异，这就表明测量中条件改变，进而测量都要重复进行，或者将误差分布在测量数据中来协调，以达到误差可接受的程度。

所有的读数读取之后，断开读数仪上的传感器电缆，将管线及传感器卷回卷盘内，关闭在储液罐底部的阀门，并拧紧两个密封螺丝，然后将储液罐紧固在卷盘内部的托架上。

#### **3. 2. 2 地面上的测量**

地面上的测量可以由一个人携带传感器转移测点来进行操作，条件是另外

一个人在储液罐处读取、记录数据。传感器对瞬间与快速变化的温度很敏感，测量时不能用赤裸的手拿着传感器测量，所以建议传感器尽量用泡沫绝热层缠绕并戴上手套携带，并试验寻找一种能使传感器读数保持稳定的方法。若外界温度在测量中变化很快（如发生在类似如从室内转换到室外的情况），应允许有足够的时间使传感器的温度与环境温度达到平衡或读数达到稳定，然后再继续测量。

读数点本身可以简单到如挂钩，它能挂住传感器，也可用一根水平钢管，在它内部可以安装泡沫以隔离传感器，如用的是挂钩，确保传感器保持铅直向。

需要说明的是，由于传感器测量的是相对高程，所以应经常用光学仪器来校核基准点的高程是否发生变化。

## 4. 数据处理

### 4. 1 高程计算

如果忽略温度的影响，传感器的高程  $E$  如下， $E$  代表高程：

$$E = E_{ref} - (R_o - R_c) G$$

$E_{ref}$  为基准点的高程（由常规测量确定）

$R_o$  是基准点的初始读数（单位：字）

$R_c$  是传感器的当前读数（单位：字）

$G$  是仪器系数（用 mm/字或英寸/字表示）

仪器系数可在提供的沉降仪率定表里获取，一个典型的率定表格如图 4 所示。

例如：

对一个传感器，它的仪器系数：

$$G = 0.001368 \text{ m/digit}, E_{ref} = 581.123 \text{ m}$$

设测点 1 在初次测量中：

$$R_o = 9812, T_o = 23 \text{ } ^\circ\text{C}, R_c = 7540, T_c = 10 \text{ } ^\circ\text{C}$$

在第二次测量中：

$$R_o = 9830, T_o = 15 \text{ } ^\circ\text{C}, R_c(\text{at.st.1}) = 7488, T_c = 8 \text{ } ^\circ\text{C}$$



在首次测量过程中，忽略温度影响：

$$E=581.123-(9812-7540)(0.001368)=578.015m$$

在第二次测量中：

$$E=581.123-(9830-7488)(0.001368)=577.919m$$

表明在测点 1 有明显的沉降，沉降量为 96 毫米。

#### 4. 2 温度修正

温度修正表达式如下：

$$E_{corr}=E_{ref}-(R_o-R_c)G+(T_c-T_o)K$$

此时：

$E_{corr}$  表示测点的高程

$E_{ref}$  是基座点的高程

$R_o$  是基准点的读数

$R_c$  表示测点读数

$G$  使用 mm/digit 或 inch/digit 为单位的仪器系数

$T_c$  是测点的温度 (°C)

$T_o$  是基准点的温度 (°C)

$K$  是传感器温度的修正系数，由以 mm/°C 或 inch/°C 为单位的率定表提供。

例如：仍使用以上提供的数据，此时

$$K=-0.514mm/°C$$

测点 1 的初次测量：

$$E_{corr}=578.015+(8-15)(-0.0005140)$$

$$=578.015+0.004$$

$$=578.022$$

测点 1 的第二次测量：

$$E_{coor}=577.919+(8-15)(-0.000514)$$


$$=577.919+0.004$$

$$=577.923$$

表明测 1 点的沉降为 0.99m



### Settlement Profiler Calibration Report

Model Number: <u>4651-1-10</u>	Date: <u>May 3, 1999</u>
仪器型号	率定日期
Serial Number: <u>48883</u>	Transducer Size: <u>10 psi (vented)</u>
序列号	量程
Transducer Number: <u>8-3628</u>	Cal. Std. Control #(s): <u>213,405,377</u>
传感器号码	控制标准
Customer I.D. #: <u>n/a</u>	Temperature: <u>24.3 °C</u>
顾客编号	率定温度
Customer: _____	Tubing: <u>300ft.</u>
顾客	管长度
Job Number: <u>13416</u>	Cable: <u>300ft.</u>
工号	电缆长度
	检验工程师 Technician: 

\*tubing filled and gage calibrated with 1:1 mix water/anti-freeze - specific gravity 1.065

#通液管内充有 1:1 的防冻剂混合液体，密度为 1.065。

Elevation 高度 m	Reading 读数 GK 401 Pos. B	级差 Difference
0.610	10256.5	
0.914	10033.0	223.5
1.219	9809.5	223.5
1.524	9585.5	224.0
1.829	9363.5	222.0
2.134	9141.0	222.5
2.438	8918.5	222.5

Calibration Factor, G, = 1.368 mm per digit  
 仪器系数 mm/字  
 Thermal Factor, K, = -3.76 digits/°C  
 温度系数 字/度  
 = -5.14 mm/°C  
 mm/度

**DO NOT EXCEED 7 m ( 23 Feet ) BETWEEN RESERVOIR & TRANSDUCER**

在储液罐和传感器之间，范围不超过 7 米 (23 英尺)

Wiring Code: 芯线代码      Red and Black: Gage 红与黑: 仪器      White and Green: Thermistor 白与绿: 温度

The above named instrument has been calibrated by comparison with standards traceable to the NIST, in compliance with  
 以上名称的仪器通过对比可追溯的 NIST 标准并形成标准比，同时与美国国家标准协会相符合。

图 4 剖面沉降仪率定表表样

## 5. 检修和维护

传感器属于精密的仪器，应当小心对待，任何稍大的震动可能引起传感器零位置的变化。注意：传感器最大量程为 7 米（标准范围），同时这也是储液罐在传感器之上的最大允许高度，超量程使用可能会造成传感器的永久损坏，因此引起的损坏或故障将不属于基康公司的无偿保修范围。

最典型的问题是若导管或传感器中存在空气泡，这将使读数引起波动，不稳定和无重复的读数。检查在红和黑线间的电阻，电阻值应为  $(180 \pm 10)$  欧姆，在绿和白线间的电阻（半导体温度计）应在 25 度时大约 3000 欧姆（取决于环境温度），它应与附录中给出的表格相一致。

不稳定读数可能由附近的电气设备、供电设备和电线干扰引起，这个问题可以解决，只需将 GK403 或 GK401 读数仪上的蓝色鳄鱼夹连到电缆屏蔽线上。

10 针插头的连接器连接到电缆上，引出线定义如下所示：

端子	颜色	功能
A	红	频率
B	黑	频率
C	白	温度
D	绿	温度
E	屏蔽	地

干燥管里的干燥剂需要不定时地更换，没有用过的干燥剂为蓝色，使用过或受潮的为粉红色，干燥剂可以从基康公司购买。

现场率定可以通过提升储液罐，记录传感器相应的读数变化与已知测量读数进行简单对比，此过程可以随时进行。

## 6. 技术指标

测量范围（标准量程）	7m(20feet)
灵敏度	1.5mm(0.06inch)
精确度	0.1%F.S.
线性	0.15%F.S
温度范围	0.05%F.S/度

尺寸	传感器	35mm (1 3/8" ) 直径
	卷盘	650mm (24" ) 直径
液体管道长度		=<100mm
预埋导管直径		内径 50mm (2" )
电缆连接器		10 根输出线 Bendix PT06A-12-10P
读数仪器		基康 403 或基康 401

测量范围 (标准) <sup>1</sup>		7 meters (20 feet)
分辨率 (标准)		1.5 mm (0.06 inches)
精度 (标准)**		0.1% F.S.
线性度 (标准)		0.15% F.S.
温度范围		- 20°C to +50°C
热稳定性		0.05% F.S./°C (典型值)
尺寸	传感器	35 mm (1 3/8")直径
	卷盘	650 mm (24") 直径
通液管长度 <sup>2</sup>		100 最大100m. (330 feet)
预埋导管直径		50 mm (2") 内径
电缆连接器 (选装)		10 针Bendix PTO6A -12 -10 P (SR)
读数装置 (选装)		基康Model GK-401、GK-403或GK-404

1. 其他范围由要求而定
2. 液体导管长度随要求而定

\*\* 这是传感器校准的精确度，系统的精确度可达到 0.25%

## 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<sup>-3</sup>(在-50 至+150°C范围内计算有效)

B=2.369 × 10<sup>-4</sup>

C=1.019 × 10<sup>-7</sup>

电阻(Ω)	温度°C	电阻(Ω)	温度°C	电阻(Ω)	温度°C	电阻(Ω)	温度°C	电阻(Ω)	温度°C
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	<b>3000</b>	<b>25</b>	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