

BGK-A3-B 型振弦式土体沉降计 安装使用手册

(REV. C)

基康仪器（北京）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

邮 编：100080

网 址：www.geokon.com.cn

电 话：86-10-62698899

传 真：86-10-62698866

电子邮箱：info@geokon.com.cn

BGK-A3-B 型振弦式土体沉降计 安装使用手册

(Rev C)

基康仪器（北京）有限公司版权所有 Copyright ©2010

本仪器的安装、维护、操作都要由专业技术人员进行。基康仪器（北京）有限公司对产品有更改的权利，产品更改信息恕不另行通知。

本文件所含信息归基康仪器（北京）有限公司所有。本文件中所有信息、数据、设计、以及所含图样都属基康仪器（北京）有限公司所有，未经基康仪器（北京）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团体。

目 录

1. 简介	1
2. 主要规格.....	1
3. 安装	1
4. 数据采集与处理.....	5
5 维护与故障排除.....	6
附录 A-半导体温度传感器电阻—温度换算公式.....	7

1. 简介

BGK-A3-B 型振弦式土体沉降计设计用于土体的沉降位移监测，诸如土石坝、边坡以及建筑物基础或其它回填土体的沉降变形。

仪器主要由沉降盘，振弦式位移传感器、测头（传感器保护罩），传递杆组件及底部锚固盘等组成。仪器的长度最小为 1m，最长可达 30m 以上。

配套的传感器型号为 BGK-4450 型振弦式位移传感器，位移传感器采用密封结构，传感器的量程可在 50、100、150、200mm 范围内可选，也可根据用户要求提供其它特殊定制量程。

2. 主要规格

BGK-A3-B 型土体沉降计配套的传感器为 4 芯电缆的 4450 型位移传感器

测量范围：25，50，100，150，200mm

工作温度：-20~80℃

仪器长度：1~50m 可选

沉降盘尺寸：300mm×300mm（或 ϕ 300mm）

电缆型号：BGK02-250V6

3. 安装

3.1 初步检验

用户在收到仪器要先检查，以确认传感器是否正常。通常使用 GK-403 或 BGK-408 振弦式读数仪来检查传感器。用读数仪上的对应颜色的接线夹与传感器同色芯线相连接，传感器电缆中的屏蔽线接在蓝色或黄色线夹上。打开读数仪，将选择开关调至“B”挡。将传感器从零位慢慢拉出 2~3mm，如果收到的传感器已经被拉出（并使用两块半圆的塑料管支撑）可直接进行测量，根据传感器滑动杆拉出位置的不同，其读数显示应在 2000-8500 之间，波动范围应稳定在 ± 2 字。轻拉仪器末端，频模读数应增大。注意传感器的黑、红芯线为振弦信号线，用于位移的测量。绿、白芯线为温度传感器，连接读数仪后可直接显示环境温度。

一般情况下，用户收到的 BGK-4450 型振弦式位移传感器的滑动杆被拉出量程的一半左右，并且用两片半圆的塑料管进行支撑。该支撑管为运输途中对传感器采取的一种保护措施，用户收到后可将支撑管取下，将滑动杆推入传感器套管中，并使滑动杆上的定位销落入套管的定位槽中。图 1 为传感器的外形示意图，上为将滑动杆收回套管中的结构，下为运输中的结构。

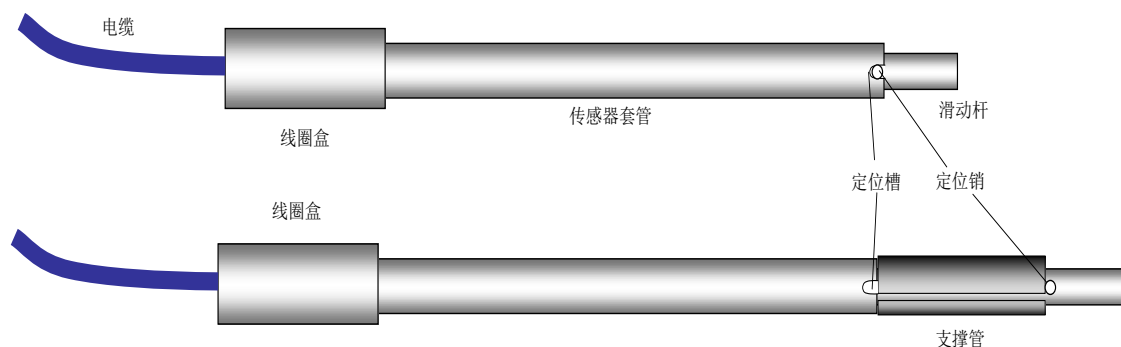


图 1 BGK-4450 型振弦式位移传感器外形示意图

注意：在检验或安装过程中，传感器的滑动杆与套管之间不得有相对转动，否则有可能造成对传感器的永久损坏！

3.2 电缆的焊接加长

BGK-A3-B 型土体沉降计配套的传感器为 4 芯电缆的 4450 型位移传感器。标准的传感器在出厂时配备 3m 电缆，安装前，需根据现场情况进行连接加长。埋在土体中的电缆应尽可能避免接头。如无法避免电缆连接，应采用防水接头，推荐采用 ES-3 型专用热缩接头，也可使用环氧接头，如 3M Scotchcast™ 的 82-A1 型专用电缆接头，这些接头装置可从基康订购。

因为振弦仪器的输出信号是频率，所以电缆电阻细微的变化、电缆的连接加长，不会影响读数仪对仪器的读数。用于连接的电缆应是高质量的 100%屏蔽的绞合电缆（带有整体屏蔽的抗干扰芯线）。连接时，屏蔽线（裸线）也应焊接到一起并引到接地点。下面详细介绍使用 ES-3 型专用热缩接头的接线方法。

焊接前用万用表测量传感器芯线间电阻数值并记录。其中红黑芯线电阻通常为 $180 \pm 10\Omega$ 左右；绿白芯线电阻在室温 25°C 时应为 $3\text{k}\Omega$ 左右；红黑线对绿白线以及对屏蔽线（裸线）间绝缘电阻应 $>50\text{M}\Omega$ （测量绝缘电阻应使用 100V 直流兆欧表。万用表测量电阻时应为 ∞ ）。

焊接前将电缆端部剥除外皮，长度约 8cm，露出芯线，在剩余电缆外皮部位用砂布或砂纸打毛，长度约 3cm。电缆外面套 $\varnothing 12\text{mm}$ 热缩套管（长度约 14cm）。用剥线钳将芯线剥除 0.5~0.8cm 芯线外皮，芯线上套 $\varnothing 2\text{mm}$ 热缩套管。芯线对应颜色对接并拧在一起后，用电烙铁焊锡。焊锡过程应避免虚焊并去除毛刺。**5 根芯线均需焊接，焊接时注意：①将各个芯线接头错开；②保证各芯线长度一致，以保证电缆受拉时，各芯线能均匀受力。**焊接结束后，裸露芯线长度大约为 7cm 左右。焊接结束后，将 $\varnothing 2\text{mm}$ 热缩套管推至芯线接头部位，用热风枪将热缩套管热缩于接头部位。最后将 $\varnothing 12\text{mm}$ 热缩套管推至电缆接头部位，用热风枪将热缩套管热缩于接头部位。 $\varnothing 12\text{mm}$ 热缩套管每端均应压在传感器电缆外皮 3cm 左右。使用热风枪吹热缩套管时应控制温度，必须使热缩套管内部的热熔胶融化呈透明、流动状态，完全充满接头内部。温度过高会使芯线外皮融化，造成芯线短路，也会造成热缩套管碳化变脆。

注意：芯线焊接工作结束后，必须用读数仪进行读数测量检查，并使用万用表测量各芯线间电缆电阻情况。避免因焊接工作造成接头部位芯线短路、断路情况。

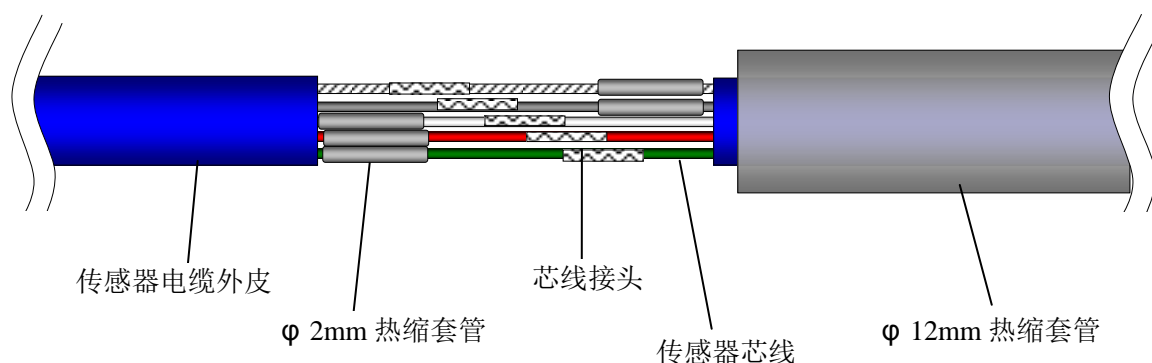


图 5 电缆焊接示意图

3. 3 安装

BGK-A3-B 型土体沉降计通常安装在钻孔中，但也可以在回填过程中逐步安装。为保证较高的安装质量，应优先采用钻孔安装。

1) 钻孔

BGK-A3-B 可安装在最小直径为 75mm 的钻孔中，为方便安装，推荐的钻孔直径 ≥ 90 mm。钻孔可采用相应钻孔机械（回转钻机或螺旋钻均可）来完成，在土体比较密实完整的条件下，如果钻孔不是很深，甚至可采用洛阳铲来进行人工钻孔。

钻孔完成后，建议使用合适的工具或设备将孔底振捣密实。

2) 安装

安装前请参看图 2，进行土体沉降计组装。

- a. 首先应确定沉降仪的安装深度（或高度），组装工作通常在现场直接进行。
- b. 将底部锚固盘与第一根传感器杆进行连接。传递杆与底部锚固盘之间采用螺纹连接，将传递杆旋入底部锚固盘后，将传递杆拧紧，防止松脱。

- c. 准备一根长度大于安装深度约 3m 的钢丝绳或铁丝（直径 3mm 左右，也可使用尼龙绳），绑扎在底部锚固盘（法兰盘）上。
- d. 在测杆上安装减摩环。减摩环的作用可保持传递杆在保护管内的聚中，也可减少传递杆与管壁间的摩擦，以提高位移传递精度。在已经碾压密实的回填土体中安装时，通常间距为 1m 即可。安装时在确定减摩环的安装位置后，将配套的尼龙绑扎带绑扎在减摩环的底部位置作为支撑，防止减摩环下滑，然后剪去多余的绑扎带，将减摩环放置在绑扎带的上方，然后在其上方再绑扎一根扎带并剪去多余部分（对于垂直安装，上部的减摩环可不必安装）。
- e. 使用配套的传递杆包含管接头与底部的保护管进行连接。连接的材料为市售的 PVC 粘合剂（该粘合剂为易燃品，考虑到运输不便需由用户自购）。将管接头与第一节保护管进行粘结，同时连接下一根保护管。
- f. 在安装过程中每隔 2m 用扎带把安全绳绑扎到保护管的外侧，并且在安装过程中一直保持让安全绳承重，以使传递杆组件在安装时逐步放入孔中，并且可以避免伸缩套管被拉开。

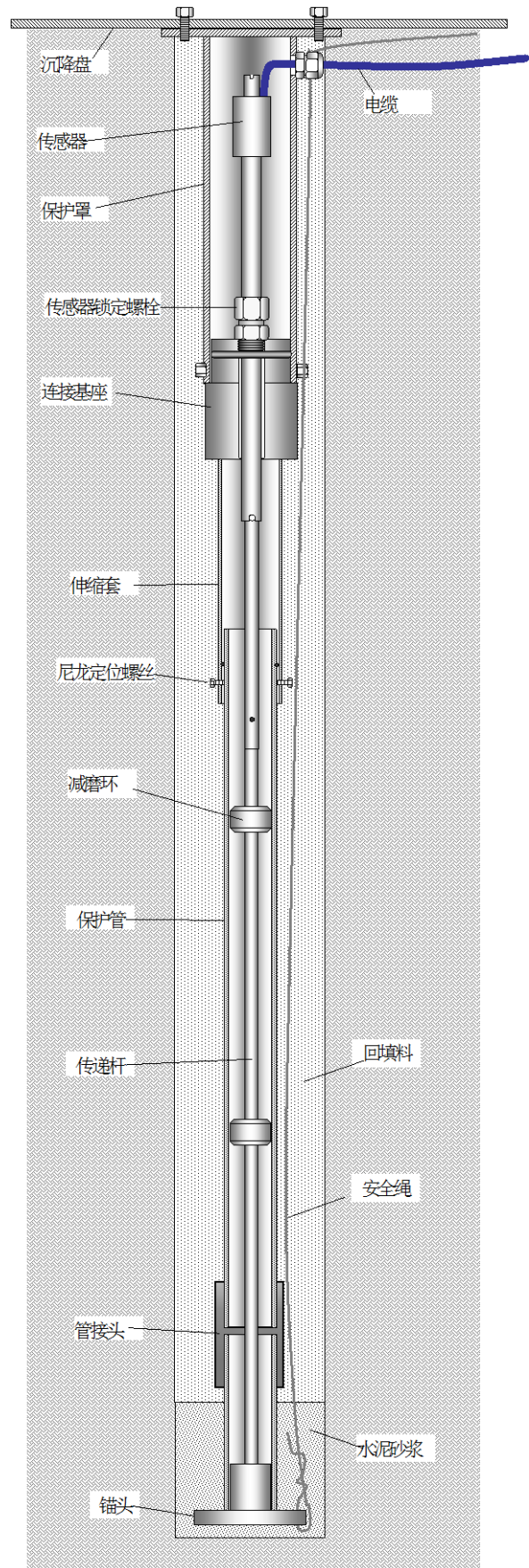


图 2 BGK-A3-B 型土体沉降计安装示意图

- g. 将已经连接的部分缓慢放入钻孔中，当传递杆或传递杆的上端接近孔口位置时停止下放，逐步连接下一根传递杆，安装减摩环以及连接外保护管。直到预定长度。
- h. 当确认达到预定长度后，安装连接基座，将传感器先插入基座，使传感器连接端露出在伸缩套管外，然后将传感器与传递杆进行连接。
- i. 特别注意：将传感器与测杆连接时应注意传感器与传感器的滑动杆之间不得有相对旋转的操作，应保持定位销始终卡在定位槽内，当拧紧后将伸缩套慢慢套入保护管，套入的深度通常为 5cm。
- j. 将 3 颗尼龙定位螺丝拧紧，以初步固定伸缩管与保护管的连接。
- k. 配合读数仪将传感器缓慢向上拉出预定的量程，最后将传感器锁定螺栓拧紧。
- l. 安装保护罩，并将电缆出口处的密封卡套拧紧。
- m. 将整个组件放至孔底，或保持保护罩的顶部与安装孔口平齐。

3) 底部锚固或与回填

传感器组件安装完毕后，应进行回填，回填的方式推荐如下。

- a. 方法一：底部锚固可采用事先将孔底注入一定量较稀的水泥砂浆，当组件安装完毕后直接将组件推入底部砂浆锚固，该方法仅适合安装速度较快的操作或孔深小于 5m 的操作。当组件安装完毕后，使用水泥膨润土混合浆料进行回填。水泥膨润土的混合比为 2: 1~1: 2（范围仅供参考，请根据现场土质密实度确定）。使用水泥膨润土回填浆料的好处是，即可使回填料有一定强度，又能保持其松软性，通过试验取得适当的级配后浆料的强度甚至可以接近或达到现场土体的强度。
- b. 方法二：将组件安装到孔内时，同时绑扎一根灌浆管直达底部，在孔口附近使用灌浆设备对锚头处进行灌浆，然后对孔内用中砂回填。
- c. 上述回填方法与回填料仅供参考，实际操作时以现场工程师指定的方法及回填料为准。

4) 锚固板安装及电缆保护

回填完毕后即可安装锚固板，将仪器孔口周边土体压实后即可将锚固板直接放置在仪器保护罩的上方，对齐安装孔后将螺栓拧紧即可。

电缆的保护至关重要，可使用沟槽埋设，必要时应采用内径不小于 15mm 的 PVC 管或钢管进行保护。在有雷击的地区，优先推荐使用钢管保护。

电缆的埋设应远离动力电缆，不得与动力电缆同沟布置。

4. 数据采集与处理

数据的采集可采用 BGK-408 或 GK-403 读数仪来进行读数，读数时分别将读数仪设为“B”

档，并将线夹对应颜色连接仪器芯线。黑、红芯线测量的是振弦传感器信号，读数仪显示的单位为频率模数（单位：字，即 $f^2 \times 10^{-3}$ ， f 为振弦频率），绿、白芯线测量的是传感器内部半导体热敏电阻的温度，显示的单位为摄氏温度。

当电缆较长时，蓝色或黄色的线夹连接仪器电缆的屏蔽线。

此外，可使用 BGK-Micro-40 或 BGK-8001 自动化数据采集装置来对数据进行采集，以实现数据的自动化采集及远程传输（配置 BGK-Micro-40 或 BGK-8001 自动化数据采集装置时激励频率应选择“中频”）。

仪器在安装过程中就要进行读数，通过读数判断检查传感器是否正常。

安装完毕后，应对仪器进行读数，此时的读数将作为沉降计的初始读数。

土体沉降计算公式：

$$S=G \times (R_1-R_0)+K \times (T_1-T_0)$$

这里： R_0 —初始读数，单位：字（即频率模数 $f^2 \times 10^{-3}$ ）

R_1 —初始读数，单位：字（即频率模数 $f^2 \times 10^{-3}$ ）

T_0 —初始温度，单位：℃

T_1 —初始温度，单位：℃

G —仪器系数，单位：mm/字，由厂家提供的率定表给出。

K —温度修正系数，单位：mm/℃，由厂家提供的率定表给出。

在忽略温度影响的条件下，结果为负值时表示沉降（压缩），反之表示抬升。

5 维护与故障排除

振弦式渗压计的保养和故障排除只需周期的检查电缆性能和连接端子是否氧化。传感器本身是密封的，用户不能维修。以下是典型的故障现象和建议的处置措施。

● 位移计读数故障

- 1) 用数字万用表的电阻档，检查线圈（黑、红芯线）的电阻，正常情况下，电阻是 $180 \pm 10 \Omega$ ，同时加上电缆的电阻，22AWG 的导线其电阻大约为 $50 \Omega / \text{km}$ ，如果电阻非常大（k Ω ）或无穷大，那么电缆可能是断路。如果电阻很小，那么仪器的导线可能是短路。如果查出电缆断路或短路，应判断故障位置进行检查、排除。
- 2) 测量另一支仪器，检查、判断读数仪本身是否有故障。
- 3) 查看监测记录，判断结构变形趋势以及出现故障期间的环境变化，确定仪器是否超量程损坏，或是环境变化导致的损坏（例如雷击损坏，施工损坏）。

● 读数不稳定

- 1) 将蓝色（或黄色）接线夹，将屏蔽线接到读数仪对于线夹上。
- 2) 检查附近是否有干扰源，如电机、发电机、天线或电缆，可能的话，应将上述设施远离仪器电缆。有关滤波和屏蔽设备问题请与基康联系。
- 3) 检查红黑芯线与绿白芯线以及与屏蔽线间的绝缘电阻。
- 4)

● 温度传感器的检查

热敏电阻在 25℃时的电阻为 3000Ω，检查时应对应附录中的数据对比。当温度显示不正常时，通常有两种可能。

- 1) 温度值超过正常的仪器环境温度较大时：可能电缆进水或局部短路，应对电缆进行处理。
- 2) 温度值低于传感器环境温度：多半是电缆开路故障，须检查所有的连接，端子和插头以及电缆是否断开。

附录 A-半导体温度传感器电阻—温度换算公式

适用温度计类型：YSI 44005

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 B-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 B-1 半导体温度计阻值-温度对照表