

GK-4450 振弦式位移传感器

操作使用手册

(Rev F, 3/00)

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街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

目 录

1. 概述.....	1
1.1 工作原理.....	1
2. 安装.....	1
2.1 初步测试.....	1
2.2 位移传感器的安装.....	2
2.3 电缆的连接.....	3
2.4 电气干扰.....	3
2.5 初始读数.....	3
2.6 雷击防护.....	4
3. 读取数据.....	5
3.1 GK-401 读数仪的操作.....	5
3.2 GK-403 读数仪的操作.....	5
3.3 温度测量.....	6
4. 数据转换.....	7
4.1 位移的计算.....	7
4.2 温度的修正.....	7
4.3 环境因素.....	9
5. 故障排除.....	10
附录 A—技术特性.....	12
附录 B—半导体温度计温度推导公式.....	13

1. 概述

1.1 工作原理

4450 位移传感器主要用于基康 A 系列多点位移计中，它包括经过严格热处理的振弦检测元件，一根一端与振弦连接，另一端与滑动杆相连的消除了应力的弹簧组成。该结构完全密封，并能在 250Psi（约 1.7Mpa）的压力下工作。随着滑动杆的拉动，弹簧开始伸长并引起振弦张力的增加，同时引起钢弦的振动频率产生改变，张力与弹簧的伸长成正比。因此，位移的变化可以通过测量钢弦的张力即钢弦的振动频率变化来实现，用振弦式读数仪可以非常准确地完成测量。

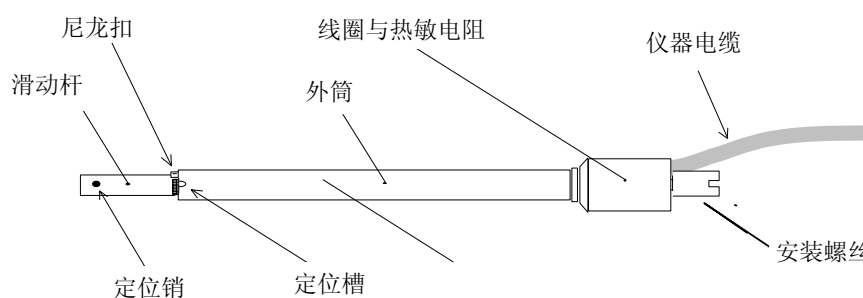


图 1—4450 位移传感器示意图

注意：不可转动位移传感器的滑动杆，这可能导致传感器的永久损坏！滑动杆上的定位销与外筒上的定位槽则起调整定位的作用。

2. 安装

2.1 初步测试

收到该设备后，即应用测量仪表对传感器作适当地检查。滑动杆

尼龙扣

线圈与

滑动杆

外筒

出厂时通常以被拉出大约 50% 量程的位置就位（见图 1），原因是传感器在保持一定张力的情况下，在运输图中起保护作用。把传感器连接到读数议上，读数应该是稳定的，其频率模数大约在 4000—5000 字范围内。当去掉尼龙扣后，滑动杆会弹回外筒内，此时读数应该是 2000—3000 之间。注意，通常在定位销落入定位槽时，往往不能获取读数，此时只要将滑动杆拉出 5—10mm 后即可得到正确读数。

当为了检查传感器是否正常而将传感器的滑动杆拉出时，务必不得将滑动杆拉出量程的范围。当然也可用欧姆表来检查仪器的连续性，线圈间的电阻大约是 $180 \pm 10 \Omega$ ，检查时应考虑电缆的电阻，GK2-250V6 电缆的电阻大约是 $48.5 \Omega / \text{km}$ 。导线与屏蔽间的绝缘电阻应该超过 $20 \text{M} \Omega$ 。

2.2 位移传感器的安装

1. 先将传感器滑动杆上的尼龙扣去掉，使定位销落入定位槽中，以避免安装过程中内部振弦的扭转。
2. 将传感器小心插入要安装的基座中与测杆接头对正后，用大号平口螺丝刀顶住后端的安装螺丝槽口，将传感器拧入测杆接头直到紧固。
3. 将黑红导线接至读数议上，读数议置“B”挡。
4. 缓慢地向外拉动传感器管体，使管体上的定位槽脱离滑动杆上的定位销，注意保持传感器不能转动。
5. 继续拉动传感器，直到在读数议仪上获得所需读数（调节量参见表 1，实际应用以现场要求确定）。

6. 紧固传基座上的传感器固定锚，同时注意传感器不被转动。

传感器类型	变化量	最小读数	最大读数	中间范围	1/3 压缩量 1/3 拉伸量	1/3 拉伸量 1/3 压缩量
标准型 12, 25, 50 mm	5,000	2000	7000	5000	6500	4000
细长型 12, 25, 50 mm	10,000	3000	13000	8000	6000	9000
标准型 100, 150 mm	5,000	2000	7000	5000	6500	4000

表 1—4450 型位移传感器读数范围及定位函数

2.3 电缆的连接

在电缆的连接中，要预留足够的长度保证电缆不被拉断或影响测量。同时，电缆的防水也很重要，建议采用环氧基接线套件，如 3M Scotchcast 82-A1 电缆连接套件，这些套件使用简单方便，厂家均有供应。

2.4 电气干扰

当布置电缆时应仔细，要尽可能远离干扰源，如交流电源线、发电机、机动车、电焊机等等。观测电缆不要埋设或通过电力电缆，这样才可获得稳定的读数。

关于基康读数仪或数据采集设备使用的滤波器，请与厂家联系。

2.5 初始读数

初始读数的获取必须根据安装时的温度详细记录，这些读数对其

后的变形计算具有重要的参考价值。

2.6 雷击防护

4450 型振弦式位移传感器不同于基康其它类型为数众多的设备那样，没有设任何必要的雷击保护元件，如 Transzorbs 或等离子浪涌放电器。通常雷电的直接击中的几率很小，但因雷击产生的跨步电压却对传感器造成潜在威胁。通常这不是个问题，然而如果设备电缆也无保护装置，当有雷电时往往有可能造成仪器的损坏。因此有下列建议：

- 如果传感器与终端盒和多路集线箱连接，可以考虑在终端盒或多路集线箱内安装放电装置。终端盒与多路集线箱在基康均有供应，设备已为这些元件预留有现成的安装位置。由基康提供的雷电保护板 LAB-3（选装件）可以直接安装在传感器附近，该装置有可拆卸的顶盖，以便保护板损坏时，用户可以自行更换受损元件或保护板。此外在外壳上还设置了接地端子，参见图 2，有关详细信息可与厂家接洽。
- 等离子浪涌放电器可以由环氧树脂密封后以靠近传感器的方式安装在电缆连接处。再用一接地母线把它接入大地，接地装置可以是金属棒或其它接地线缆。

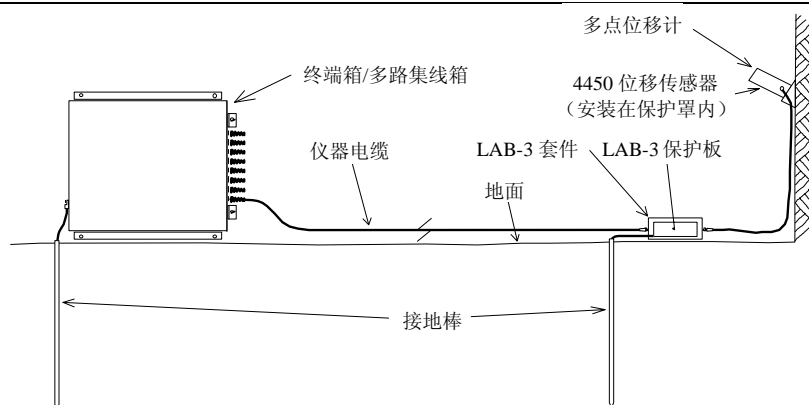


图 2-推荐的雷电保护示意图

终端盒/多路

传感器电缆

3. 读取数据

3.1 GK-401 读数仪的操作

GK-401 是所有振弦位移传感器的一种基本的读数仪。可以采用读数仪接线夹或在终端盒采用连接器的方式连接来读取数据。黑红线夹用于连接振弦信号，蓝线用于连接电缆的屏蔽线。

1. 打开读数仪，把显示选择器置“B”挡，此时读数仪以“字”为单位表示。
2. 打开电源，读数显示在显示屏上。在读数时，最后一位数可能要变化一、两个字，记录显示的数据。如果显示为多个零或读数不稳，参见第 5 节故障排除的建议。
3. 读数仪在大约 4 分钟后自动关闭，以节省电源。

3.2 GK-403 读数仪的操作

GK-403 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，同时还可利用仪器的率定系数将读数转化为工程单位，详细信息可参照 GK-403 的使用手册。下面将阐明如何利用“B”档读取

传感器的数据。

- 1) 将显示选择开关设在“B”档。
- 2) 将黑、红线夹分别与传感器电缆的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) 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。
- 5) 大约 4 分钟后，读数仪会自动断电。

3.3 温度测量

每支（组）振弦式位移传感器都装有一支热敏电阻以测量温度。热敏电阻的阻值随温度变化而变化，通常绿、白导线连接在热敏电阻上。在没有可以直接测量传感器的温度的情况下（如 GK-401），采用如下方式测量。

1. 将一台欧姆计与热敏电阻的两根导线相连接（由于随着温度的变化，电阻的变化量也很大，则电缆的电阻影响通常微不足道），测量温度电阻值。
2. 从表 B-1（附录 B）中查到所测电阻值的对应温度，如 3400 欧姆相当于 22℃。如果电缆很长，则电缆电阻应该考虑。

4. 数据转换

4.1 位移的计算

基康用于测量和换算振弦式位移计的基本单位是“Digits(字)”，数字的计算以下列公式为基础：

$$\text{Digits} = \left(\frac{1}{\text{Period}} \right)^2 \times 10^{-3} \quad \text{或} \quad \text{Digits} = \frac{\text{Hz}^2}{1000}$$

公式 1—数字计算

用下列公式将 Digits(字) 换算为位移：

$$D_{\text{未修正}} = (R_1 - R_0) \times C \times F$$

公式 2—位移计算

式中：R₁ 当前读数

R₀ 初始读数，通常在安装中获得

C 仪器的率定系数，单位是 mm/字

F 任意工程单位转换系数，参见表 1。

From→ To↓	Inches 英寸	Feet 英尺	mm	cm	m
Inches 英寸	1	12	0.03937	0.3937	39.37
Feet 英尺	0.0833	1	0.003281	0.03281	3.281
mm	25.4	304.8	1	10	1000
cm	2.54	30.48	0.10	1	100
m	0.0254	0.3048	0.001	0.01	1

表 1—工程单位的转换表

4.2 温度的修正

4450 型振弦式位移传感器具有很小的温度膨胀系数，因此在许

多情况下不用修正。然而如果要求较高的精度或温度变化较大时则需要温度修正。考虑温度修正的位移表达式为：

$$D_{\text{修正}} = ((R_1 - R_0) \times C) + ((T_1 - T_0) \times K)$$

公式 1—温度修正的计算

式中：R₁-当前读数

R₀-初始读数，通常在安装中获得

C-仪器的率定系数，单位是 mm/字

T₁-当前温度

T₀-初始温度

K-温度修正系数

试验确定温度系 K 的变化是随传感器滑动杆的位置变化而产生，因此，温度修正过程的第一步是在下列公式的基础上来确定的。

$$K = ((R_1 \times M) + B) \times C$$

公式 4—温度系数计算

式中：R₁-当前读数

M-表 4 中的倍数

B-表 4 中的常数

C-厂家提供的仪器系数

型号	4450-12 mm	4450-25 mm	4450-50 mm	4450-100 mm	4450-150	4450-200	4450-300
倍数(M):	0.000295	0.000301	0.000330	0.000192	0.000216	0.000305	0.000245
常数(B):	1.724	0.911	0.415	0.669	0.491	0.240	0.564

表 4—温度系数的计算常数

利用 4450—50mm 位移传感器来看下面的实例：

$$R_0 = 6783 \text{ 字}$$

$$R_1 = 7228 \text{ 字}$$

$$T_0 = 15.8^\circ \text{ C}$$

$$T_1 = 37.2^\circ \text{ C}$$

$$C = 0.011906 \text{ mm/字}$$

$$K = (((7228 \times 0.000330) + 0.415) \times 0.011906) = 0.0333$$

$$D \text{ 校正} = ((R_1 - R_0) \times C) + ((T_1 - T_0) \times K)$$

$$D \text{ 校正} = ((7228 - 6783) \times 0.011906) + ((37.2 - 15.8) \times 0.0333)$$

$$D \text{ 校正} = (445 \times 0.011906) + 0.7126$$

$$D \text{ 校正} = 5.298 + 0.7126$$

$$D \text{ 校正} = 6.0106 \text{ mm}$$

从以上实例可见，温度变化的修正值很小，通常可忽略。

4.3 环境因素

因为安装位移计的目的是监测现场变化，因此，那些可能影响这些变化的因素始终都要观察和记录。表面上看，较小的影响即可能对被监测结构的工况有一个真实的影响，并可能对一个潜在的问题给予早期预示。这些因素的某些部分包括在其中，但并不限于这些因素：刮风、下雨、潮汐、地下挖掘、土方的连续回填、交通、温度和气压变化（及其它气候条件）、附近建筑活动中的人员变化，季节变化等

等。

5. 故障排除

对振弦式位移传感器的维修和故障排除局限于定期检查电缆接头，一旦安装好，通常接触不到仪器，维修也受限制。

出现故障可查阅下列问题及可能的解决办法，有关更多的故障排除帮助可向厂方咨询。

症状：传感器读数不稳

√ 读数仪挡位设置是否正确？如果使用数据记录仪自动记录读数，扫描频率激励设置是否正确？

√ 传感器读数超出仪器额定范围(压缩或张拉)了吗？传感器可能太松或太紧，检查数据可以发现这一可能。

√ 附近有电气干扰源吗？大多数可能的电噪声源为马达、发动机和天线。将设备移开安装现场或安装电路滤波器。不管是使用便携式读数仪还是数据记录仪，应确保屏蔽线接地。

√ 读数仪在读取另一支传感器吗？如果没有，读数仪有可能电池不足或失效，需要充电或更换电池。

√ 线圈装置与另一支传感器相连使用吗？如果没有，线圈装置可能出现故障。

症状：传感器不能读数

√ 电缆被切断或被压破了吗？这可以用一欧姆表来检测。对于

振弦位移传感器，通常仪器接线（通常红线和黑线）之间的电阻为 $180\ \Omega \pm 10\ \Omega$ 。注意当检测时应加上电缆电阻（22AWG 双绞铜芯线大约为 $14.7\ \Omega/1000$ 英尺或 $48.5\ \Omega/\text{km}$ ，双向取 2 倍）。如果电阻无穷大或非常大（兆欧），应怀疑电缆断路。如果电阻非常低（ $< 100\ \Omega$ ），电缆有可能短路。维修断了或短了的电缆，厂方可提供电缆连接套件和说明。有关更详细情况可向厂方咨询。

√ 读数仪或数据记录仪与另一传感器相连了吗？如果没有，读数仪或数据采集仪有可能失灵。

√ 线圈装置与另一传感器相连使用吗？如果没有，线圈装置可能出现故障。

附录 A—技术特性

A.1. 4450 型位移传感器技术指标

测量范围:	12 mm 0.50 inches	25 mm 1 inch	50 mm 2 inches	100 mm 4 inches	150 mm 6 inches
分辨率: ¹	0.025% FSR				
线性:	0.25% FSR				
温度漂移: ²	< 0.05% FSR/°C				
零漂:	< 0.2%/yr (静态时)				
超量程:	115%				
温度范围:	-40 to +60°C -40 to 120° F				
频率范围: (标准型号)	1200 - 2800 Hz				
频率范围: (细长杆型)	1700 - 3600 Hz				
线圈电阻:	180 Ω, ±10 Ω				
电缆类型: ³	2 对双绞线 (4 芯) 22 AWG 铝箔屏蔽, PVC 护套, 外径 6.3 mm (0.250")				

注：1、分辨率跟读数仪有关；
2、取决于用途；
3、可提供聚氨酯护套电缆。

A.2. 热敏电阻（参见附录 B）

范围：-80°C ~ +150°C

精度：±0.5°C

附录 B-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 B-1 半导体温度计阻值-温度换算关系

式中: 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-温度对应表