

BGeokon® 基康仪器

The World leader in Vibrating Wire Technology

GK-4500HX 振弦式大量程静力水准系统

安装使用手册

(REV. B)

基康仪器（北京）有限公司

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

目 录

1. 概述	2
2. 安装.....	3
2.1.传感器与通液、通气管连接.....	3
2.2.液体除气与灌注.....	4
2.3.传感器的固定方式与管线保护	7
3. 数据获取及数据转换.....	7
3.1.做为静力水准使用时的计算方法（有基准测点）	8
3.2.做为多测点沉降系统的测量（无基准测点）	9
4. 维护.....	9
附录-内置半导体温度计温度换算.....	10

1. 概述

4500HX 采用振弦式微压传感器来测量测点处水位的变化。本沉降系统是设计用于工程结构的沉降监测，适用于测点受通视条件或无法在同一高程布置的限制，或无法使用光学或精密静力水准测量的环境。这个系统包含多个压力传感器并由一根通液管连接在一起，通液管的一端与储液箱相连，传感器的通气管通过干燥管与储液系统相连，形成内压自平衡系统，可有效消除大气压力对系统产生的影响。传感器内置有温度传感器，可用来测量传感器处的环境温度。

每个传感器的高程变化可以通过传感器压力的改变被换算出来，所有传感器的高程变化均以基准测点的传感器为基准，或以储液灌的位置为基准。

本系统适应于土体或地基的大范围沉降，并采用明装方式。如要埋入安装，则需承担一定的风险，详情请仔细厂家。

传感器外形参见图 1。

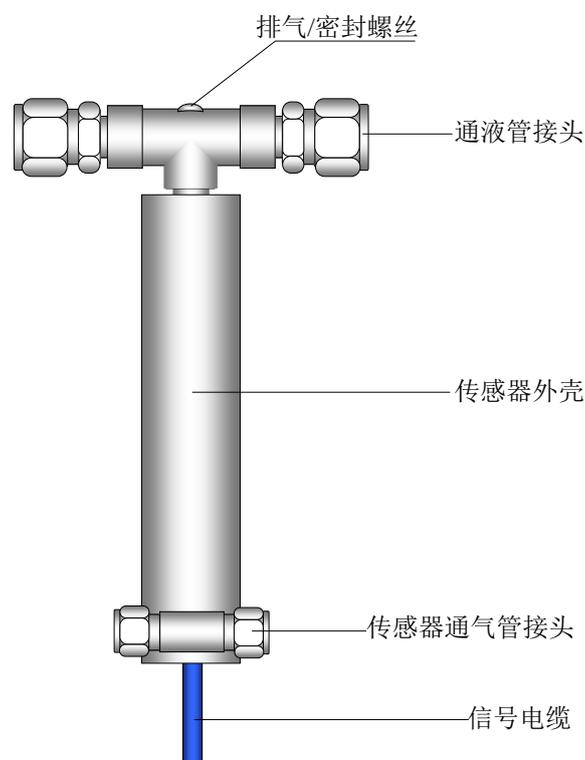


图 1—4500HX 传感器

2. 安装

2.1. 传感器与通液、通气管连接

传感器出厂时在仪器的通液通气管接头两端均装有堵头，该堵头仅为运输保护用，在安装通液、通气管时应使用相应的卡套接头替换，若该传感器为末端测点，则只拆卸并替换其一个即可。

通液、通气管与传感器之间使用卡套式管接头连接，一般随传感器同时提供。安装卡套式管接头时，应注意卡套是成对使用的，缺一不可。安装卡套时须注意大小两个卡套的锥面应一致并朝向三通中间一侧，在拧紧锁紧螺母时应使用两个扳手，其中一个扳手夹持在如图 2 所示位置，禁止在拧紧锁紧螺母时在传感器主体上用力。

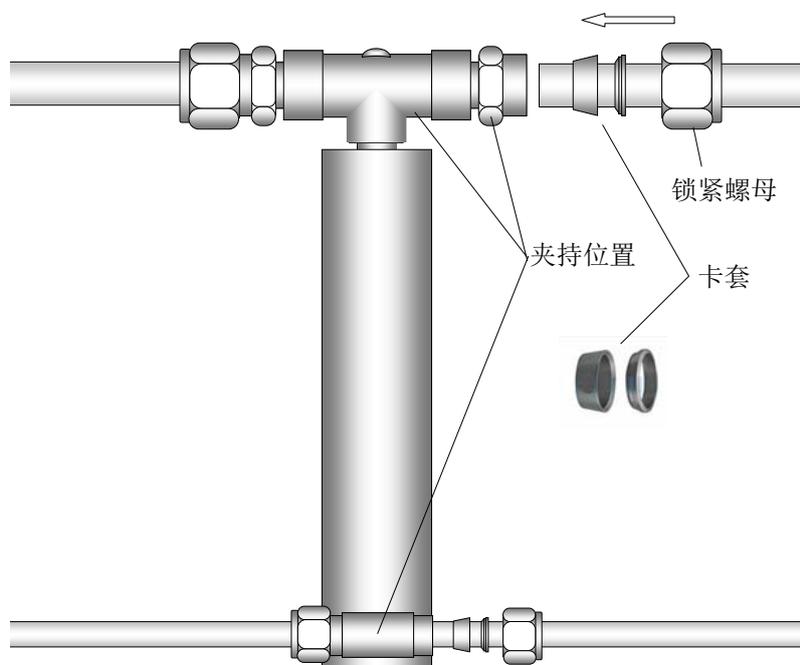


图 2 通液通气管连接方法

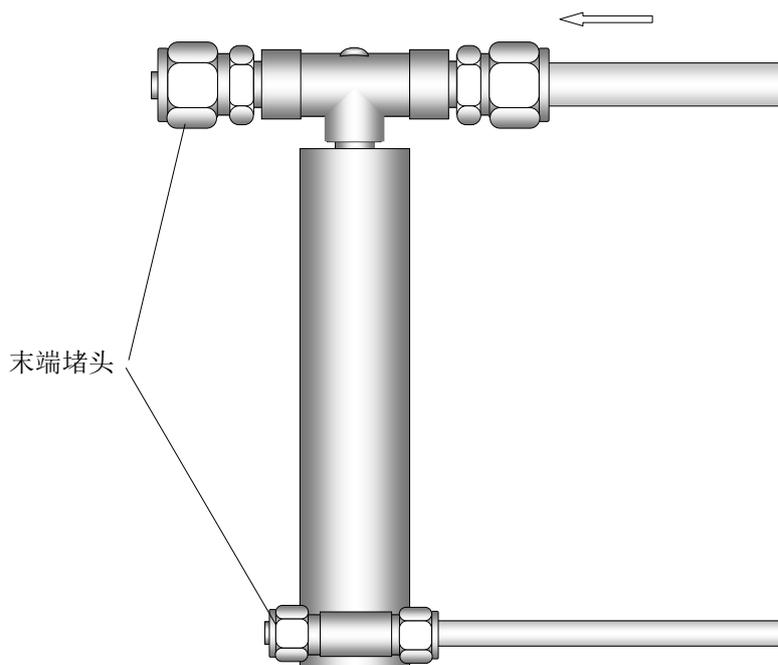


图 3 末端传感器连接

传感器可使用夹具或其他方式固定在被监测点处，或者另行选购安装底板与保护罩来进行安装。在确认完全排除通液管内空气的前提下，传感器可立装（如图 2 所示），也可平装，甚至允许倒装（必须确保完全排气）。

所有的传感器安装高程必须位于传感器测量范围之内，以高度而言传感器与储液罐之间的高差大约为 7 米，即储液罐的安装高程应超过同一系统中位置最高的传感器。

传感器上的密封螺丝是最重要的部件之一，它位于顶部 T 形管（三通）的中部，在从系统排出空气时该螺丝会被用到，因此必须小心操作防止丢失。同时在排气完毕将该螺丝装回时用力要适当，避免用力过大导致滑扣而失去密封。

将通液管、通气管到传感器上时，使用扳手的位置应保证不会损坏管接头及传感器。

通液管、通气管长度不足时，可使用专用的金属双通接头连接。

通液管应尽可能保持平直安装，并且在其安装高度上没有大的垂直变化。或在坡面上安装时，应注意各传感器安装高程必须满足通液要求。通气管可与通液管一并安装，除保持不会被堵塞及破损外，没有其它特殊要求。

2.2. 液体除气与灌注

系统应从低处向高处进行充液，如有可能在通液管较高端连接真空泵以在充液过程中排除液体内的空气，并注意监测传感器的读数防止超过量程。

对液体要求为：一般 0℃ 以上环境可使用纯净水并添加 0.01% 的硫酸铜做防腐，防止液

体滋生藻类。对于环境温度可能低于 0℃ 的环境，推荐使用混合比为 2: 1 的水与乙二醇混合液体（即防冻液，可使用-20#或-40#的汽车防冻液）。特别需要说明的是，无论使用上述哪种液体，在加注前均应对液体本身进行除气处理。方法是，将液体至于密闭的容器中，使用真空泵抽真空，接近真空压力时的抽气时间不少于 20 分钟。或者将液体至于金属容器中，闭盖煮沸 20 分钟以上也可达到除气的目的。液体若含气，将会在灌注后一定时间内离析并聚集在管内形成气泡或气栓。

在**灌注液体时，应确保传感器处的液体压力不会超过传感器的额定量程**。最可靠的方法是在压力可能最大的传感器处连接一台读数仪进行压力监测控制，确保读数不低于率定表中显示的最小读数，超过额定范围后可能会造成传感器永久损坏。

在液体管充液好后应将所有可见气泡赶出或排除通液管道，必要时打开每个传感器顶部的排气螺丝让液体流出直至没有气泡为止。

最容易实施的排气方法是在传感器管道连接完毕后固定前灌注液体，这样一边罐液一边托起管道排气操作更方便，将传感器通液管三通竖直后气泡即可将传感器内的空气完全排除，且不必拧开排气螺丝。

储液灌中的液面高度一般以储液灌中间一半的位置为准，严禁灌满使液体反流至通气管内从而导致系统性能下架甚至造成传感器永久损坏的可能。

管道中的任何气泡将会导致传感器读数不稳定、测值误差增大或系统性能严重下降。

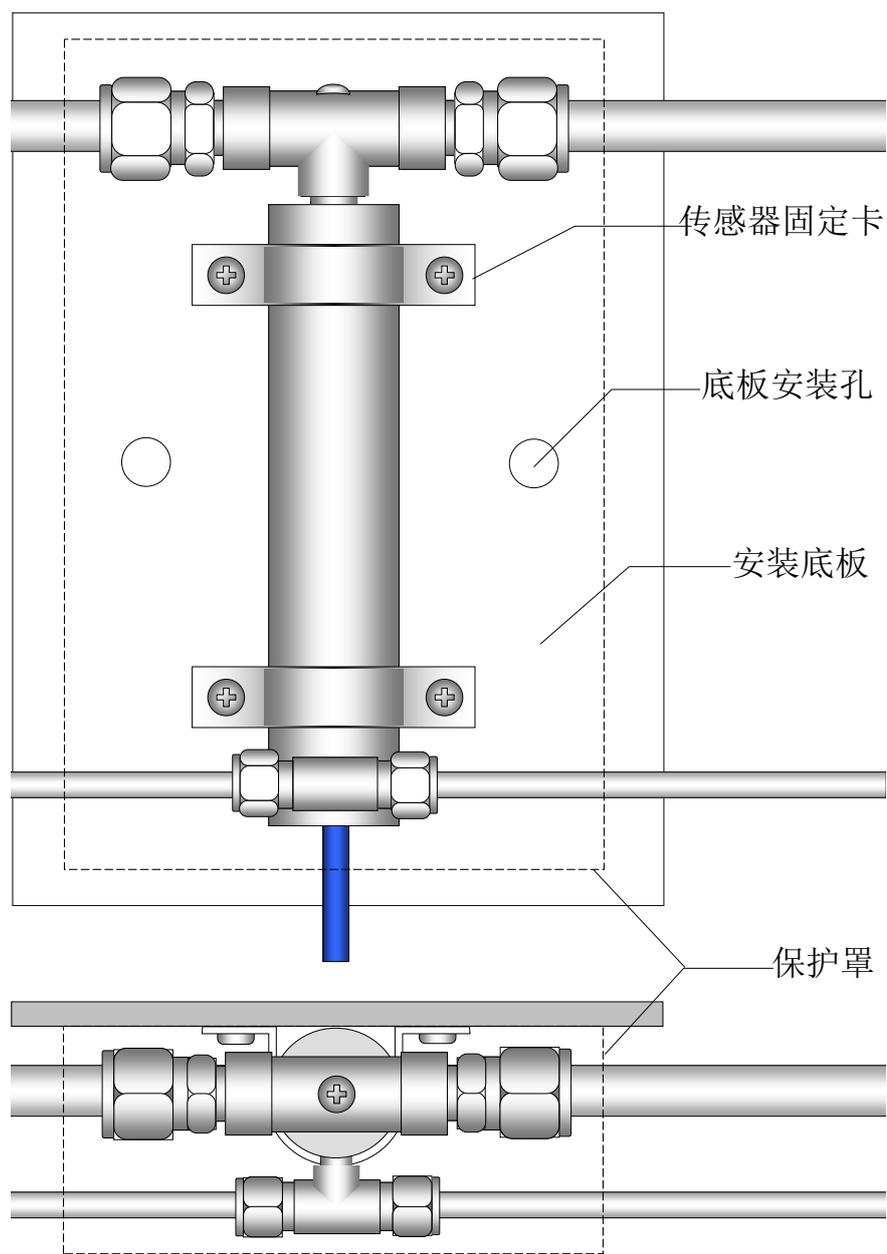


图4 4500HX传感器安装固定示意图

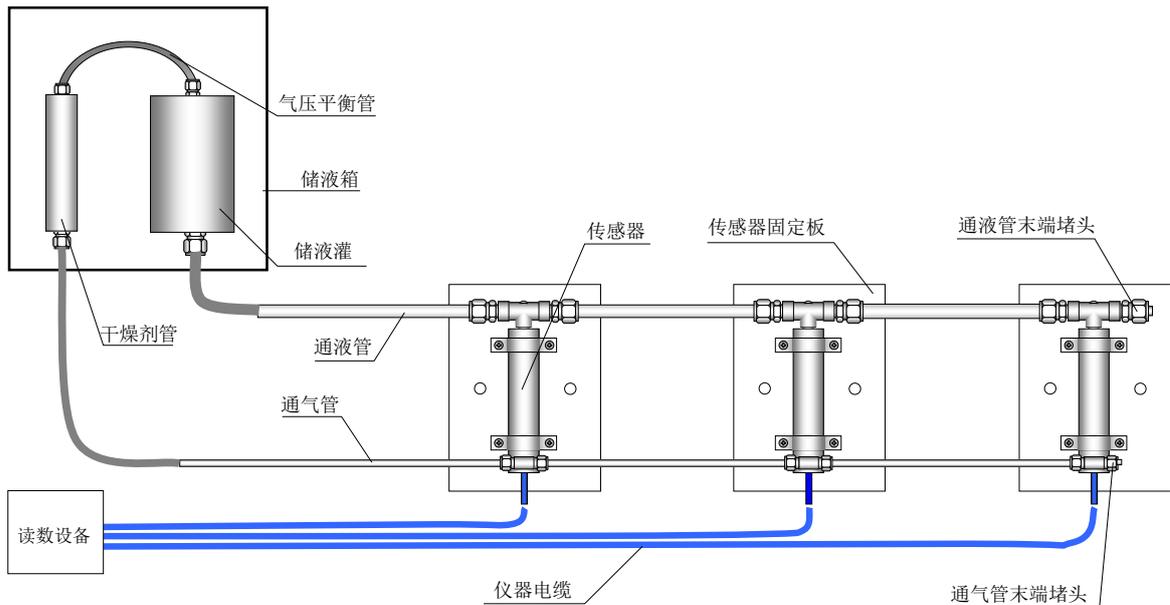


图 5 4500HX静力水准系统结构示意图

2.3. 传感器的固定方式与管线保护

由于系统的通液管、通气管为串联结构，因此推荐使用明装，即将传感器固定在沉降测墩、边墙或支架上。

明装的通液管与通气管可以使用槽钢或电缆线槽保护，不推荐使用钢管保护的原因是通液管一旦被穿入钢管，若管内有气泡而难以被发现，同时也无法排除。

若埋入地下，需保证管线接头牢靠，并给管线预留一定的拉伸量，确保能承受一定的水平位移变形。同时管线还必须使用外套保护管进行保护，保护管的直径为 $\Phi 50\sim 60\text{mm}$ ，需承受一定的机械强度，以使用环境可选择钢管或 PE 管，不推荐使用 PVC 管。此外，保护管必须设置伸缩式接头。

3. 数据获取及数据转换

液体灌注完毕并确认排气合格，然后让系统平衡几个小时后读取传感器的零读数。确保读数是在系统处于平衡状态或没有日照引起的变化等等。同时也确保每一读数间隔对传感器作适当的温度补偿。

可采用 BGK-408 或 GK-403 读数仪器的“B”档读数，并可直接读取摄氏温度值。传感器使用的是 4 芯双绞屏蔽电缆，其中黑、红线为振弦传感器。绿、白为温度传感器，使用基康 BGK408 或 GK-403 读数仪读数可直接获取摄氏温度值。

使用自动数据采集仪也可连续、定时获取读数，例如 BGK-Micro-40 型数据采集单元。

将传感器设置为振弦式，并将激励类型设置为中频即可稳定获取读数。

配套的率定表提供有两种计算公式，分别为线性公式与多项式公式。一般情况下，使用线性计算具有简单直观的特点，即：

$$P=G \times (R_1+R_0)$$

使用线性公式计算时，其传感器的计算精度一般不低于 0.5%FS。但某些传感器本身的线性精度也可达到 0.1%，请参照产品的率定表所显示的线性误差来确定是否采用线性计算。

如果给定了多项式计算系数，则推荐使用多项式进行计算，以获取较高的计算精度：

$$P=AR_1^2+BR_1+C$$

由于环境的改变，现场的 C 值需要重新计算，令 $P=0$ ，即：

$$AR_1^2+BR_1+C=0$$

将初始读 R_0 带入上式（即表达式中的 R_1 ），再将率定表给定的 A、B 值带入表达式，重新求得 C 值，即可在后期获得测点的变化值。

计算后获取的值将是压力，单位是 kPa。转换为水位时，需要乘以转换系数，即 $1\text{kPa}=101.97\text{mm}$ 水位。

数据处理的原则是通过测量某一测点压力的变化量，转换成各传感器高度变化量并减去基准传感器的高度变化量即为改点的沉降。

对于传感器本身而言，当储液灌内水位不变时，传感器本身测得的水位变化量即传感器相对于储液灌的沉降量。

3.1. 做为静力水准使用时的计算方法（有基准测点）

系统做为静力水准使用时，应将其中一个测点（可以是最近点或是最远的点）安装在相对稳定的位置做为基准测点（如图 3 所示）。设基准测点为 Ref，其它测点为 n，则任意测点的变化量减去基准测点的变化量即为该测点相对基准测点的沉降量。

即 任意测点的沉降量 S_n ：

$$S_n=G_n \times (R_{1n}-R_{0n})-G_{\text{ref}} \times (R_{1\text{ref}}-R_{0\text{ref}})$$

试中：

S_n —测点 n 的沉降量， $S_n > 0$ 表示测点抬升， $S_n < 0$ 表示沉降；

G_n —测点 n 的仪器系数；

R_{1n} —测点 n 的当前读数；

R_{0n} —测点n的初始读数；

G_{ref} —基准点的仪器系数

R_{1ref} —基准点当前读数；

R_{0ref} —基准点初始读数。

上式可见，在系统中容器内的水位高于任意测点的前提下，传感器的沉降变形只与基准传感器的高程相关，与储液容器内的水位变化没有直接关系（容器内的水位理论上是不变的）。

注意，只有连接到同一储液容器的传感器才能称为同一系统设备并可采用经静力水准的计算方法进行计算，多支仪器使用两个以上的储液容器不能算同一系统，因此在计算时应分别对待。

3.2. 做为多测点沉降系统的测量（无基准测点）

多测点沉降系统是将1个或1个以上的传感器各自的通液管、通气管独立地连接到一个储液容器上或连接到多个在同一位置固定的储液容器上，不设置基准测点。这种安装的前提是安装储液容器的位置必须稳定，或者是可知的。尽管这样连接与静力水准连接方式是近似的，但在计算时计算方法与静力水准有所不同。

上述方式在进行沉降计算时，将计算各测点的压力变化转换为高程变化。一般情况下，若液体未出现渗漏或蒸发，计算的测点压力变化即为该测点相对于储液容器处的高程变化。

4. 维护

系统仅可能需要的维护是定期对通液管进行检查，若有气泡必须排除，必要时补充液体。直径超过通液管内径的气泡将导致系统产生极大误差或读数不稳定。传感器读数若不稳定，除检查通液管内有无气泡外，还应检查传感器接头及内部是否有气泡。

若储液灌内液位下降较大，可能产生的原因是通液管漏液。多数液位有少量下降或回升的原因是温度变化引起。

传感器本身不能在现场打开检查，若确系传感器有故障（如短期内读数不稳定、无规律大幅跳动等），应返回厂家维修。

附录-内置半导体温度计温度换算

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

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

附表-1 半导体温度计阻值-温度对照表