



BSIL-W9 渗（扬）压计 安装使用手册

(REV A)

北京 SOIL 仪器有限公司

地 址：	北京市丰台区丰台科技园航丰路 9 号 302 室	电 话：	010-63780922
邮 编：	100071	传 真：	010-63780622
网 址：	www.bsil.com.cn	电子邮箱：	info@bsil.com.cn

目 录

1. 简介.....	1
2. 安装.....	1
2.1 初步检验及率定.....	1
2.1.1 获取零读数.....	2
2.2 在测压管或测井中安装.....	3
2.3 在钻孔中的安装.....	4
2.4 在填土和坝体上的安装.....	5
2.5 渗压计的饱和与处理.....	5
2.6 连接电缆及电缆屏蔽.....	5
2.7 防雷保护.....	6
3. 读数与计算.....	6
3.1 气压修正.....	7
4. 外部环境影响因素.....	8
5. 故障排除.....	8
6. 主要技术参数.....	9
附录-A 半导体温度计温度推导公式.....	10

1. 简介

BSIL-W9 系列弦式渗压计埋设在水工建筑物、基岩内或安装在测压管、钻孔、堤坝、管道和压力容器里，测量孔隙水压力或液体液位。其各种性能非常优异，其主要部件均用特殊钢材制造，适合各种恶劣环境使用。特别是在完善电缆保护措施后，可直接埋设在对仪器要求较高的碾压混凝土中。标准的透水石是用带 50 微米小孔的烧结不锈钢制成，以利于空气从渗压计的空腔排出。

BSIL-W9-SV 型弦式渗压计采用专用通气电缆连接，可有效克服大气压力对测值的影响，更适合用于水位测量。

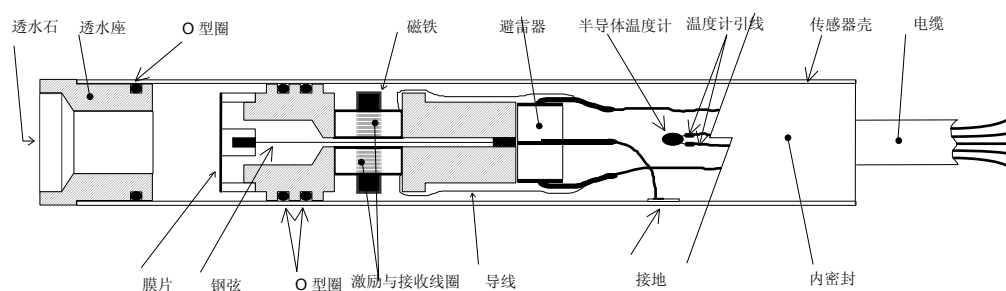


图 1-1 振弦式渗压计结构示意图

2. 安装

2.1 初步检验及率定

在验收时就应对渗压计读数进行检查和记录（读数方式详见第 3 节关于读数的说明）。

每支仪器都提供了率定系数，包括温度修正系数。（详见图 2-1 关于率定表的实例）。

下列过程可用来检查随率定表（图 2-1）提供的率定系数。

- 1) 浸透透水石，并在透水石和膜片之间的空腔里充满水。
- 2) 用电缆将渗压计沉到测量孔的底部以测量实际深度。
- 3) 让渗压计热平衡 15—20 分钟，用读数仪记录该液面的读数。
- 4) 将渗压计提升一个已知的高度，记录读数，计算这个系数，给出压力和读数的变化。与率定表中的值进行比较，必要时可重复这个试验。

此外，采用 0.05 级的标准活塞式压力计率定是最恰当的率定方式。

每支 BSIL-W9 系列渗压计均提供有一份率定表，这些率定表中记录有重要的仪器参数，因此用户应妥善保管这些率定表。

检测环境条件:

温度: 21℃

湿度: 53%RH

检测结果

测量范围: (0---0.35)MPa

指示器: BSIL-R0-VW 振弦式读数仪 (B)

标准压力 (MPa)	各测次示值			均值	精度	
	1	2	3		直线	多项式
0.00	9581.4	9580.9	9580.9	9581.1	0.069%	0.032%
0.07	9177.3	9178.3	9177.3	9177.6	-0.064%	-0.057%
0.14	8771.0	8769.9	8771.0	8770.6	-0.023%	0.007%
0.21	8364.0	8364.7	8365.4	8364.7	-0.033%	-0.004%
0.28	7956.1	7957.1	7957.7	7957.0	0.045%	0.052%
0.35	7545.8	7553.6	7555.4	7551.6	0.006%	-0.031%
/	/	/	/	/	/	/
计算公式	直线 $P(\text{MPa}) = G(R_1 - R_0) + K(T_1 - T_0)$ 多项式 $P(\text{MPa}) = AR_1^2 + BR_1 + C + K(T_1 - T_0)$					
	直线系数 $G = -0.000172 \text{ MPa/Digit}$					
	多项式系数 $A = -0.000000000235$ $B = -0.000168323104$ $C = 1.634403099020$					
	温度系数 $K = -0.000003 \text{ MPa/}^\circ\text{C}$					
	R_0初始读数值 T_0初始温度值 ----以下空白----					

图 2-1 BSIL-W9 率定表表样

2.1.1 获取零读数

每一只渗压计都需要获取一个精确的零读数（即初始读数），而这个读数将用于后期的数据处理（除非监测相对压力）。一般来说，是在仪器安装之前（即未加压力时）读取的数值即为零读数。

下列的各项检查是必须的，以保证渗压计获取精准的零读数：

- 使渗压计的温度达到平衡：经过渗压计体的不均衡温度变化可能产生错误的读数，让渗压计经过 15—20 分钟使之与被监测点的环境温度达到平衡。
- 使透水石与渗压计的腔体内的水必须达到饱和：如果是局部饱和，由于表面张力的影响，将影响读数的准确性，特别是低压型渗压计，更易出现这个问题。
- 在竖井或测压管里监测液位的情况下，应使液面达到平衡。当电缆较长和孔径较小时，如一只 BSIL-W9 型渗压计，在 25mm（内径 22mm）的测压管里放到水面之下 15m 时，可使液面上升大约 1m，必须用足够的时间使液面达到平衡就可以解决这个问题。
- 要确保在读取零读数时记录温度和气压，以便必要时修正。
- 水位测量需在空气中确定零读数：如果测量水位，获取零读数应该是在空气中获取的读数，但应注意温度平衡过程。

2.2 在测压管或测井中安装

首先要建立一个零读数，透水石要浸透。然后可将渗压计用电缆放进测压管中所要求的位置，电缆上作深度标志，以使渗压计端头的位置达到精确的深度。在测压井里的安装可参照测压管进行，必要时可采用底端带透水孔的钢管或 PVC 管保护。

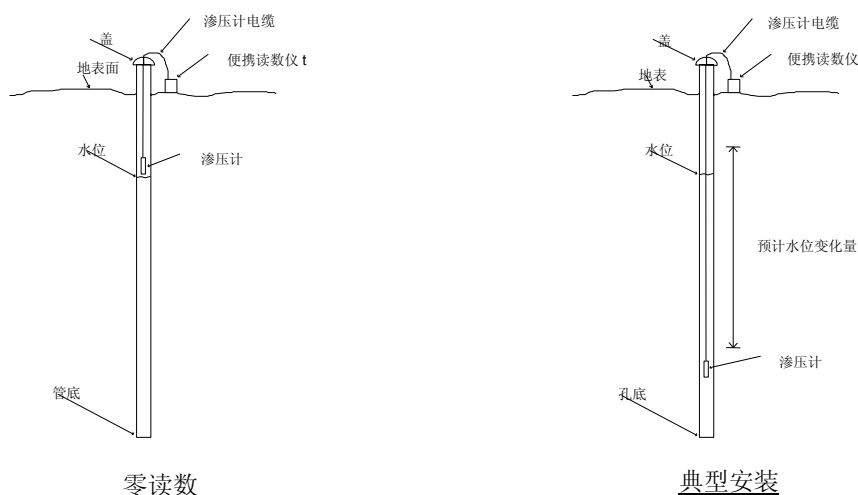


图 2—2 典型的水位监控安装

要保证电缆可靠地固定在测管的顶部，否则由于渗压计滑入测井将引起读数的误差。

如果在测压管上用管口塞或堵塞，应避免管口塞切破电缆的护套。

2.3 在钻孔中的安装

各类型的渗压计无论在有套管或无套管的钻孔里，都可以单支安装或多支安装，见图 2-3，如果在一个特殊的地区监测微孔压力，就要特别注意钻孔的密封。推荐在钻孔中安装时使用加厚的聚乙烯护套电缆。

安装时不能使用随时间迅速下沉的材料，例如返料。钻孔应该钻至渗压计预定位置以下 15-30 厘米，并应洗净钻孔，然后将孔的底部用干净的细沙回填到渗压计端头以下 15 厘米时，即可放入渗压计，最好是将渗压计封装在一个砂袋里，保持干净。用水浸透砂子，然后放到位（在电缆上做标志），仪器在这个位置时，应环绕渗压计周围放进干净的砂子，砂子可以放到渗压计以上 15 厘米，图 2-3 详细说明了隔绝被监测区域的两种方法。

一旦到了上述的“集水区”，就要将孔密封，可用两种方法，一是用膨润土和适量的沙回填交替层约 25 厘米，然后用普通的土回填，或是用不透水的膨润土与水泥浆的混合物回填。如果在一个单孔里安装多支渗压计，膨润土与沙应回填到上部渗压计的下部，并以每两个渗压计之间的距离为间隔交替进行。在设计及使用填塞工具时特别要小心，避免损坏渗压计的电缆。

由于振弦式渗压计基本上是一个非流量仪器，所以其集水区不需要很大的尺寸，事实上，渗压计可以与大多数材质接触，因为这些材料的颗粒不能通过过滤器。

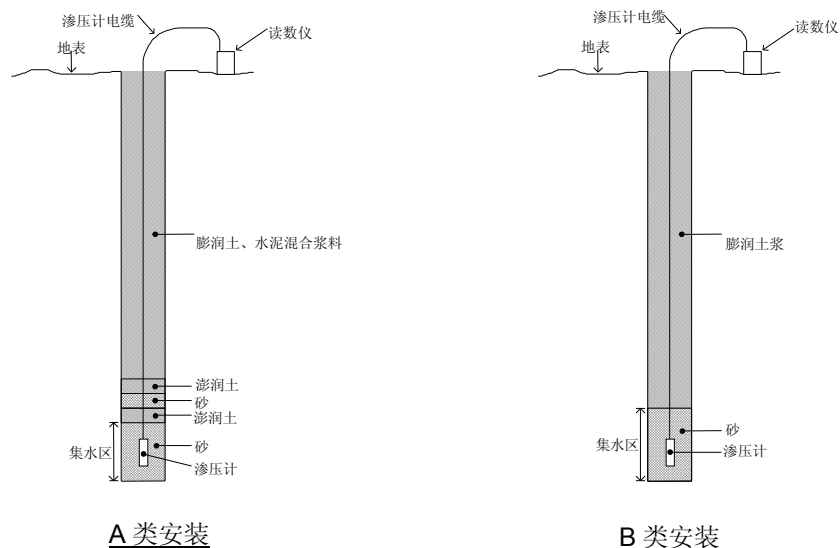


图 2-3 典型孔的安装

2.4 在填土和坝体上的安装

渗压计出厂时通常都提供有可直接埋入式电缆，以便在高速公路，大坝等现场布置，绝大多数情况下渗压计可以直接放在混凝土或土体里，如果出现有大粒径的骨料时，可将渗压计装入浸透水的沙袋，并采用适当的措施保护电缆以避免大骨料对电缆的损伤。

低通气滤体透水石适用于大多数的日常测量。而在细的粘土中，在渗压计的周围不要用砂袋。在经常碾压的地区或预计位移较大的地区，就应该使用铠装电缆，特别是沿坝轴线布置时最好采用。

电缆通常是安装在地沟内，用小粒径骨料的材料来回填。回填时要小心的用人工方法在电缆周围捣实，并以规定的间隔用膨润土填充，以免沿电缆沟形成渗流通道。

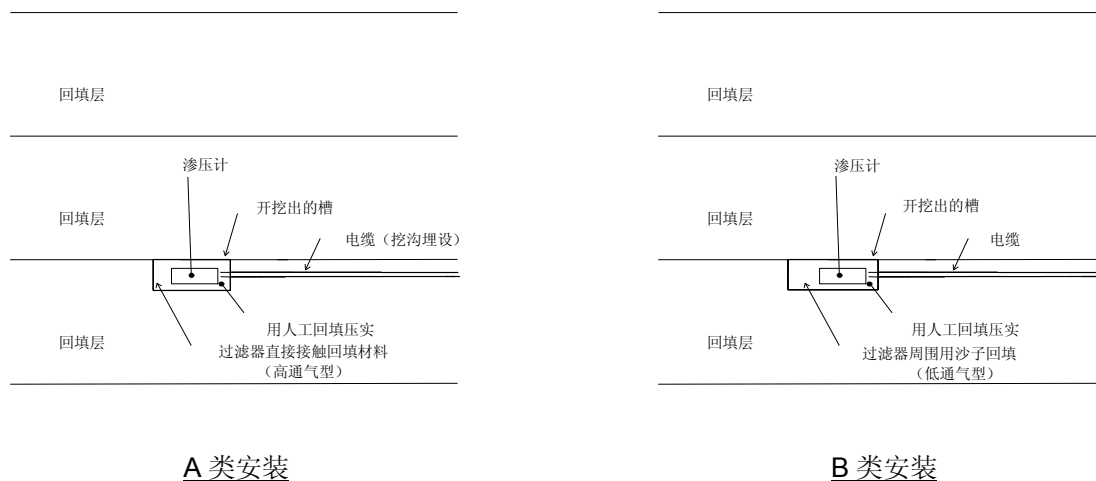


图 2-4 典型的大坝上的安装

2.5 渗压计的饱和与处理

渗压计在安装前，应排除透水石内腔体中的空气，否则会在安装后将会产生严重的滞后或测量误差甚至读数不稳，因此排气是必须的。

最恰当的方法是将渗压计前端的透水石取下，然后将渗压计完全浸泡在盛满净水的容器中，在水下将透水石缓慢重新装回渗压计上，并在安装前一直浸泡在水中。

有时，需要使用沙袋将渗压计包裹，这个过程可与上述操作一并进行，包裹后的渗压计也应在安装前一致浸泡在水中。

2.6 连接电缆及电缆屏蔽

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，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，将屏蔽线接到一起并接到接地点。

2.7 防雷保护

在渗压计的内部装有一个三极等离子浪涌避雷器(见图 1-1)，可防止峰值电压通过导线进入。以下是一些可用的防雷措施：

- 1) 如果仪器使用一个便携读数仪手动读数，那么最简单的防雷办法是，平时将电缆良好接地。
- 2) 从北京 SOIL 仪器有限公司订货的集线箱可与内装的雷击保护一起订货，有两种保护级别：
 - 所用的终端板已安装等离子浪涌避雷器（类似于渗压计内部的装置）。
 - 终端箱可以装入避雷器板，该装置利用避雷器来进一步保护渗压计。

无论哪种情况，数据采集终端箱都要可靠接地。

3. 读数与计算

BSIL-W9 型渗（扬）压计读数时可使用 BSIL-RO-VW 型读数仪，读数时请选择“B”挡。

例如：一个渗压计的当前读数 R_1 是 8000，初始读数（或零读数） R_0 为 9581.1，当前温度 T_1 是 15℃，初始温度 T_0 是 22℃，温度系数 $K = -0.000003 \text{MPa}/^\circ\text{C}$ ，率定系数 $G = -0.000172 \text{MPa}/\text{Digit}$ ， $A = -0.000000000235$ ， $B = -0.000168323104$ ， $C = 1.634403099020$ （有关系数请参见率定表）。

$$\begin{aligned} \text{直线: } P &= G \times R_1 - R_0 + K (T_1 - T_0) \\ &= (-0.000172) \times (8000 - 9581.1) + (-0.000003) \times (15 - 22) \\ &= 0.2719702 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{多项式: } P &= AR_1^2 + BR_1 + C \\ P &= (-0.000000000235) \times 8000^2 + (-0.000168323104) \times 8000 + 1.634403099020 \\ &\quad + (-0.000003) \times (15 - 22) \\ &= 0.272799267 \text{ MPa} \end{aligned}$$

使用多项式可获取更高的计算精度。

下表可用于其它工程单位的转换：

来自 → 转化到 ↓	psi	"H ₂ O	'H ₂ O	mm H ₂ O	m H ₂ O	"Hg	mm Hg	atm	mbar	bar	kPa	MPa
psi	1	.036127	.43275	.0014223	1.4223	.49116	.019337	14.696	.014503	14.5039	.14503	145.03
"H ₂ O	27.730	1	12	.039372	39.372	13.596	.53525	406.78	.40147	401.47	4.0147	4016.1
'H ₂ O	2.3108	.08333	1	.003281	3.281	1.133	.044604	33.8983	.033456	33.4558	.3346	334.6
mm H ₂ O	704.32	25.399	304.788	1	1000	345.32	13.595	10332	10.197	10197	101.97	101970
m H ₂ O	.70432	.025399	.304788	.001	1	.34532	.013595	10.332	.010197	10.197	.10197	101.97
"Hg	2.036	.073552	.882624	.0028959	2.8959	1	.03937	29.920	.029529	29.529	.2953	295.3
mm Hg	51.706	1.8683	22.4196	.073558	73.558	25.4	1	760	.75008	750.08	7.5008	7500.8
atm	.06805	.0024583	.0294996	.0000968	.0968	.03342	.0013158	1	.0009869	.98692	.009869	9.869
mbar	68.947	2.4908	29.8896	.098068	98.068	33.863	1.3332	1013.2	1	1000	10	10000
bar	.068947	.0024908	.0298896	.0000981	.098068	.033863	.001333	1.0132	.001	1	.01	10
kPa	6.8947	.24908	2.98896	.0098068	9.8068	3.3863	.13332	101.320	.1	100	1	1000
MPa	.006895	.000249	.002988	.00000981	.009807	.003386	.000133	.101320	.0001	.1	.001	1

表 4-1 工程单位转换系数

注意：由于密度随温度而变化，上表中汞和水的系数是近似的

3.1 气压修正

除通气型渗压计外，标准渗压计是密封而不通气的，多数情况下，并不需要进行气压修正。对那些高灵敏度的低压型号，可能需要修正。此时，每次渗压计读数时，同时读取并记录气压。（可用一个单独压力传感器测量气压，进行修正）

下列公式给出了同时进行温度和气压修正的压力计算方法。对于前面的例子，假设初始气压为 101.320kPa，当前气压为 101.035kPa，则：

$$\begin{aligned}
 \text{直线: } P_{\text{修正}} &= [(R_1 - R_0) \times G] + [(T_1 - T_0) \times K - [(S_1 - S_0) \times F]] \\
 &= 0.2719702 - (101.035 - 101.320) \times 10^{-3} \\
 &= 0.2722552 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{多项式: } P_{\text{修正}} &= AR_1^2 + BR_1 + C + [(T_1 - T_0) \times K - [(S_1 - S_0) \times F]] \\
 &= 0.272799267 - (101.035 - 101.320) \times 10^{-3} \\
 &= 0.273084267 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

式中：F=转换系数

S₁=当前气压

S₀=初始气压

用户应注意，这种修正是假设在理想条件下。实际上，条件并不总是理想的，例如，如果测压管或井是密封的，气压对渗压计的影响可能很小，或者实际的表面变化被减弱。这样，应用气压修正时反而可能产生误差，请根据实际情况进行。

4. 外部环境影响因素

因为安装渗压计的目的在于监测现场工况，因此，那些可能影响这些工况的因素始终都要观察和记录。这些因素包括（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，人员变化，季节变化等等。在对渗压计结果进行分析时，请考虑这些因素。

5. 故障排除

如果装置读数出问题，应采取以下步骤：

1. 检查线圈电阻，正常情况下线圈电阻是 $180 \pm 10\Omega$ 加上电缆电阻。（标准 22 号规格的铜导线电阻：每 100m 约 5Ω ）
 - a) 如果电阻太大或无穷大，应怀疑电缆断路。
 - b) 如果电阻太低或接近于 0，则应怀疑是短路。
 - c) 如果电阻正常而任何一个传感器都没有读数，就该怀疑是读数仪有问题，这时应向厂家咨询。
 - d) 如果所有的电阻都正常仅其中一个传感器没有读数，就应怀疑传感器有问题，这时也应向厂家咨询。
2. 如果发现电缆是断路或短路，可按推荐的电缆连接步骤重新接上。

6. 主要技术参数

型 号	BSIL-W9	BSIL-W9-AL	BSIL-W9-SV	BSIL-W9S
量 程 (MPa)	0~0.35 0~0.70 0~1.75 0~3.50 0~5.25 0~7.00	0-0.070 0-0.175	0~0.35 0~0.70	0~0.35 0~0.70 0~1.00
过载能力	2×F.S	2×F.S	2×F.S	1.5×F.S
温度系数(°C)	<0.025%F.S	<0.05% F.S	<0.025% F.S	<0.05% F.S
外 径(mm)	19.00	25.40	17.45	22
长 度(mm)	133.35	133.35	133.35	132

附录-A 半导体温度计温度推导公式

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 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