



# BSIL-J2 型振弦式裂缝计 安装使用手册

(REV A)

北京 SOIL 仪器有限公司

---

地 址：北京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	电子邮件：info@bsil.com.cn

# 目 录

1. 简介.....	1
2. 安装.....	1
2.1 初步测试 .....	1
2.2 裂缝计安装 .....	2
2.2.1 使用可焊接附件安装 .....	2
2.2.2 使用灌浆锚头（锚杆）安装 .....	3
2.2.3 用膨胀螺栓锚杆安装 .....	4
2.3 电缆敷设 .....	4
2.4 电气干扰 .....	5
2.5 雷电防护 .....	5
3. 读取数据.....	6
3.1 BSIL-R0-VW 读数仪操作 .....	6
3.2 温度测量 .....	6
4. 数据处理.....	6
4.1 位移计算 .....	6
4.2 温度修正 .....	8
4.3 环境因素影响 .....	8
5. 故障排除.....	9
附录 A-技术指标 .....	10
附录 B-半导体温度计温度换算公式.....	11

## 1. 简介

BSIL-J2 型振弦式裂缝计用于测量表面缝的开合度，例如：建筑、桥梁、管道、大坝等混凝土的施工缝，配用不同的附件，也可测量土体的张拉缝与岩石和混凝土的裂缝。仪器常用于表面式安装。

仪器包括一个振弦式感应元件，该元件与一个经热处理并消除应力的弹簧相连，弹簧两端分别与钢弦、传递杆相连。仪器完全密封并可在高达 1MPa（特殊要求可定制）的压力下操作。当连接杆从仪器主体拉出，弹簧被拉长导致张力增大并由振弦感应元件测量。钢弦上的张力直接与拉伸成比例，因此，接缝的开合度通过振弦读数仪测出的读数变化而精确地计算。

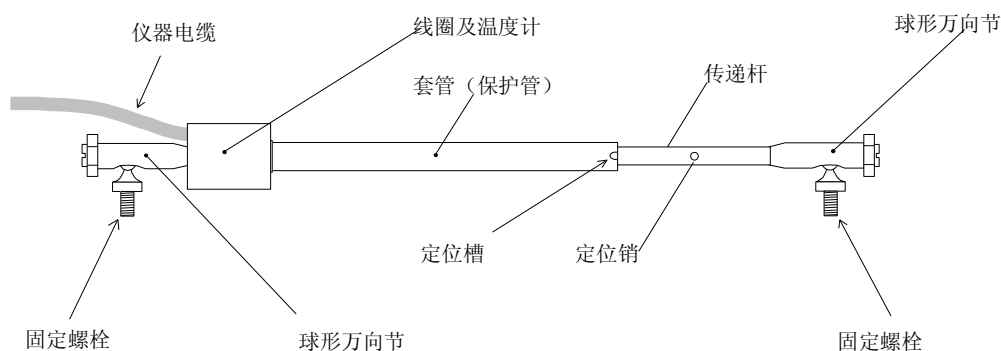


图 1 BSIL-J2 型表面裂缝计

**注意:**不要旋转裂缝计传递杆或过度拉伸传递杆，否则会导致传感器的永久损坏。

## 2. 安装

### 2.1 初步测试

收到仪器就应检查是否工作正常(包括半导体温度计)。裂缝计到货时，传递杆固定在大约 50%量程的松紧程度（见图 1），让仪器处于拉伸状态，因而在运输期间受到保护。把仪器与读数仪相连并读数，读数应稳定并在 4000—5000 之间。

也可用欧姆表检测电路通断，振弦仪器导线黑、红之间电阻大约为  $180\ \Omega \pm 10\ \Omega$ ，检测时记住加上电缆电阻。在 25℃ 时绿、白色导线之间的电阻约为  $3000\ \Omega$ （见表 B-1），任何接头和屏蔽间的绝缘电阻应超过 2 兆欧。

## 2.2 裂缝计安装

BSIL-J2 型表面式裂缝计可采用焊接或锚固的方式。焊接时可先将锚杆直接焊接在刚结构上，然后在将传感器通过万向节的螺栓安装在锚杆上。另外一种为灌浆锚杆，锚杆采用一段螺纹钢筋与传感器的万向节相连。此外厂方还可根据需要加工特殊形式的安装部件。

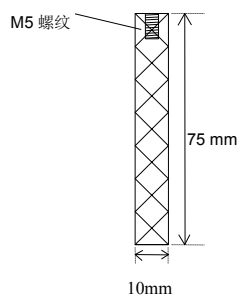


图 3—标准的灌浆锚杆

当使用便携式读数仪设置仪器预拉伸量时，使用表 2 中的量程范围确定合适位置。

中间-量程	测量拉伸	测量压缩
4500-5000	2500-3000	7500-8000

表 2—裂缝计读数范围

注意裂缝计率定表显示了在零点的真实读数，拉伸范围 25%，50%，75%和 100%。这些读数可用于在其任何范围内指导设置安装裂缝计。裂缝计能一直拉伸到获得满意读数为止，然后固定此位置，并同时测量锚固间距(螺栓拧在球形万向节上，见图 1)。测量结果可用于控制钻孔或焊接锚固间距。

**警告:**安装时不要旋转裂缝计传递杆，这样可能导致传感器的永久损坏。传感器长度上的定位销和套管端部的定位槽可用来控制方向。

### 2.2.1 使用可焊接附件安装

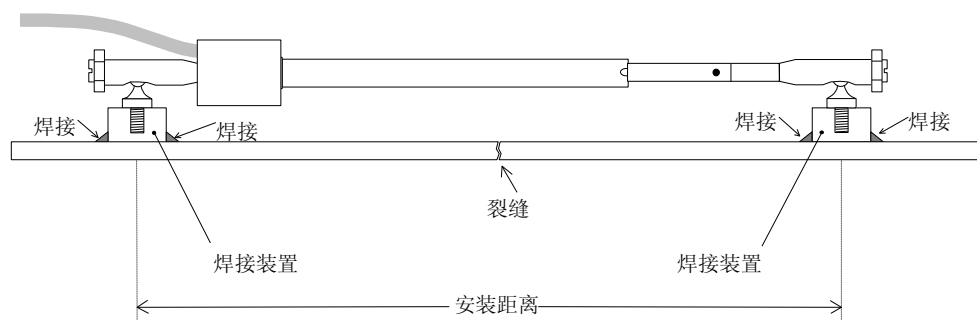


图 4—用可焊装置安装

**安装步骤:**

- 1) 用表1中的数字或率定表中的读数确定合适的设置距离, 准备每一焊接装置周围钢材表面(抛光, 砂磨等)。
- 2) 在准备好的表面上固定装置, 再检查缝隙, 并将定位焊接到部件上。
- 3) 解开绑扎传感器传递杆的尼龙扣, 将裂缝计两端的球型螺栓分别旋进焊接装置的螺孔中, 去掉万向节末端的卡销并用螺丝刀拧紧球头螺杆, 重新装上卡销固定球头防松螺帽。
- 4) 用便携式读数仪检测读数, 用表2或率定表中的读数检测位置是否合适。

注意: 通常情况下, 位移传感器本身的安装应在焊接装置焊接就位后进行, 在安装传感器中或就位后, 禁止对焊接装置进行任何方式的焊接处理, 否则有可能造成传感器的永久损坏! 北京 SOIL 仪器公司对因此造成的传感器损坏不负任何保修或赔偿责任! 即使在安装保护罩等情况下要进行焊接操作, 也必须在传感器的同一端接地后进行焊接, 同时要防止焊把有意或无意的碰触打火, 即自始至终要保证传感器体不能有焊接电流通过, 有关方法可向厂家咨询!

**2.2.2 使用灌浆锚头(锚杆)安装**

灌浆锚杆可安装于混凝土或岩石表面, 也是最常用的安装方式。

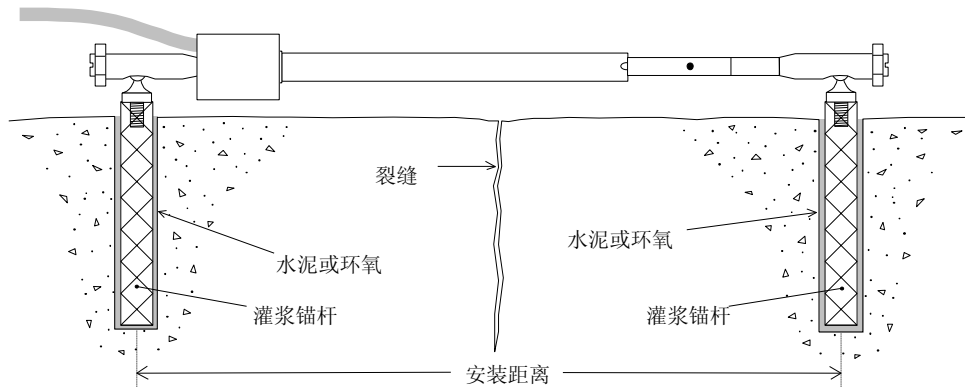


图 5-使用可浇注锚杆安装

**安装步骤如下:**

- 1) 利用表1中的数字或率定表中的读数确定合适的设置距离。用电锤或其它合适的工具在确定的位置钻两个深约75mm, 直径12.5mm的钻孔, 如果锚杆被切短钻孔也可相应浅些。
- 2) 用已固定的锚杆安装裂缝计, 如果在中间位置安装仪器, 把固定传感器传递杆绑好的尼龙扣拆除(见图1)。用灌浆或环氧填注钻孔并将锚杆推进直至与表面齐平, 然后使用速凝水泥或环氧树脂灌浆。

- 3) 水泥或环氧树脂凝固后，取掉球形万向节末端的螺母并用螺丝刀拧紧球头顶丝，重新装上螺母固定顶丝。
- 4) 用便携式读数仪检查读数，利用表2或率定表中的读数检测安装位置是否合适。

### 2.2.3 用膨胀螺栓锚杆安装

膨胀螺栓锚杆需要用户定制，适用于快速安装或无法安装灌浆锚杆的方式。用户也可自行购买内膨胀（内爆式）螺栓，在螺栓上开M6孔用于仪器两端的万向节安装。

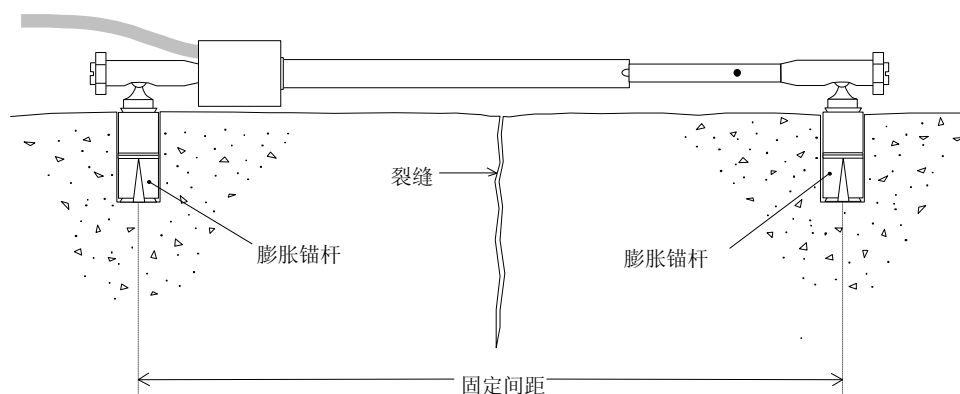


图 6-用膨胀锚栓安装

#### 安装步骤如下：

- 1) 利用表1中的数字或率定表中的读数确定合适的设置距离。用电锤或其它合适的工具在确定的位置钻两个深约50mm，直径为12.5mm的孔。
- 2) 将膨胀锚栓插进钻孔，并上紧。
- 3) 将裂缝计两端的球型螺杆分别旋进锚头的螺孔中，取掉球形万向节末端的螺母并用螺丝刀拧紧球头顶丝，重新装上螺母固定球头。
- 4) 用便携式读数仪检测读数，用表2或率定表中的读数检查位置是否符合要求。

## 2.3 电缆敷设

电缆走线应尽可能减少由于移动设备、碎石或其它原因造成的损害，故应做好保护。

电缆可通过拼接加长，加长不影响仪器读数。接头应始终保持防水，推荐使用 ES-3 型专用的电缆热缩街头套件。或使用环氧基接头如 3M Scotchcast™，82-A1 型号，北京 SOIL 公司可提供这些套件，也可使用 BSIL 快速电缆接头来安装。

## 2.4 电气干扰

在进行仪器电缆安装操作中，应当尽可能小心使其远离电干扰源如：动力线、发动机、电动机、变压器、弧焊机等等。不允许将电缆线与交流电缆一同埋设或敷设，否则仪器电缆将从电力电缆中感应 50Hz（或其他频率）噪音，这给获得稳定读数带来一定问题，因此建议适用钢杆进行保护并接地，以屏蔽干扰信号。在实际使用中遇到困难时，可与厂家联系定购滤波器来解决问题。

## 2.5 雷电防护

BSIL-J2 型表面式裂缝计，不同于其它类型的北京 SOIL 仪器，它内部不含有雷电防护元件。通常情况下这也没有问题，但如果仪器电缆是暴露的，则安装雷电防护配件比较合适，因为瞬变电流可能会沿着电缆传到仪器中并可能损坏仪器。

注意下列建议：

- 如果仪器与终端箱或多路集线箱如等离子电涌放电器（放电避雷器）相连，应将保护器件放入终端箱或多路集线箱内得到瞬间防护。终端箱和多路集线箱可从北京 SOIL 公司订购，设备内部已经留出安装这些器件的位置。
- 可从北京 SOIL 公司购得避雷板和相应外壳，并安装在仪器附近。外壳有可拆卸的盖，因此当避雷板 (LAB-3) 损伤时，用户可维修（或更换）此器件。外壳接地端子应与地面相连，便于瞬间电流从仪器导入大地。见图7。有关详细信息或想更换雷电防护设计请向厂方咨询。

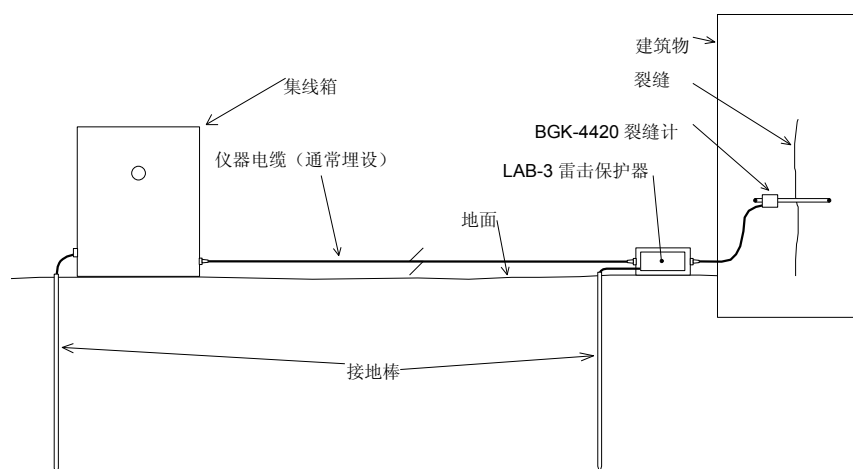


图 7—雷电防护图

### 3. 读取数据

下面三节叙述如何用北京 SOIL 仪器公司提供的两种读数仪中的种进行读数。

#### 3.1 BSIL-R0-VW读数仪操作

BSIL-R0-VW读数仪可用于表面测缝计的测量。用读数仪所带的连接线与读数仪连接，或在有集线箱的测站用连接插头连接。红色和黑色线夹用于连接振弦传感器，绿色与白色连接温度线，蓝色（或黄色）线夹用于连接屏蔽线。

- 1) 开机后将激励类型设置为“B”，读数为Digit（数字）。
- 2) 当读数时，最后一位数可能会变化一到二个数值，记录所显示数值。如果显示出零或读数不稳定见第5节故障排除建议。BSIL-R0-VW可直接显示半导体电阻温度计的温度。
- 3) 在大约15分钟后，读数仪会自动关闭以节省能源，详细操作见BSIL-R0-VW操作使用手册。

#### 3.2 温度测量

所有振弦式裂缝计都装有一个读取温度的半导体温度计，半导体温度计随温度的变化给出不同的阻值，通常白色和绿色导线与内部半导体温度计连接。

- 1) 把一欧姆表与裂缝计中的半导体温度计两根导线相连。（由于电阻随温度变化非常大，电缆电阻的影响通常微不足道。）
- 2) 在表B-1中查找所测电阻对应的温度，用公式B-1温度也能计算出来。

注意：BSIL-R0-VW 读数仪将自动读取半导体温度计并以摄氏度为单位显示温度。

### 4. 数据处理

#### 4.1 位移计算

振弦式裂缝计测量与数据处理的基本单位，用频率模数 F 或“Digit”（字）来表示，即：

$$F = \frac{Hz^2}{1000} \quad (\text{Digit, 或 } KHz^2)$$

公式 1—频率模数转换



用下面公式将数字转化为位移；

$$S_{\text{修正前}} = (R_1 - R_0) \times G$$

公式 2—位移计算

这里：R1 是当前读数；

R0 为初始读数，安装时完毕后的第一次读数；

G 为率定系数，单位通常为 mm/字，由率定表给定。

例如，初始读数  $R_0$ ，在安装裂缝计时为 2500；当前读数  $R_1$ ，为 6000；率定系数为 0.00356 毫米/字；形变变化为；

$$D_{\text{未修正}} = (6000 - 2500) \times 0.00356 = +12.446\text{mm}$$

注意读数的增加表示伸长。

当环境温度温差变化较大（超过10℃时），则需要℃修正，温度修正的计算参照厂家率定表提供的计算公式进行，见表8及下一章节。

**检测环境条件：** 温度：23℃ 湿度：49%RH

### 检 测 结 果

**测量范围：** (0--50)mm

**指 示 器：** BSIL-R0-VW(B)

标准位移 (mm)	各 测 次 示 值			均值	精 度	
	1	2	3		直线	多项式
0.0	2961.0	2961.6	2961.1	2961.2	-0.131%	0.001%
10.0	4072.9	4072.5	4071.8	4072.4	0.024%	-0.002%
20.0	5181.5	5178.3	5178.1	5179.3	0.102%	-0.004%
30.0	6282.9	6282.1	6282.6	6282.5	0.114%	0.008%
40.0	7380.4	7380.4	7379.4	7380.1	0.022%	-0.005%
50.0	8475.0	8473.8	8473.8	8474.2	-0.132%	0.001%
/	/	/	/	/	/	/
计算公式 直线 $L(\text{mm}) = G(R_1 - R_0) + K(T_1 - T_0)$ 多项式 $L(\text{mm}) = AR_1^2 + BR_1 + C + K(T_1 - T_0)$ 直线系数 $G = 0.009069 \text{ mm/Digit}$ 多项式系数 $A = 0.0000000163$ $B = 0.0088825583$ $C = -26.4456073802$ 温度系数 $K = 0.007936 \text{ mm/}^\circ\text{C}$ $R_0$ .... 初始读数值 $T_0$ .... 初始温度值 ----以下空白----						

图 8—率定表表样

## 4.2 温度修正

BSIL-J2型表面裂缝计温度膨胀系数非常小，因此在许多情况下都不需要温度修正。但是，如果希望达到最高精确度或环境温度变化过大(>10℃)，则应进行温度修正。有时固定裂缝计的结构，其温度系数也应考虑。因为温度变化校正传感器，结构的温度系数可能比较大。下面为考虑温度修正的计算公式：

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

公式3—温度修正形变计算公式

这里：  $R_1$  是当前读数

$R_0$  是初始读数

$G$  是率定系数

$T_1$  是当前温度

$T_0$  是初始温度

$K$  是温度系数（由率定表给出）

同一型号BSIL-J2的裂缝计位移计算参照下面的例子：

$R_0 = 4773$  数字

$R_1 = 4589$  数字

$T_0 = 20.3^\circ\text{C}$

$T_1 = 32.9^\circ\text{C}$

$G = 0.00555\text{m/数字}$

$K = 0.0127\text{mm/}^\circ\text{C}$

$$\begin{aligned} D_{\text{修正后}} &= ((R_1 - R_0) \times G + (T_1 - T_0) \times K) \\ &= (4589 - 4773) \times 0.00555 + (32.9 - 20.3) \times 0.0127 \\ &= -0.861\text{mm} \end{aligned}$$

从上面的例子可以看出，温度变化修正非常小，通常可以忽略不计。

## 4.3 环境因素影响

由于安装裂缝计的目的是为了监测现场工况，因此影响这些状态的因素都应观察与记录。有时细微的作用有可能对所监测的结构产生真实的影响，并对潜在的问题及早预示出来。

这些因素包括但不限于此：刮风、下雨、潮位、开挖与回填、水位、顺序、交通、温度和气压变化、人员活动、附近建设、季节变化等等。

## 5. 故障排除

对振弦式裂缝计的维修和故障排除局限于定期检查电缆接头，因为传感器本身是密封的，不能打开检查。

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：裂缝计读数不稳

✓ 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？

✓ 传感器传递杆位置超出仪器额定范围(压缩或拉伸)了吗？注意当传感器传递杆充分回缩、定位销位于定位槽槽内时（图1），这时读数有可能不稳定，因为振动弦未处于绷紧状态。

✓ 附近有电噪声源吗？大多数可能的电噪声源为马达、发动机和天线。

### 症状：裂变计不能读数

✓ 电缆被切断或被压破了吗？这可以用一欧姆表来检测。通常两个传感器接线（通常红线和黑线）之间的电阻为  $180\ \Omega \pm 10\ \Omega$ ，当检测时应加上电缆电阻（BSIL02-250-V6电路的电阻为  $50\ \Omega/\text{km}$ ，双向乘以2）。如果电阻无穷大或非常大（1兆欧），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，厂方可提供拼接套件和说明。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。

## 附录A-技术指标

## A. 1. BSIL-J2 表面裂缝计

主要技术指标						
标准量程	12m	25m	50m	100m	150m	200m
灵敏度	0.025%F. S.					
非线性	<0.5%F. S.					
温度范围	-20~+80℃					
耐水压	可按客户要求定制耐0.5、2MPa或其它水压					
直径	12mm(柱身)/25mm(线圈)					
长度	245mm	280mm	325mm	425mm	560mm	660mm

选购配套设备	
BSIL-CA-3.1-4-IC	四芯屏蔽电缆
BSIL-R0-VW	振弦式读数仪
BSIL-J2F2	双向测缝计支架
BSIL-J2F3	三向测缝计支架
BSIL-J2S	脱空测缝计安装组件

注意：

1. 分辨率大小取决于读数仪。
2. 取决于应用环境。
3. 可选择其它量程。

## A. 2 半导体温度计

测量范围：-80至+150℃

精确度：±0.5℃

## 附录B-半导体温度计温度换算公式

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

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℃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℃	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