



注意：敬请用户在操作使用 SX1934 型数字式四探针测试仪之前，必须详细阅读使用说明书！并妥善保管。

SX1934 型数字式四探针测试仪

(原 SZ82 型数字式四探针测试仪)

执行标准 Q/320500 GQB 1030-2008

使用说明书



本企业已通过 ISO9001:2000 质量体系认证

苏州市百神科技有限公司
苏州电讯仪器厂

欢迎使用 **SX1934** 型数字式四探针测试仪！
由衷地感谢您加入本公司的用户队伍！

一、概述

SX1934 型数字式四探针测试仪是运用四探针测量原理的多用途综合测量装置，它可以测量片状、块状半导体材料的径向和轴向电阻率，测量扩散层的薄层电阻（亦称方块电阻）。换上特制的四探针测试夹具，还可以对金属导体的低、中值电阻进行测量。

仪器由主机、测试架等部分组成，测试结果由数字表头直接显示。主机主要由高灵敏度直流数字电压表和高稳定度恒流源组成。测试探头采用宝石导向轴套和高耐磨碳化钨探针制成，故定位准确、游移率小、寿命长。

仪器具有测量精度高、灵敏度高、稳定性好、测量范围宽、结构紧凑、使用方便等特点。

仪器适用于半导体材料厂、半导体器件厂、科研单位、高等院校对半导体材料的电阻性能的测试。

本仪器工作条件为：

温 度： **$23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$**

相对湿度： **$60\% \sim 70\%$**

工作室内应无强电磁场干扰，不与高频设备共用电源。

二、技术参数

1. 测量范围

电 阻 率： **$10^{-4} \sim 10^5 \ \Omega \cdot \text{cm}$**

方块电阻： **$10^{-3} \sim 10^6 \ \Omega / \square$**

电 阻： **$10^{-4} \sim 10^5 \ \Omega$**

2. 可测半导体材料尺寸

直 径： **$\Phi 15 \sim 140 \text{mm}$**

长（或高）度： **$\leq 40 \text{mm}$**

3. 测量方位

轴向、径向均可

4. 数字电压表：

- (1)量程: **0.2mV, 2mV, 20mV, 200mV, 2V**
- (2)误差: **0.2mV** 量程: $\pm 0.5\%$ 读数 ± 8 字
其它量程: $\pm 0.1\%$ 读数 ± 2 字
- (3)输入电阻: **0.2mV** 和 **2mV** 量程: $>10^6 \Omega$
其它量程: $>10^8 \Omega$
- (4)最大分辨力: **0.1 μ V**
- (5)显示: **3** 位半数字显示
极性、过载自动显示
小数点、单位自动显示

5. 恒流源

- (1)电流输出: 直流电流 **0~100mA** 连续可调, 由交流电源供电。
- (2)量程: **10 μ A, 100 μ A, 1mA, 10mA, 100mA**
- (3)误差: $\pm 0.5\%$ 读数 ± 2 字

6. 四探针测试探头:

- (1)探 针 间 距: **1mm**
- (2)探针机械游移率: $\pm 1.0\%$
- (3)探 针: 碳化钨, $\Phi 0.5\text{mm}$
- (4)压 力: **0~2kg** 可调, 最大压力约 **2kg**

7. 电源:

220V $\pm 10\%$: 50Hz
功 耗: **<35W**

8. 外形尺寸:

主机 **400mm** (长) $\times$ **440 mm** (宽) $\times$ **120mm** (高)

三、工作原理

1. 测试原理: 直流四探针法测试原理简介如下:

- (1)体电阻率测量:

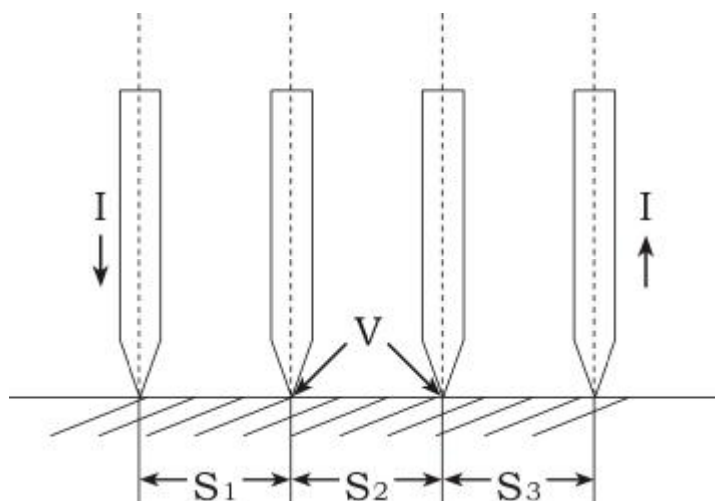


图 1 四探针法测量原理图

当 1、2、3、4 四根金属探针排成一直线时，并以一定压力压在半导体材料上时，在 1、4 两根探针间通过电流 I ，则在 2、3 探针间产生电位差 V 。

$$\text{材料电阻率} \quad \rho = C \frac{V}{I} \quad (\Omega \cdot \text{cm}) \quad (3-1)$$

式中 C 为探针修正系数，由探针的间距决定。

当试样电阻率分布均匀，试样尺寸满足半无穷大条件时

$$C = \frac{2\pi}{\frac{1}{S_1} + \frac{1}{S_2} - \frac{1}{S_1+S_2} - \frac{1}{S_2+S_3}} \quad (\text{cm}) \quad (3-2)$$

式中： S_1 、 S_2 、 S_3 分别为探针 1 与 2，2 与 3，3 与 4 之间的距离，探头系数由制造厂对探针间距进行测定后确定，并提供给用户。每个探头都有自己的系数。 $C \approx 6.28 \pm 0.05$ ，单位为 cm 。

若取电流值 $I=C$ 时，则 $\rho=V$ ，可由数字电压表直接读出。

(a) 块状或棒状样品电阻率测量：

由于块状或棒状样品外形尺寸远大于探针间距，符合半无穷大的边界条件，电阻率值可以直接由 (3—1) 式求出。

(b) 薄片电阻率测量

薄片样品因为其厚度与探针间距相近，不符合半无穷大边界条件，测量时要附加样品的厚度、形状和测量位置的修正系数。

其电阻率值可由下面公式得出：

$$\rho = C \frac{V}{I} G \left(\frac{W}{S} \right) D \left(\frac{d}{S} \right) = \rho_0 G \frac{W}{S} \left(\frac{d}{S} \right) \quad (3-3)$$

式中： ρ_0 ——为块状体电阻率测量值

$G\left(\frac{W}{S}\right)$ ——为样品厚度修正函数，可由附录 1A 或附录 1B 查得。

W: 样品厚度 (μm); S: 探针间距 (mm)

$D\left(\frac{d}{S}\right)$ ——为样品形状与测量位置的修正函数，可由附录 2 查得。

当圆形硅片的厚度满足 $\frac{W}{S} < 0.5$ 条件时,电阻率为:

$$\rho = \rho_0 \frac{W}{S} \frac{1}{2\text{Ln}2} D\left(\frac{d}{S}\right) \quad (3-4)$$

式中 Ln2 为 2 的自然对数。

当忽略探针几何修正系数时，即认为 $C=2\pi S$ 时

$$\rho = \frac{\pi VW}{I \text{Ln}2} D\left(\frac{d}{S}\right) = 4.53 \frac{VW}{I} D\left(\frac{d}{S}\right) \quad (3-5)$$

(2) 扩散层的方块电阻测量

当半导体薄层尺寸满足于半无穷大平面条件时:

$$R_0 = \frac{\pi}{\text{Ln}2} \left(\frac{V}{I} \right) = 4.53 \frac{V}{I} \quad (3-6)$$

若取 $I=0.453I_0$, I_0 为该电流量程满度值，则 R_0 值可由数字表上读出的数乘上 10 后得到。

2. 电气原理

SX1934 型数字式四探针测试仪电气部分原理方框图如图 2 所示。

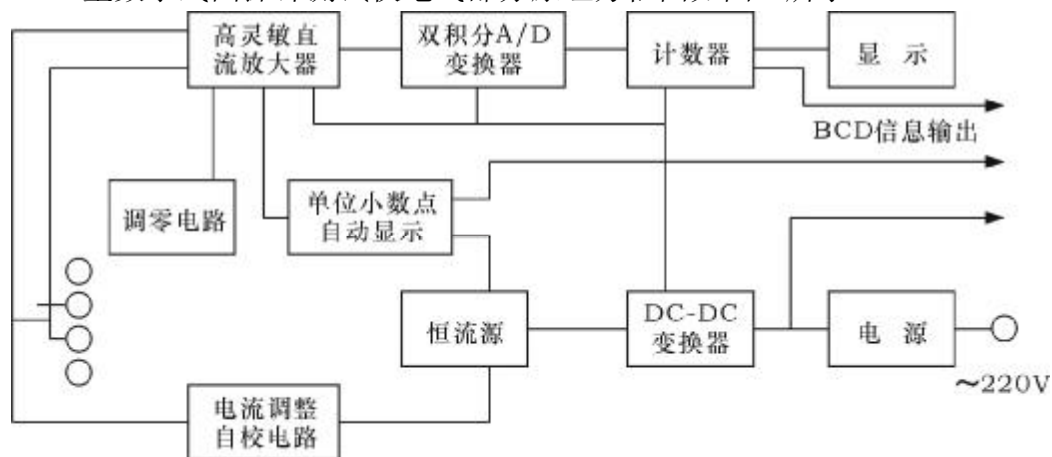


图 2

仪器主体部分由高灵敏度直流数字电压表（由调制式高灵敏直流电压放大器、双积分 A/D 变换器、计数器、显示器组成）、恒流源、电源、DC-DC 变换器组成。为了扩大仪器功能及方便使用，还设立了单位、小数点自动显示电路、电流调节电路、自校电路和调零电路。

仪器+12V 电源经过 DC-DC 变换器，由恒流源电路产生一个高稳定度恒定直流电流，其量程分别为 $10\ \mu\text{A}$ 、 $100\ \mu\text{A}$ 、 1mA 、 10mA 、 $100\ \text{mA}$ 五档。在各档电流量程中，输出电流值均连续可调。此恒定电流输送到 1、4 探针上，在样品上产生一个直流电位差，被 2、3 探针检出，由高灵敏度、高输入阻抗的直流电压放大器中将直流电压信号放大（放大量程有 0.2mV 、 2mV 、 20mV 、 200mV 、 2V 五档），再经过双积分 A/D 变换器将模拟量变换为数字量，经由计数器、单位、小数点自动转换电路显示出测量结果。

为了克服测试中探针与半导体材料样品接触时产生的接触电势和整流效应的影响，本仪器设立了“粗调”、“细调”调零电路，以产生一个恒定的电势来抵消上述附加电势的影响。

仪器的自校电路中备有精度为 0.02% 、阻值为 $19.96\ \Omega$ 的标准电阻，作为自校电路的基准。通过自校电路可以方便地对数字电压表和恒流源的精度进行校准。

四、结构特征

仪器为台式结构，分为主机、测试架两大部分，可以根据测试需要安放在一般工作台或者专用工作台上。测试架由探头及压力传动机构、样品台构成。探头经过精密加工，探针为耐磨材料碳化钨所制成，配用宝石导套，使测量误差大为减少，且寿命长。探头内有弹簧压力装置，测试架内还有高度粗调、细调及压力自锁装置。

主机为仪器主要电气部分所在，在其面板上有数字、小数点、单位显示及全部操作旋钮、开关等。如图 3 所示。

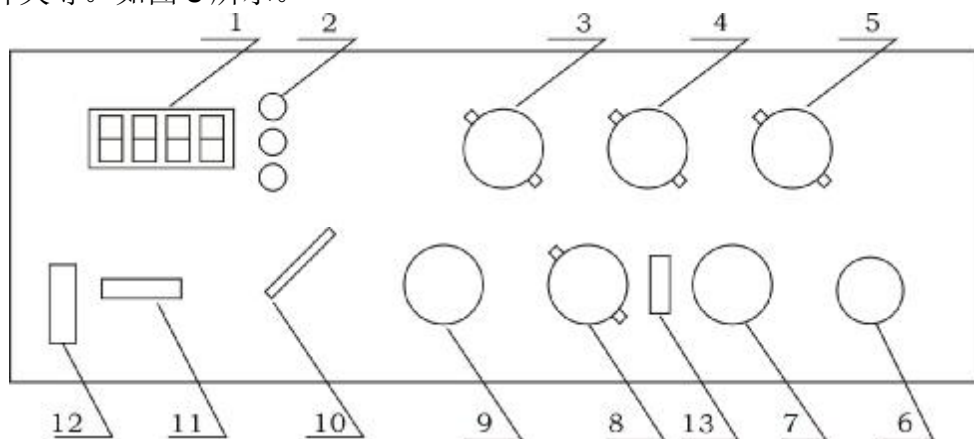


图 3 面板示意图

- 1、数字显示板； 2、单位显示灯； 3、电流量程开关； 4、工作选择开关；
5、电压量程开关； 6、输入插座； 7、调零细调； 8、调零粗调；
9、电流调节； 10、电源开关； 11、电流开关； 12、极性开关；
13、调零开关（选配）

备注：选配调零开关的自动调零测量范围是 $0\sim 500\ \Omega\cdot\text{cm}$ （薄片）

主机后盖板设有交流 **220V** 电源插座和保险丝座。如图 4 所示。

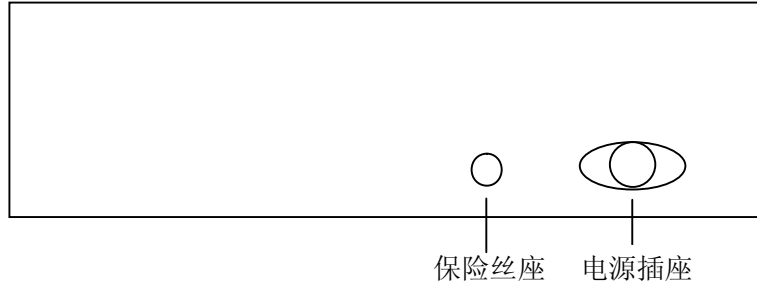


图 4 主机后盖板示意图

五、使用方法

SX1934 型数字式四探针测试仪能够测量普通电阻器的电阻（ V/I 之比，不乘系数）、体电阻率、薄片电阻率、扩散层的方块电阻，（后三项需乘上不同的系数）。

1. 操作概述：

(1)测试准备：将 **220V** 电源插头插入电源插座，电源开关置于断开位置，工作选择开关置于“短路”位置，电流开关处于弹出切断位置。

将测试架的插头与主机的输入插座连接起来，松开测试架立柱处的高度调节手轮，将探头调到适当位置 and 高度，测试样品应进行喷砂和清洁处理，放在样品架上，使探针能与其表面良好接触，并保持一定压力；调节室内温度使之达到要求的测试条件。

(2)测量：

将电源开关置于开启位置，数字显示亮，仪器通电预热 **1** 小时。

极性开关拨至上方，工作状态选择开关置于“测量”，拨动电流量程开关和电压量程开关，置于样品测量所适合的电流、电压量程范围，电流调节电位器调到适合的电流值（方法见“注意事项”），调节电压表的粗调和细调调零，使数字显示为“**0000**”，按下电流开关输出恒定电流，即可由数字显示板和单位显示灯直接读出测量值。如果数字出现闪烁，则表示测量值已超过此电压量程，应将电压量程开关拨到更高档；读数后切断电流开关，数字显示将恢复到零位。在仪表处于高灵敏电压档时要经常检查零位。再

将极性开关拨至下方（负极性），按下电流开关，从数字显示板和单位显示灯可以读出负极性的测量值；将两次测量获得的电阻率值取平均，即为样品在该处的电阻率值。

测量电阻、方块电阻时，可以按表 1 所示的电压、电流量程进行选择。

电流\电阻\电压	0.2mV	2mV	20mV	200mV	2V
100mA	2m Ω	20m Ω	200m Ω	2 Ω	20 Ω
10mA	20m Ω	200m Ω	2 Ω	20 Ω	200 Ω
1mA	200m Ω	2 Ω	20 Ω	200 Ω	2k Ω
100 μ A	2 Ω	20 Ω	200 Ω	2k Ω	20k Ω
10 μ A	20 Ω	200 Ω	2k Ω	20k Ω	200k Ω

表 1 电阻及薄层电阻测量时电压、电流量程选择

测量电阻率时，预估的样品电阻率范围和应选择的电流范围对应关系如表 2 所示。

电阻率范围（Ω·cm）	电流档
<0.012	100mA
0.008-0.6	10mA
0.4-60	1mA
40-1200	100 μ A
>800	10 μ A

表 2 测量电阻率所要求的电流值

根据国家标准及仪器性能，从保证测试精度考虑，在电阻率测试时，推荐用户采用以下电流、电压量程组合，见表 3 所示。

电流\电阻率\电压	0.2mV	2mV	20mV	200mV	2V
100mA	$10^{-4} \sim 10^{-3}$	10^{-3}			
10mA		$10^{-3} \sim 10^{-2}$	10^{-1}		
1mA		10^{-1}	1~20	10~50	$10^2 \sim 10^3$
100 μ A				200~500	$10^3 \sim 10^4$
10 μ A					10^5

表 3 电阻率测量时推荐的电流电压量程选择

2. 注意事项：

(1)测量电流值的调节，工作选择开关置于“**I 调节**”位置，电流量程开关与电压量程开关必须放在表 4 所列的任一组对应的量程上。

电压量程	2V	200mV	20mV	2mV	0.2mV
电流量程	100mA	10mA	1mA	100μA	10μA

表 4 电流调节和自校时必须对应的电流电压量程

按下电流开关，调节电流电位器，可以使电流输出在 **0~10.00** 范围内，调到数字显示出测量所需要的电流值（例 **6.28**，**4.53** 等）。当电流调节电位器的指针盘上的刻度旋转到 **100** 时数字显示为 **10.00**，是相应电流量程的满度值。电位器指针显示的数值是粗略的电流值，准确的电流值应由数字表显示读出。在调节好某一量程电流输出值后，其它各量程的电流会按此比例数字输出，不同量程的电流值的显示允许相差±**2** 字。一旦电流值调节好后，不必每次测量都调节，只需观察电流调节电位器指针是否处于对应的位置即可。

(2)仪器自校，仪器内部装有精度为 **0.02%**、阻值为 **19.96 Ω** 的标准电阻，供校验主机中数字电压表和恒流源的精度之用。

自校时，工作选择开关置于“自校”位置，电流量程开关和电压量程开关按表 4 设置。

调节好电压表零位，按下电流开关则数字显示板显示出“**199×**”，各量程数值允许相差±**4** 字，如果数值超差，可以调节机内压板上“**I 调节**”窗孔内的电位器，使数字恢复到“**199×**”值。

(3)棒状、块状样品电阻率测量，按测量步骤进行，由表（**5-3**）选择电压电流量程。

$$\rho = -\frac{V}{I} C$$

若将电流 **I** 值调节到与 **C** 相等，（**C**≈**6.28**。**C** 为探针修正系数。）则 $\rho = V$ ，显示值等于样品的电阻率值。

(4)薄片电阻率测量，按测量步骤进行，根据表 3 选择电压和电流量程。

当薄片厚度**>0.5mm** 时，按公式（**3-3**）计算 ρ 。

当薄片厚度**<0.5mm** 时，按公式（**3-4**）计算 ρ 。

(5)方块电阻测量，按测量步骤进行。电流电压量程按表 1 选择，当将恒流源输出电流 **I** 值调至等于 **4.53** 时，此时从数字表上读出的数值再乘上 **10** 即为实际的方块电阻值。

(6)电阻（**V/I**）测量，用四端子测量线作输入线，按图 5 所示夹持好样品，按测量

步骤进行；由表 1 选择适合的电流和电压量程；在“**I**”调节位置，将电流值调到该量程满度值（**10.00**）；再转至测量位置，此时数字表上读出的数值为样品的电阻值。

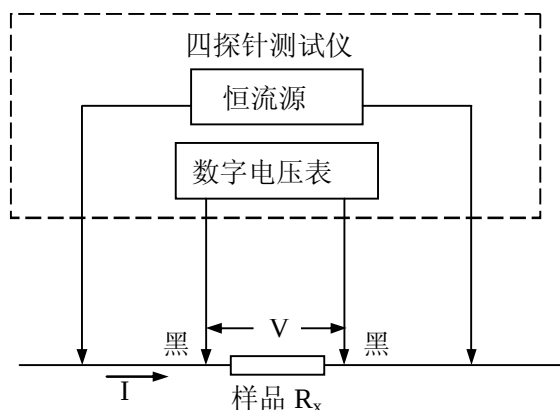


图 5 电阻测量

(7)仪器在中断测试时应将工作选择开关置于“短路”位置，电流开关置于弹出断开位置。

六、复校与维修

1. 复校：为了保证仪器测试精度，必须定期（通常 **90** 天或半年）对它进行复校与维护性调整。当仪器经过剧烈震动运输和温度冲击后，或者经过维修后，也应进行复校和维护性调整。

(1)主机部分：复校步骤如下：

(a) 仪器按步骤操作，进行通电和自校。

(b) 如发现各量程在自校时误差较大，而且重合性不好（自校时超过±**4**字），说明可能某一量程的电压档或电流档产生了误差。可按下面步骤进行复校：

首先校验电压量程：常用直流标准仪器法进行校准 **2mV**、**20mV**、**200mV**、**2V** 档。如图 6 所示。

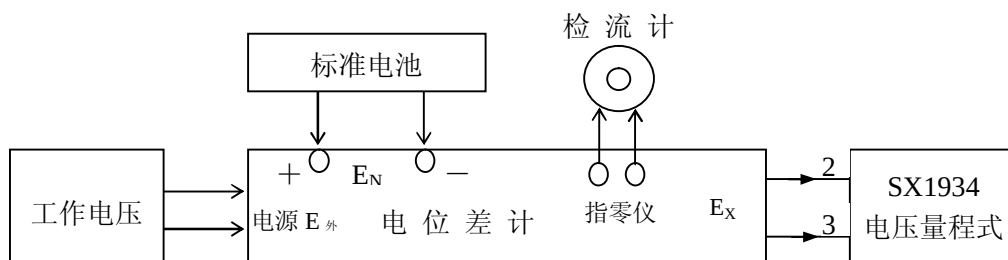


图 6 电压量程式 2V、200mV、20mV、2mV 校准法

图中电位差计可任选 **UJ9**、**UJ24**、**UJ25** 型作为直流标准电压源，由它的未知电压端 **Ex** 输出标准电压信号至 **SX1934** 数字式四探针仪的输入 **2**、**3** 端（电压输入端），按 **2V**、**200mV**、**20mV**、**2mV** 次序进行校验，如仪器显示值与标准电压信号值之间的误差大于规定值时，可将机箱的上盖板取下，在电路盒压板上可看到标有 **0.2mV**、**2mV**、**20mV**、**200mV** 和 **2V** 字样的窗孔，可以依次相应调节该量程窗孔内的电位器，使显示值与标准电压值误差 $<0.1\%$ ，这样 **2mV** 以上的电压量程校验完毕。

对于 **0.2mV** 电压量程，由于灵敏度较高，用户如有低阻电位差计如 **UJ5** 型。可以按上面方法进行；否则可以采用电流——电压降法进行，如图 7 所示。

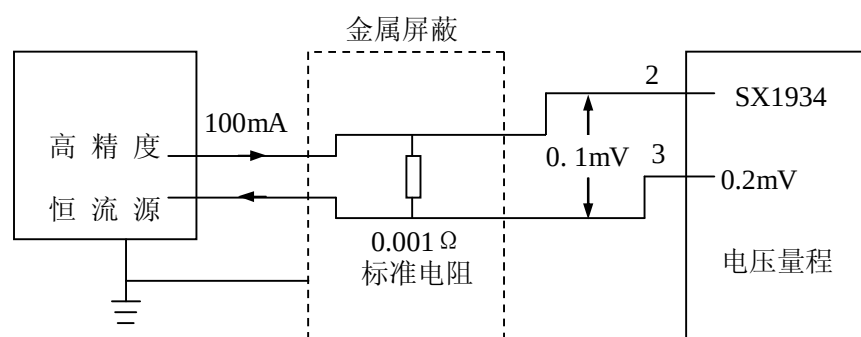


图 7 0.2mV 档电压校准方法

图中的恒流源精度优于 **0.02%**，输出 **100mA** 电流，**RN** 为 **0.001Ω** 标准电阻，精度为 **0.01** 级，**100mA** 电流流过 **RN**，在 **RN** 上产生 **0.1mV** 的标准电压，此电压用来校验 **0.2mV** 电压档。注意试验时应将测试线路及标准电阻屏蔽起来。电压量程校准后，可以按“自校”操作步骤，检查仪器恒流源各档电流的准确度，如精度或各档电流数值重合性不好，距规定值“**199×**”较远时，可以调节电路盒压板上标有“**I 调节**”字样窗孔内的电位器，使之合乎规定值；如果发现在 **10μA** 量程上数值不对时，还可以调节串联在该量程取样电阻的电位器，使其达到规定值。

(2)测试探头：对探头性能的考核，可按照国家标准 **GB1552-79** 中规定的探针系数和机械游移率测量方法进行，如果超差，则需要更换新的探头或返回制造厂进行修理。

2. 维修：此仪器属于高灵敏的精密半导体材料测试仪器，用户不得随意拆修。

仪器的维修可根据工作原理进行，由于故障情况和原因是多种多样的，现只能简述如下：

(1)工作选择开关置于“短路”，数字显示稳定，零位调节有效（这时零位粗调开关应拨离第一档，因第一档接的调零补偿电压为零），则表示电压表部分基本正常。再将

工作选择开关置于“测量”，如显示数字乱跳，不稳定，则可能是探头电压端导线断开或探针与样品未接触好，应检查探头部分和探头的电缆插头、接线的接触状况。

(2)工作选择开关置于“短路”，显示数值乱跳，可能是工作选择开关开路，输入板导线开路或反馈导线脱开，如不是上述故障，可进一步检查放大器和数字表电路，是否发生故障。

(3)工作选择开关置于“自校”或“**I** 调节”位置，按下电流开关，数字显示乱跳，呈现过载闪烁，可能是操作者未按照表 4 中所规定的电流、电压量程设定引起过载所致。如无数字显示，则检查恒流源板是否有故障。

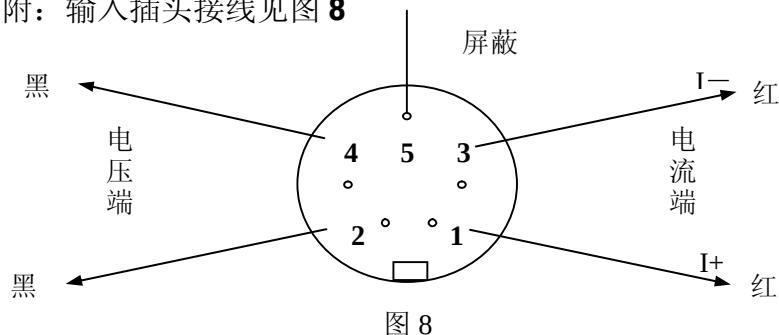
(4)当样品与探针接触良好，工作选择开关置“测量”，数字显示稳定，调零后，按下电流开关，数字显示无变化，则检查探头的电流 **1**、**4** 探针及导线、插头是否断开，检查恒流源电路是否有故障。

(5)电源开关开启时，数码管不亮，检查仪器后面板上保险丝座内的熔丝管是否烧断或接触不良，检查电源板 **12V** 输出是否正常。

(6)电压表工作在 **0.2mV** 量程时，工作选择开关置开“短路”，数字显示板末位数稍有跳动，是正常现象，如果二位数字均跳动，应检查仪器输入线、探头、屏蔽接地是否良好，仪器周围有无其它强电磁场干扰，**220V** 电源中是否引进干扰。

其它电压量程如有以上现象，也可采用同样方法处理。

附：输入插头接线见图 8



附录 1A 样品厚度修正系数 $G\left(\frac{W}{S}\right)$

样品厚度较薄: $\frac{W}{S} = 0.001 \sim 1$ 见表 5

W: 样品厚度 (μm); S: 探针间距 (mm)

表 5

W/S	W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.00	0	.000	.001	.001	.002	.003	.004	.004	.005	.006	.006
0.01	10	.007	.008	.009	.009	.010	.011	.012	.012	.013	.014
0.02	20	.014	.015	.016	.017	.017	.018	.019	.019	.020	.021
0.03	30	.022	.022	.023	.024	.025	.025	.026	.027	.027	.028
0.04	40	.029	.030	.030	.031	.032	.032	.033	.034	.035	.035
0.05	50	.036	.037	.038	.038	.039	.040	.040	.041	.042	.043
0.06	60	.043	.044	.045	.045	.046	.047	.048	.048	.049	.050
0.07	70	.051	.051	.052	.053	.053	.054	.055	.056	.056	.057
0.08	80	.058	.058	.059	.060	.061	.061	.062	.063	.063	.064
0.09	90	.065	.066	.066	.067	.068	.069	.069	.070	.071	.071
0.10	100	.072	.073	.074	.074	.075	.076	.077	.077	.078	.079
0.11	110	.079	.080	.081	.082	.082	.083	.084	.084	.085	.086
0.12	120	.087	.087	.088	.089	.089	.090	.091	.092	.092	.093
0.13	130	.094	.095	.095	.096	.097	.097	.098	.099	.100	.100
0.14	140	.101	.102	.102	.103	.104	.105	.105	.106	.107	.107
0.15	150	.108	.109	.110	.110	.111	.112	.113	.113	.114	.115
0.16	160	.115	.116	.117	.118	.118	.119	.120	.120	.121	.122
0.17	170	.123	.123	.124	.125	.126	.126	.127	.128	.128	.129
0.18	180	.130	.131	.131	.132	.133	.133	.134	.135	.136	.136
0.19	190	.137	.138	.139	.139	.140	.141	.141	.142	.143	.144
0.20	200	.144	.145	.145	.146	.147	.148	.149	.149	.150	.151
0.21	210	.151	.152	.153	.154	.154	.155	.156	.157	.157	.158
0.22	220	.159	.159	.160	.161	.162	.162	.163	.164	.164	.165
0.23	230	.166	.167	.167	.168	.169	.170	.170	.171	.172	.172
0.24	240	.173	.174	.175	.175	.176	.177	.177	.178	.179	.180
0.25	250	.180	.181	.182	.183	.183	.184	.185	.185	.186	.187
0.26	260	.188	.188	.189	.190	.190	.191	.192	.193	.193	.194
0.27	270	.195	.195	.196	.197	.198	.199	.199	.200	.201	.201

W/S	W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.28	280	.202	.203	.203	.204	.205	.205	.206	.207	.208	.208
0.29	290	.209	.210	.211	.211	.212	.213	.214	.214	.215	.216
0.30	300	.216	.217	.218	.219	.219	.220	.221	.221	.222	.223
0.31	310	.224	.224	.225	.226	.227	.227	.228	.229	.229	.230
0.32	320	.231	.232	.232	.233	.234	.234	.235	.236	.237	.237
0.33	330	.238	.239	.239	.240	.241	.242	.242	.243	.244	.245
0.34	340	.245	.246	.247	.247	.248	.249	.250	.250	.251	.252
0.35	350	.252	.253	.254	.255	.255	.256	.257	.257	.258	.259
0.36	360	.260	.260	.261	.262	.263	.263	.264	.265	.265	.266
0.37	370	.267	.268	.268	.269	.270	.270	.271	.272	.273	.273
0.38	380	.274	.275	.275	.276	.277	.278	.278	.279	.280	.281
0.39	390	.281	.282	.283	.283	.284	.285	.286	.286	.287	.289
0.40	400	.288	.289	.290	.291	.291	.292	.293	.293	.294	.295
0.41	410	.296	.296	.297	.298	.298	.299	.300	.301	.301	.302
0.42	420	.303	.303	.304	.305	.306	.306	.307	.308	.308	.309
0.43	430	.310	.311	.311	.312	.313	.314	.314	.315	.316	.316
0.44	440	.317	.318	.319	.319	.320	.321	.321	.323	.323	.324
0.45	450	.324	.325	.326	.326	.327	.328	.329	.329	.330	.331
0.46	460	.331	.332	.333	.333	.334	.335	.336	.336	.337	.338
0.47	470	.338	.339	.340	.341	.341	.342	.343	.343	.344	.345
0.48	480	.346	.346	.347	.348	.348	.349	.350	.351	.351	.352
0.49	490	.353	.353	.354	.355	.355	.356	.357	.358	.358	.359
0.50	500	.360	.360	.361	.362	.363	.363	.364	.365	.365	.368
0.51	510	.367	.368	.368	.369	.370	.370	.371	.372	.372	.373
0.52	520	.374	.375	.375	.376	.377	.377	.378	.379	.379	.380
0.53	530	.381	.382	.382	.383	.384	.384	.385	.386	.386	.387
0.54	540	.388	.389	.389	.390	.391	.391	.392	.393	.393	.394
0.55	550	.395	.396	.396	.397	.398	.398	.399	.400	.400	.401
0.56	560	.402	.402	.403	.404	.405	.405	.406	.407	.407	.408
0.57	570	.409	.409	.410	.411	.411	.412	.413	.414	.414	.415
0.58	580	.416	.416	.417	.418	.418	.419	.420	.420	.421	.422

W/S	W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.59	590	.422	.423	.424	.425	.425	.426	.427	.427	.428	.429
0.60	600	.429	.430	.431	.431	.432	.433	.433	.434	.435	.435
0.61	610	.436	.437	.437	.438	.439	.439	.440	.441	.442	.442
0.62	620	.443	.444	.444	.445	.446	.446	.447	.448	.448	.449
0.63	630	.450	.450	.451	.452	.452	.453	.454	.454	.455	.456
0.64	640	.456	.457	.458	.458	.459	.460	.460	.461	.462	.462
0.65	650	.463	.464	.464	.465	.466	.466	.467	.468	.468	.469
0.66	660	.470	.470	.471	.472	.472	.473	.474	.474	.475	.476
0.67	670	.476	.477	.477	.478	.479	.479	.480	.481	.481	.482
0.68	680	.483	.483	.484	.485	.485	.486	.487	.488	.488	.489
0.69	690	.489	.490	.491	.491	.492	.492	.493	.494	.494	.495
0.70	700	.496	.496	.497	.498	.498	.499	.500	.500	.501	.501
0.71	710	.502	.503	.503	.504	.505	.505	.506	.507	.507	.508
0.72	720	.508	.509	.510	.510	.511	.512	.512	.513	.514	.514
0.73	730	.515	.516	.516	.517	.517	.518	.519	.519	.520	.520
0.74	740	.521	.522	.522	.523	.524	.524	.525	.525	.526	.527
0.75	750	.527	.528	.529	.529	.530	.530	.531	.532	.532	.533
0.76	760	.533	.534	.535	.535	.536	.537	.537	.538	.538	.539
0.77	770	.540	.540	.541	.541	.542	.543	.543	.544	.544	.545
0.78	780	.546	.546	.547	.547	.548	.549	.549	.550	.550	.551
0.79	790	.552	.552	.553	.553	.554	.555	.555	.556	.556	.557
0.80	800	.558	.558	.559	.559	.560	.561	.561	.562	.562	.563
0.81	810	.564	.564	.565	.565	.565	.565	.567	.568	.568	.569
0.82	820	.569	.570	.571	.571	.572	.572	.573	.573	.574	.575
0.83	830	.575	.576	.576	.577	.577	.578	.579	.579	.580	.580
0.84	840	.581	.581	.582	.583	.583	.584	.584	.585	.585	.586
0.85	850	.587	.587	.588	.588	.589	.589	.590	.591	.591	.592
0.86	860	.592	.593	.593	.594	.594	.595	.596	.596	.597	.597
0.87	870	.598	.598	.599	.599	.600	.601	.601	.602	.602	.603
0.88	880	.603	.604	.604	.605	.605	.606	.607	.607	.608	.608
0.89	890	.609	.609	.610	.610	.611	.611	.612	.613	.613	.614

W/S	W	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0.90	900	.614	.615	.615	.616	.616	.617	.617	.618	.618	.619
0.91	910	.619	.620	.621	.621	.622	.622	.623	.623	.624	.624
0.92	920	.625	.625	.626	.626	.627	.627	.628	.628	.629	.629
0.93	930	.630	.630	.631	.631	.632	.633	.633	.634	.634	.635
0.94	940	.635	.636	.636	.637	.637	.638	.638	.639	.639	.640
0.95	950	.640	.641	.641	.642	.642	.643	.643	.644	.644	.645
0.96	960	.645	.646	.646	.647	.647	.648	.648	.649	.649	.650
0.97	970	.650	.651	.651	.652	.652	.653	.653	.654	.654	.655
0.98	980	.655	.656	.656	.657	.657	.658	.658	.658	.658	.659
0.99	990	.660	.660	.661	.661	.662	.662	.663	.663	.664	.664
1.00	1000	.665									

附录 1B 样品厚度修正系数 $G \left(\frac{W}{S} \right)$

样品厚度较厚: $\frac{W}{S} \geq 0.01 \sim 3.49$ 见表 6

W: 样品厚度 (μm); S: 探针间距 (mm)

表 6

W/S	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.00	0.0000	0.0072	0.0144	0.0216	0.0289	0.0361	0.0433	0.0505	0.0577	0.0649
0.10	0.0721	0.0794	0.0866	0.0938	0.1010	0.1082	0.1154	0.1226	0.1298	0.1371
0.20	0.1443	0.1515	0.1587	0.1659	0.1731	0.1803	0.1875	0.1948	0.2020	0.2092
0.30	0.2164	0.2236	0.2308	0.2380	0.2452	0.2524	0.2596	0.2668	0.2740	0.2812
0.40	0.2884	0.2956	0.3027	0.3099	0.3171	0.3242	0.3313	0.3385	0.3456	0.3526
0.50	0.3597	0.3668	0.3738	0.3808	0.3878	0.3948	0.4018	0.4087	0.4156	0.4224
0.60	0.4293	0.4361	0.4429	0.4496	0.4563	0.4630	0.4696	0.4762	0.4827	0.4892
0.70	0.4957	0.5021	0.5085	0.5148	0.5210	0.5273	0.5334	0.5396	0.5456	0.5516
0.80	0.5576	0.5635	0.5694	0.5751	0.5809	0.5866	0.5922	0.5978	0.6033	0.6087
0.90	0.6141	0.6194	0.6247	0.6299	0.6351	0.6402	0.6452	0.6501	0.6551	0.6599
1.00	0.6647	0.6694	0.6741	0.6787	0.6833	0.6877	0.6922	0.6965	0.7009	0.7051
1.10	0.7093	0.7134	0.7175	0.7215	0.7255	0.7294	0.7333	0.7371	0.7408	0.7445
1.20	0.7482	0.7518	0.7553	0.7589	0.7622	0.7656	0.7689	0.7722	0.7754	0.7786
1.30	0.7817	0.7848	0.7879	0.7908	0.7938	0.7967	0.7996	0.8024	0.8052	0.8079
1.40	0.8106	0.8132	0.8158	0.8184	0.8209	0.8234	0.8258	0.8282	0.8306	0.8329
1.50	0.8352	0.8375	0.8397	0.8419	0.8441	0.8462	0.8483	0.8503	0.8524	0.8544
1.60	0.8563	0.8382	0.8601	0.8620	0.8639	0.8657	0.8675	0.8692	0.8709	0.8726
1.70	0.8743	0.8760	0.8776	0.8792	0.8808	0.8823	0.8838	0.8853	0.8868	0.8883
1.80	0.8897	0.8911	0.8925	0.8939	0.8952	0.8965	0.8978	0.8991	0.9004	0.9016
1.90	0.9029	0.9041	0.9053	0.9064	0.9076	0.9087	0.9099	0.9110	0.9121	0.9131

W/S	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
2.00	0.9142	0.9152	0.9162	0.9172	0.9182	0.9192	0.9202	0.9211	0.9221	0.9230
2.10	0.9239	0.9248	0.9257	0.9266	0.9274	0.9283	0.9291	0.9299	0.9307	0.9315
2.20	0.9323	0.9331	0.9338	0.9346	0.9353	0.9361	0.9368	0.9375	0.9382	0.9389
2.30	0.9396	0.9402	0.9409	0.9415	0.9422	0.9428	0.9435	0.9441	0.9447	0.9453
2.40	0.9459	0.9465	0.9470	0.9476	0.9482	0.9487	0.9493	0.9498	0.9503	0.9509
2.50	0.9514	0.9519	0.9524	0.9529	0.9534	0.9538	0.9543	0.9548	0.9553	0.9557
2.60	0.9562	0.9566	0.9571	0.9575	0.9579	0.9583	0.9588	0.9592	0.9596	0.9600
2.70	0.9604	0.9608	0.9612	0.9616	0.9619	0.9623	0.9627	0.9630	0.9634	0.9637
2.80	0.9641	0.9644	0.9648	0.9652	0.9655	0.9658	0.9661	0.9664	0.9667	0.9671
2.90	0.9674	0.9677	0.9680	0.9683	0.9686	0.9689	0.9692	0.9694	0.9697	0.9700
3.00	0.9703	0.9705	0.9708	0.9711	0.9713	0.9716	0.9718	0.9721	0.9724	0.9726
3.10	0.9728	0.9731	0.9733	0.9736	0.9738	0.9740	0.9742	0.9745	0.9747	0.9749
3.20	0.9751	0.9753	0.9756	0.9758	0.9760	0.9762	0.9764	0.9766	0.9768	0.9770
3.30	0.9772	0.9774	0.9776	0.9778	0.9779	0.9781	0.9783	0.9785	0.9787	0.9788
3.40	0.9790	0.9792	0.9794	0.9795	0.9797	0.9799	0.9800	0.9802	0.9803	0.9805

附录 2 样品形状和测量位置的修正系数 $D \left(\frac{d}{S} \right)$

(1) 圆形薄片

表 7

直径 d (mm)	探 针 位 置					
	距圆心位置		距边缘位置			
	0mm	1/4 d	5 mm	4 mm	3 mm	2 mm
20	0.9788	0.9633	0.9633	0.9508	0.9263	0.8702
23	0.9839	0.9719	0.9662	0.9538	0.9295	0.8739
25	0.9863	0.9761	0.9677	0.9553	0.9312	0.8758
27	0.9882	0.9794	0.9688	0.9565	0.9325	0.8773
30	0.9904	0.9832	0.9702	0.9580	0.9342	0.8793
32	0.9916	0.9852	0.9709	0.9588	0.9351	0.8804
35	0.9929	0.9876	0.9718	0.9598	0.9362	0.8817
38	0.9940	0.9894	0.9725	0.9606	0.9371	0.8829
40	0.9946	0.9904	0.9729	0.9610	0.9377	0.8835
42	0.9951	0.9913	0.9733	0.9614	0.9382	0.8841
45	0.9957	0.9924	0.9738	0.9620	0.9488	0.8849
50	0.9965	0.9938	0.9744	0.9627	0.9497	0.8859
55	0.9971	0.9919	0.9749	0.9633	0.9403	0.8868
57	0.9973	0.9952	0.9751	0.9635	0.9406	0.8871
60	0.9976	0.9957	0.9752	0.9638	0.9409	0.8875
63	0.9978	0.9961	0.9755	0.9640	0.9412	0.8879
65	0.9979	0.9963	0.9757	0.9641	0.9414	0.8881
70	0.9982	0.9968	0.9760	0.9645	0.9418	0.8886
75	0.9985	0.9972	0.9762	0.9648	0.9421	0.8891
80	0.9986	0.9976	0.9764	0.9650	0.9424	0.8895
90	0.9989	0.9981	0.9768	0.9654	0.9429	0.8901
100	0.9991	0.9984	0.9770	0.9657	0.9433	0.8904

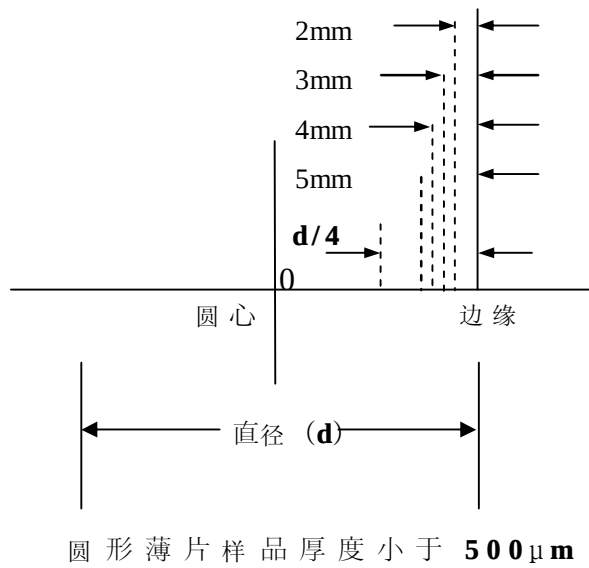


图 9 圆形薄片测量位置示意图

(2) 矩形薄片

表 8

	正 方 形	矩 形		
d / s	a / d = 1	a / d = 2	a / d = 3	a / d ≥ 4
1.0			0.2204	0.2205
1.25			0.2751	0.2702
1.5		0.3263	0.3286	0.3286
1.75		0.3794	0.3803	0.3803
2.0		0.4301	0.4297	0.4297
2.5		0.5192	0.5194	0.5194
3.0	0.5422	0.5957	0.5958	0.5958
4.0	0.6870	0.7115	0.7115	0.7115
5.0	0.7744	0.7887	0.7888	0.7888
7.5	0.8846	0.8905	0.8905	0.8905
10.0	0.9312	0.9345	0.9345	0.9345
15.0	0.9682	0.9696	0.9696	0.9696
20.0	0.9788	0.9830	0.9830	0.9830
40.0	0.9955	0.9957	0.9957	0.9957
100	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000

d: 短边长度

a: 长边长度

s: 探针间距

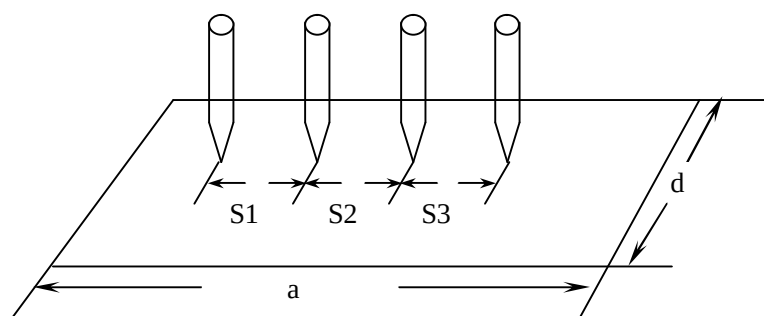
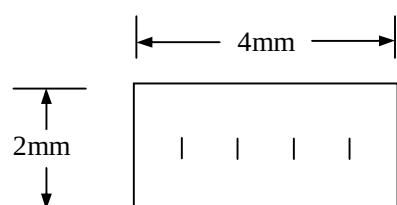


图 10 矩形薄片形状示意图

例 在探针平均间距为 **1mm** 时，测量矩形薄片样品如下图所示



$$d / s = 2 , a / d = 2$$

因 此 $D \left(\frac{d}{s} \right) = 0 . 4 3 0 1$



苏州市百神科技有限公司
苏州电讯仪器厂

地址：苏州市工业园区通园路企鸿路 31 号

邮政编码：215006

电话：+86-512-62522538

传真：+86-512-62522938

<http://www.baishen.com>

[E-mail:clean@baishen.com](mailto:clean@baishen.com)