

6517B

静电计/高阻表



- 电阻测量可达 $10^{16} \Omega$
- 电流测量范围1fA - 20mA
- 最小电流量程输入端压降 $20 \mu\text{V}$
- 200T Ω 输入阻抗
- 3fA 偏置电流
- 测试速率高达 425 rdgs/s
- 噪声0.75fA p-p
- 内置 $\pm 1 \text{kV}$ 电压源
- 独特的高电阻测量电压反接方法
- 可选的插件式扫描卡

纳米技术和材料科学等研究领域低电流和高阻抗电压、电阻和电荷测量所需的准确度和灵敏度。内置 $\pm 1 \text{kV}$ 的电压源具有扫描能力，从而简化漏流测试、击穿电压测试和电阻测试，以及绝缘材料的体电阻率($\Omega\text{-cm}$)及表面电阻率(Ω/square)的测量。

测量范围宽

6517B型静电计/高阻表具有全自动量程，超过电流、电阻、电压和电荷测量量程：

- 电流测量范围：1fA - 20mA
- 电压测量范围：10 μV - 200V
- 电阻测量范围：50 Ω - $10^{16}\Omega$
- 电荷测量范围：10fC - 2 μC

改进的高灵敏度测量

许多测试应用要求测量高级别材料的电阻率（面电阻率和体电阻率）。传统测量方法是对样本施加足够高的电压，测量流经样本的电流，然后利用欧姆定律($R=V/I$)计算其电阻。虽然高阻材料和器件产生很小的电流，很难准确进行测量，但利用吉时利静电计和皮安计则可以成功地进行这种测量。

即使利用高精度仪器，材料中固有的背景电流使得进行准确测量较为困难。由于压电效应、电容效应和偏振效应，绝缘材料、聚合物和塑料通常都显示出背景电流。这些背景电流一般等于或大于施加电压产生的电流。在这些情况下，其测量结果往往是不稳定的，生成不准确的电阻或电阻率读数甚至错误的负值。吉时利 6517B型静电计/高阻表旨在解决这些问题，并为各种材料和元件提供一致、可重复和精准的测量，特别是与8009型电阻测试夹具一起使用时。

变换极性法

6517B型静电计/高阻表使用变换电极法，实际上消除了样本的背景电流。并剔除背景电流的第一级和第二级漂移。变换电极法施加一个正极性电压，然后在指定延迟（测量时间）后测量电流。接着，改变电压极性，使用相同的延迟，重新测量电流。连续重复这个过程，并根据4个最新电流测量结果的加权平均值计算出电阻。对大多数材料来说，通过7次反转（即舍弃前三个读数），这个方法通常生成可高度重复、准确的电阻（或电阻率）测量结果。例如，利用8009型测试夹具0.3%的重复度，可对1mm厚的 $10^{14}\Omega\text{-cm}$ 材料样本进行测量，在15秒测试周期内其背景电流低于200fA。



6517B

订购信息

6517B 静电计/高阻表

供应附件

237-ALG-2 低噪声
三同轴输入电缆，一端接3槽公三同轴连接器，另一端接3个鳄鱼夹，长度为2米（6.6 ft）

8607 安全高压双测试线

6517-TP 热偶探头

CS-1305 互锁连接器

可用附件

电缆

| | |
|-------------|----------------------------------|
| 6517B-ILC-3 | 互锁电缆 |
| 7007-1 | IEEE-488屏蔽电缆，1m (3.2 ft) |
| 7007-2 | IEEE-488屏蔽电缆，2m (6.5 ft) |
| 7009-5 | RS-232 电缆 |
| 7078-TRX-3 | 低噪声三同轴电缆，两端接3槽三同轴连接器，0.9m (3 ft) |
| 7078-TRX-10 | 低噪声三同轴电缆，两端接3槽三同轴连接器，3m (10 ft) |
| 7078-TRX-20 | 低噪声三同轴电缆，两端接3槽三同轴连接器，6m (20 ft) |
| 8501-1 | 触发连接电缆，1m (3.3 ft) |
| 8501-2 | 触发连接电缆，2m (6.6 ft) |
| 8503 | 至双公BNC触发连接电缆，1m (3.3 ft) |
| 8607 | 1kV电源香蕉插头电缆 |

探头

| | |
|---------|------------------|
| 6517-RH | 湿度探头，带延长电缆 |
| 6517-TP | 温度热偶探头(适用于6517B) |

测试夹具

| | |
|------|---------|
| 8009 | 电阻率测试夹具 |
|------|---------|

其他

| | |
|---------|-------|
| CS-1305 | 互锁连接器 |
|---------|-------|

适配器

| | |
|--------------|--------------------------|
| 237-BNC-TRX | 公BNC至3接线柱母三同轴适配器 |
| 237-TRX-NG | 防护断开的三同轴公至母适配器 |
| 237-TRX-T | 3槽公头至双3接线柱母头三同轴T型适配器 |
| 237-TRX-TBC | 3接线柱母头三同轴穿舱连接器(额定值1.1kV) |
| 7078-TRX-BNC | 3槽公三同轴至BNC适配器 |
| 7078-TRX-GND | 无防护3槽公三同轴至BNC适配器 |
| 7078-TRX-TBC | 带防护罩的3接线柱母三同轴穿舱连接器 |

支架安装套件

| | |
|--------|------------|
| 4288-1 | 单一固定支架安装套件 |
| 4288-2 | 双固定支架安装套件 |

扫描卡

| | |
|------|-----------|
| 6521 | 低电流扫描卡 |
| 6522 | 电压/低电流扫描卡 |

GPIO 接口

| | |
|-------------|---------------------------|
| KPCI-488LPA | IEEE-488接口/控制器 PCI Bus插件板 |
| KUSB-488B | IEEE-488 USB-to-GPIO接口适配器 |

静电计/高阻表

与数字多用表类似的简单操作

6517B型静电计/高阻表采用与数字多用表类似的简易操作，可通过前面板，利用单一按钮控制电阻测量等重要功能。还可以通过内置IEEE-488接口实施控制，因此，可利用计算机控制器通过总线对所有功能进行编程。

高精度高阻测量

6517B型静电计/高阻表的诸多特性和能力有助于确保高阻测量应用的准确度。例如，其内置电压源简化了绝缘器电阻率和所用电源电压电平之间关系的确定。它还非常适合电容器泄漏和绝缘电阻测量、印刷电路板表面绝缘电阻测试、电阻器电压系数测试以及二极管泄漏特性分析。

温度和湿度测试

湿度和温度可能严重影响材料的电阻率值。为了帮助您准确比较在不同情况下测得的读数，6517B型静电计/高阻表提供内置K型热电偶和一个可选的6517-RH型相对湿度探头。其内置数据存储缓冲器允许记录和调用具有时间、温度和相对湿度Stamping的读数。

附件扩展测量能力

利用多种可选附件，可以扩展6517B型静电计/高阻表的应用，并改进其性能。

扫描卡。利用两张扫描卡，可以简化多个信号的扫描。每张卡都可以轻松插入仪器后面板的插槽。6521型扫描卡提供10个低电平电流扫描通道。6522型扫描卡提供10个高阻抗电压开关或低电流开关通道。

测试夹具。8009型电阻率夹具是一款受保护的测试夹具，用于样本材料的体电阻率和表明电阻率测量。它包括按ASTM标准构建的不锈钢电极。该夹具的电极尺寸已在6517B型静电计/高阻表预编程，因此无需计算其数值，可以稍后手动输入。这个附件旨在保护用户避免接触潜在的危险电压——自动开启夹具盖，关闭6517B型静电计/高阻表电压源输出。

应用

6517B型静电计/高阻表非常适合物理、光学、纳米技术和材料科学等研究领域的低电流和高阻抗电压、电阻和电荷测量。其极低的电压降非常适合太阳能电池测量，其内置电压源和低电流灵敏度使之成为基于聚合物的纳米线等高阻测量的出众解决方案。其高速和易用性使之成为质量控制、产品工程和生产测试（包括漏流、击穿和电阻测试）应用的极好选择。利用6517B型静电计/高阻表的电压反转方法，可以大幅改进对绝缘材料的体电阻率和表面电阻率测量。6517B型静电计/高阻表还非常适合电化学应用，如离子选择性电极和pH测量、电导电池和电势测定。

改进型6517B静电计/高阻表

6517B型静电计/高阻表是一款升级型号，用于取代1996年推出的6517A型仪器。利用SCPI指令为6517A型仪器建造的软件应用程序无需任何修改即可用于6517B型静电计/高阻表。不过，同早期的6517A设计相比，6517B型静电计/高阻表进行了一些改进。其内部电池供电的内存缓存可存储高达50,000个读数，允许用户更长时间地记录测试结果，并存储更多与读数有关的数据。该新型仪器还为内部缓存提供更快的读取速度(高达425读数/秒)，还可通过IEEE总线存入外部存储器(速度高达400读数/秒)。为了满足现代连接和安全需求，6517B型还连接器进行了几处改动。

电压

| 5½位量程 | 分辨率 | 准确度 (1年) ¹ | |
|-------|--------|--------------------------|--|
| | | 18° - 28°C ±(%读数+计数) | 温度系数 0° - 18°C & 28° - 50°C ±(%读数+计数) / °C |
| 2 V | 10 μV | 0.025 + 4 | 0.003 + 2 |
| 20 V | 100 μV | 0.025 + 3 | 0.002 + 1 |
| 200 V | 1 mV | 0.06 + 3 | 0.002 + 1 |

常模抑制比 (NMRR)：2V和20V量程>60dB, 200V量程>55dB。
50Hz或60Hz²。

共态抑制比 (CMRR)：直流时>120dB, 50Hz或60Hz。

输入阻抗：>200TΩ, 并联20pF电容, 保护电容<2pF (1MΩ零检查)。

前置放大器输出端的小信号带宽：典型值100kHz (-3dB)。

注：

- 适当归零时, 5½位, 1个PLC (电力线周期), 中值滤波器开启, 数字滤波器 = 10个读数。
- 线路同步。

电流

| 5½位量程 | 分辨率 | 准确度 (1年) ¹ | |
|--------|--------------------|--------------------------|--|
| | | 18° - 28°C ±(%读数+计数) | 温度系数 0° - 18°C & 28° - 50°C ±(%读数+计数) / °C |
| 20 pA | 100aA ² | 1 + 30 | 0.1 + 5 |
| 200 pA | 1 fA ² | 1 + 5 | 0.1 + 1 |
| 2 nA | 10 fA | 0.2 + 30 | 0.1 + 2 |
| 20 nA | 100fA | 0.2 + 5 | 0.03 + 1 |
| 200 nA | 1 pA | 0.2 + 5 | 0.03 + 1 |
| 2 μA | 10 pA | 0.1 + 10 | 0.005 + 2 |
| 20 μA | 100pA | 0.1 + 5 | 0.005 + 1 |
| 200 μA | 1 nA | 0.1 + 5 | 0.005 + 1 |
| 2 mA | 10 nA | 0.1 + 10 | 0.008 + 2 |
| 20 mA | 100nA | 0.1 + 5 | 0.008 + 1 |

输入偏置电流：<3fA (典型值)。温度系数 = 0.5fA/°C, 20pA量程。

输入偏置电流噪声：<750aA p-p (capped input), 带宽0.1Hz~10Hz, 阻尼。数字滤波器= 40读数, 量程20pA。

输入电压降 (典型温度±1°C)：

在20pA, 2nA, 20nA, 2μA与20μA量程时, <20μV。

在200pA, 200nA与200μA量程时, <100μV。

在2mA量程时, <2mV。在20mA量程时, <5mV。

输入电压降温度系数：在pA, nA与μA量程时, <10μV/°C。

前置放大器建立时间 (达到最终值10%) 典型值：在pA量程时,

为0.5s (阻尼关闭)和2.0s (阻尼开启)。在nA量程时, 为15ms

(阻尼关闭)；在μA量程时, 为1ms (阻尼关闭)；在mA量程时,

为500μs (阻尼关闭)。

常模抑制比 (NMRR)：在50Hz或60Hz²时, 在各个量程均>60dB。

注：

- 适当归零时, 5½位, 1个PLC (电力线周期), 中值滤波器开启, 数字滤波器 = 10个读数。
- aA = 10⁻¹⁶A, fA = 10⁻¹⁵A
- 线路同步。

电阻 (常规方法)

| 量程 | 5½分辨率 | 准确度 ¹ | | 自动电压源 | 电流量程 |
|--------|--------|---|--|-------|--------|
| | | (10-100%量程) 18° - 28°C (1年) ±(%读数+计数) | 温度系数 (10-100%量程) 0° - 18°C & 28° - 50°C ±(%读数+计数) | | |
| 2 MΩ | 10 Ω | 0.125 + 1 | 0.01 + 1 | 40 V | 200 μA |
| 20 MΩ | 100 Ω | 0.125 + 1 | 0.01 + 1 | 40 V | 20 μA |
| 200 MΩ | 1 kΩ | 0.15 + 1 | 0.015 + 1 | 40 V | 2 μA |
| 2 GΩ | 10 kΩ | 0.225 + 1 | 0.035 + 1 | 40 V | 200 nA |
| 20 GΩ | 100 kΩ | 0.225 + 1 | 0.035 + 1 | 40 V | 20 nA |
| 200 GΩ | 1 MΩ | 0.35 + 1 | 0.110 + 1 | 40 V | 2 nA |
| 2 TΩ | 10 MΩ | 0.35 + 1 | 0.110 + 1 | 400 V | 2 nA |
| 20 TΩ | 100 MΩ | 1.025 + 1 | 0.105 + 1 | 400 V | 200 pA |
| 200 TΩ | 1 GΩ | 1.15 + 1 | 0.125 + 1 | 400 V | 20 pA |

注：

- 自动电压源欧姆性能指标, 适当归零时, 5½位, 1个PLC (电力线周期), 中值滤波器开启, 数字滤波器 = 10个读数。如果需要用户可选电压, 请使用手动模式。手动模式显示通过测得电流计算出的电阻 (高达10¹⁸Ω)。其准确度等同于电压源准确度加选定电流量程的准确度。

前置放大器建立时间：在电流性能指标中, 为前置放大器建立时间增加电压源建立时间。超过20GΩ的范围需要根据载荷特性额外设定。

电阻 (变换极性法)

变换极性序列可以补偿待测材料或期间的背景 (偏移) 电流。最大容许偏移为所用电流量程的满刻度。

使用吉时利8009夹具

可靠性：ΔI_{BG} × R/V_{ALT} + 0.1% (1σ) (仪器温度常数±1°C)。

准确度：(V_{SRC}Err + I_{MEAS}Err × R)/V_{ALT}

其中：ΔI_{BG}是测量得到的来自样本和测试夹具的典型背景电流噪声。

V_{ALT}是使用的变换极性电压。

V_{SRC}Err是使用V_{ALT}作为设置的电压源准确度(单位：V)。

I_{MEAS}Err是使用作为V_{ALT}/R读数的电流计准确度(单位：A)。

电压源

| 量程 | 5½分辨率 | 准确度 (1年) | | TEMPERATURE COEFFICIENT 0° - 18°C & 28° - 50°C ±(%设置+偏移) / °C |
|--------|-------|-------------------------|---------------|---|
| | | 18° - 28°C ±(%设置+偏移) | 0.005 + 1 mV | |
| 100 V | 5 mV | 0.15 + 10 mV | 0.005 + 1 mV | |
| 1000 V | 50 mV | 0.15 + 100 mV | 0.005 + 10 mV | |

最大输出电流：

100V量程：±10mA, 在<14mA时, 采取硬件短路电流保护。

1000V量程：±1mA, 在<1.4mA时, 采取硬件短路电流保护。

建立时间：

100V量程：到达额定准确度<8ms。

1000V量程：到达额定准确度<50ms。

噪声 (典型值)：

100V量程：<2.6mV rms。

1000V量程：<2.9mV rms。

电荷

| 量程 | 5%分辨率 | 准确度 (1年) ^{1,2} | |
|--------|--------|----------------------------|--|
| | | 18° - 28°C ±(%读数+计数) | 温度系数 0° - 18°C & 28° - 50°C ±(%读数+计数)/°C |
| 2 nC | 10 fC | 0.4 + 5 | 0.04 + 3 |
| 20 nC | 100 fC | 0.4 + 5 | 0.04 + 1 |
| 200 nC | 1 pC | 0.4 + 5 | 0.04 + 1 |
| 2 μC | 10 pC | 0.4 + 5 | 0.04 + 1 |

注:

1. 性能指标适用于电荷刚采集后。增加

$$(4fA + \frac{|Q_{AV}|}{RC}) T_A$$

其中, T_A = 电荷归零与测量之间的时间周期 (单位: 秒)

Q_{AV} = 在 T_A 周期测得的平均电荷, $RC = 300,000$ (典型值)。

2. 适当归零时, 5½位, 1个PLC (电力线周期), 中值滤波器开启, 数字滤波器 = 10个读数。

输入偏置电流: 典型值时, <4fA。温度系数 = 0.5fA/°C, 量程2nC。

温度 (热电偶)

| 热电偶种类 | 量程 | 准确度 (1年) ¹ | |
|-------|---------------|--------------------------|-------------------------|
| | | 18° - 28°C ±(%读数+%RH) | 温度系数 ±(0.3% + 1.5°C) |
| K | -25°C ~ 150°C | | |

注:

1. 不包括探测误差, $T_{cal} \pm 5^\circ\text{C}$, 1 PLC积分时间。

湿度

| 量程 | 准确度 (1年) ¹ | |
|----------|--------------------------|-------------------------|
| | 18° - 28°C ±(%读数+%RH) | 温度系数 ±(0.3% + 1.5°C) |
| 0 - 100% | | |

注:

1. 必须增加湿度探测准确度。对于6517-RH型, 为±3% RH, 探测环境温度高达65°C, 不超过85°C。



6517B型静电计/高阻表后面板

IEEE-488总线实现

实现: SCPI (IEEE-488.2, SCPI-1999.0)。

从触发到完成读数: 150ms典型值, 包括外部触发器。

RS-232实现: 支持: SCPI 1991.0。波特率: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19.2k, 38.4k, 57.6k与115.2k。

流程控制: 无, Xon/Xoff。

连接器: DB-9 TXD/RXD/GND。

公共指标

过量程指示: 当读数>105%量程时, 显示读数“OVERFLOW”(超额)。对于严重过量程情况, 显示“OUT OF LIMIT”(超限)。

量程设置: 自动或手动。

转换时间: 可选择0.01PLC至10PLC。

最大输入: 250V峰值, 直流至60Hz正弦波; 对于mA量程, 每分钟最大值10s。

最大共模电压 (直流至60Hz正弦波): 静电计, 500V峰值; 电压源, 750V峰值。

隔离 (仪表公共端至底盘): >10¹⁰Ω, <500pF。

输入连接器: 后面板包含3个三同轴电缆连接器。

2V模拟输出: 对满量程输入, 为2V。在电压模式下非反相, 测量电流、电阻或电荷时反相。输出阻抗10kΩ。

峰值输出: 为电压测量提供保护输出。在电流和电荷模式下可以用作反相输出或外部反馈。

外部触发器: TTL兼容的外部触发器与静电计。

保护: 切换至可用电压保护。

数字I/O与触发线路: 可用, 参见使用手册。

EMC: 符合欧盟指令89/336/EEC, EN 61326-1。

安全: 符合欧盟指令73/23/EEC, EN 61010-1。

读数存储: 50,000。

读数率:

至内部缓存: 425 读数/秒¹

至IEEE-488总线: 400读数/秒^{1,2}

总线传输: 3300读数/秒²

1. 0.01PLC, 数字滤波器关闭, 前面板关闭, 温度+ RH关闭, 线路同步关闭。

2. 二进制传输模式。

数字滤波器: 中值和平均。

环境: 工作: 0 ~ 50°C; 相对湿度70%非冷凝, 最高35°C。

存储: -25 ~ +65°C。

海拔: 最高高出海平面2000 m, 符合EN 61010-1标准。

预热: 1小时至额定准确度 (关于推荐的程序, 参见手册)。

电源: 用户可选择100, 120, 220, 240VAC ±10%; 50/60Hz, 100VA最大值。

外形: 箱体尺寸: 90mm 高 × 214mm 宽 × 369mm 长 (3½ in. × 8½ in. × 14½ in.)。

工作尺寸: 从壳体前面到后面 (包括电源线和IEEE-488连接器): 15.5 in.

净重: 5.4kg (11.8 lbs.)。

毛重: 6.9kg (15.11 lbs.)。

可用服务

6517B-3Y-EW 原厂质保1年延长至3年, 从发货之日起

C/6517B-3Y-ISO 购买3年内校准 (ISO-17025认证)*

*并非适用所有国家