

# 6430型

# 亚fA程控源表



- 0.4fA p-p (4E-16A)噪声
- 远端前置放大器可以位于信号源处以减少线缆噪声
- 电压测量的输入阻抗>1016Ω
- 高速——达2000读数/秒
- 分辨率达6位半
- 快速元件特性分析, 带可编程数字I/O和接口

6430的独特特点包括其优秀的低电流灵敏度和远端前置放大器, 这通过避免长输入线缆发挥了灵敏度的作用。远端前置放大器是6430反馈测量系统的主要部分, 虽然通过长达2米, 带载高电平信号的连接线缆它能离开主机一段距离但是它不能独立于测量主机工作。

## 应用

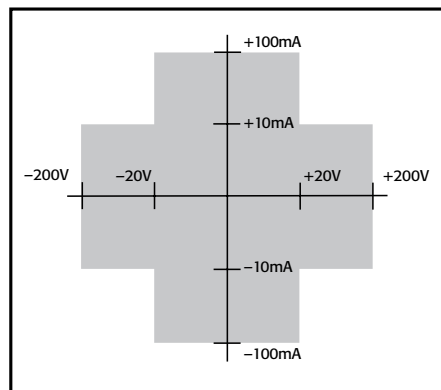
6430的功能使其同样适于在测试实验室的研究工作和复杂元件的评估, 结合其它源测量仪器或SMU用于在较高电平上进行低电流、高电阻或高灵敏度的半导体测量。6430的低噪声和漂移性能也非常适合高阻性纳米线和其它高阻纳米材料的研究。

## 高速数据处理

6430能以超过2000个读数/秒的速度读至其内存缓冲器。IEEE-488总线输出能每秒发送达75个源/测量读数至外部计算机控制器, 包括通过/失效指示。

6430亚fA程控源表集合了吉时利源表和源测量单元(SMU)产品的电压源和电流源及测量功能, 比静电计灵敏度更高, 噪声更低, 输入阻抗更高。这种独特的性能是通过6430远端前置放大器实现的, 它提供非常灵敏的双向放大器, 用于测量或产生被测试器件的电流。远端前置放大器输出的高电平信号通过一条2米长的线缆发送到控制主机上。这使得用户可以直接, 或者近距离连接该信号, 减少线缆噪声的影响。

6430按照静电计无法达到的速度测量电压、电流与电阻。它可以每秒读取最多2000源/测量读数, 读入内部存储器中。可以测量快速小电流, 100nA量程可响应短至5ms的信号, 较大量程可响应几百微秒的信号。



6430能提供达2.2W的4象限源, 以及低至亚fA和微伏电平的测量灵敏度。在高达20V, 它能测量从1pA量程(仅0.4fA峰峰值噪声)至100mA量程的电流。可提供200mV至200V的电压范围。电流和电压量程设置定义了源或阱电压或电流的最大值。

# 6430型

## 订购信息

6430型亚fA程控源表

## 随机附件:

6430-322-1B

低噪声三同轴电缆, 3槽三同轴至鳄鱼夹, 20厘米 (8in)

8607

安全性高压双测试线

CA-176-1E

前置放大器电缆, 2米 (6.6ft)

CA-186-1B

香蕉插头至螺钉端子适配器

CAP 31

3接线柱保护罩 (2)

使用手册

## 可用到的附件

7007-1	屏蔽 GPIB 电缆, 1米 (3.3 ft)
7007-2	屏蔽 GPIB 电缆, 2米 (6.6 ft)
7078-TRX-6IN	3槽、低噪声、0.15米 (0.5 ft) 防护三同轴电缆
8501-1	触发链路电缆, 1米 (3.3 ft)
8501-2	触发链路电缆, 2米 (6.6 ft)
8502	触发链路适配盒
8503	触发链路 DIN 至 BNC 触发电缆
KPCI-488LPA	IEEE-488 接口/控制器用于 PCI 总线
KPXI-488	IEEE-488 接口板用于 PXI 总线
KUSB-488A	IEEE-488 USB 至 GPIB 接口适配器

## 提供的服务

TRN-2400-1-C	课程: 释放数字源表的能力
6430-3Y-EW	从出货之日起1年的质保期延长到3年
C/6430-3Y-IS0	购买后3年内提供3次 (ISO-17025 认证) 校准*

\*并非适用于所有国家

# 亚fA程控源表

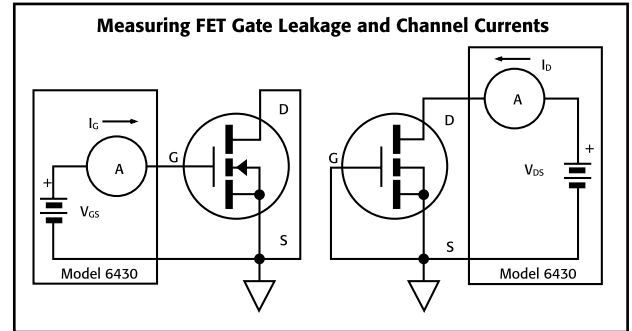
## 典型应用:

### 半导体测量

基于FET元件中的栅极漏电或沟道漏电会在MOSFET、FET、模拟开关和许多其它电路中产生误差。通过允许研究人员测量极低电平的电流和电压, 6430能帮助他们了解这些元件的设计局限以及研究替代器件的结构或材料。

### SET研究

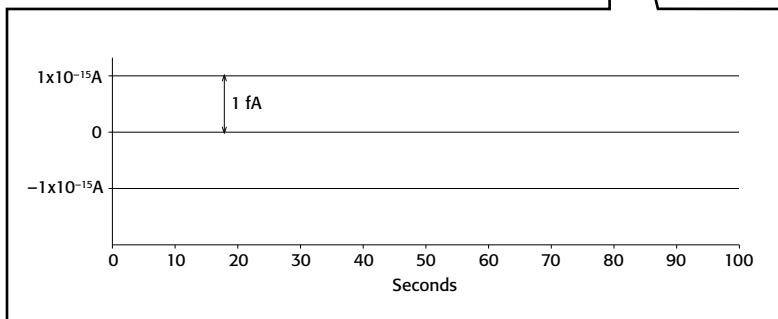
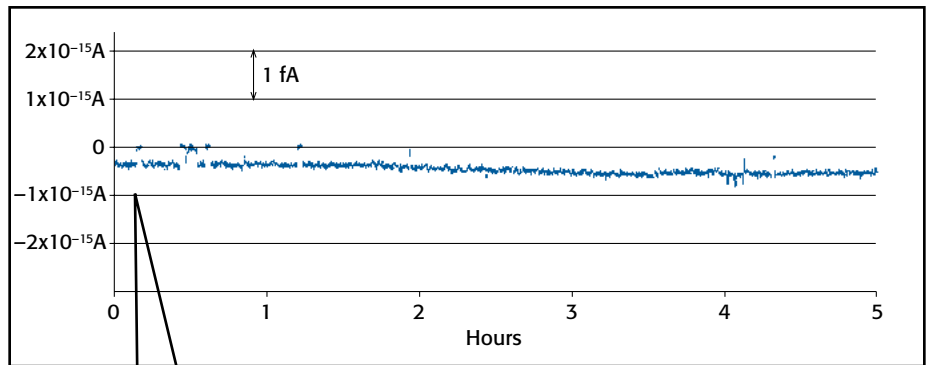
6430具有的优秀低电流测量能力 ( $<0.4\text{fA}$ 峰峰值) 使其对于单电子晶体管 (SET) 和量子点研究非常有用。使用类似于锁定的技术, 6430能以 $1\text{aA}$ 灵敏度测量电流 ( $10^{-18}\text{A}=6\text{电子/秒}$ )。



测量FET的栅极漏电和沟道电

## 测量行业的最低噪声和漂移

下图的数据表明6430在5小时期间内稳定性非常突出, 而且短期的低噪声性能优秀。使用6430的AUTOFILTER以5秒上升时间在 $1\text{pA}$ 量程上实现微弱信号采集。插图中的细节是滤波信号的截图, 显示了6430型在最开始的100秒期间的低噪声性能 (仅 $200\text{aA}$ 峰峰值)。在温度变化约 $1^\circ\text{C}$ 的实验室环境下提取数据, 其中6430的IN/OUT HI和SENSE引线接防护罩。



浓缩的测量指标<sup>1</sup>电压测量准确度 (4线感测)<sup>3</sup>

Range	Max. Resolution	Input <sup>2</sup> Resistance	Accuracy (23°C ± 5°C) 1 Year, ±(%rdg + volts)
200.000 mV	1 μV	>10 <sup>16</sup> Ω	0.012% + 350 μV
2.00000 V	10 μV	>10 <sup>16</sup> Ω	0.012% + 350 μV
20.0000 V	100 μV	>10 <sup>16</sup> Ω	0.015% + 1.5 mV
200.000 V	1 mV	>10 <sup>16</sup> Ω	0.015% + 10 mV

温度系数 (0° C~18° C & 28° C~40° C) : ± (0.15×规定的准确度) / ° C。附加的测量指标

## 附加的测量指标

输出建立时间 (典型值为最终值的10%) : <2s, 1pA和10pA量程; <50ms, 100pA至10nA量程; <5ms, 100nA至100mA量程。

电流噪声: 在1分钟间隔观察时, 90%的间隔中峰峰值噪声在400aA以内, 在使用Autofilter (5s 10% -90%的上升时间), 使用三同轴连接器防护罩, Autozero OFF、Source Delay=0, 使用1pA量程至少3分钟条件下。

电流测量准确度 (2线或4线感测)<sup>4</sup>

Range	Max. Resolution	Voltage Burden <sup>5</sup>	Accuracy (23°C ± 5°C) 1 Year ±(%rdg + amps)
1.00000 pA	10 aA	< 1mV	1.0 % + 7 fA
10.0000 pA	100 aA	< 1mV	0.50 % + 7 fA
100.000 pA	1 fA	< 1mV	0.15 % + 30 fA
1.00000 nA	10 fA	< 1mV	0.050 % + 200 fA
10.0000 nA	100 fA	< 1mV	0.050 % + 2 pA
100.000 nA	1 pA	< 1mV	0.050 % + 20 pA
1.00000 μA	10 pA	< 1mV	0.050 % + 300 pA
10.0000 μA	100 pA	< 1mV	0.050 % + 2 nA
100.000 μA	1 nA	< 1mV	0.025 % + 6 nA
1.00000 mA	10 nA	< 1mV	0.027 % + 60 nA
10.0000 mA	100 nA	< 1mV	0.035 % + 600 nA
100.000 mA	1 μA	< 1mV	0.055 % + 6 μA

温度系数 (0° C-18° C & 28° C-40° C) : ± [(0.15×规定的准确度) + 1fA] / ° C。  
输入电流: <3fA@23° C, <40%相对湿度; 通常为±0.5fA/° C在23° C左右, <40%相对湿度。

## 电阻测量准确度 (4线感测带远端前置放大器)

输出电流模式, 自动电阻

Range	Max. Resolution	Default Test Current	Normal Accuracy (23°C ± 5°C) 1 Year, ±(%rdg + ohms)	Enhanced Accuracy (23°C ± 5°C) <sup>7</sup> 1 Year, ±(%rdg + ohms)
<2.00000 Ω <sup>6</sup>	1 μΩ	—	Source I <sub>ACC</sub> + Measure V <sub>ACC</sub>	Measure I <sub>ACC</sub> + Measure V <sub>ACC</sub>
20.0000 Ω	100 μΩ	100 mA	0.098% + 0.003 Ω	0.068% + 0.001 Ω
200.000 Ω	1 mΩ	10 mA	0.077% + 0.03 Ω	0.048% + 0.01 Ω
2.00000 kΩ	10 mΩ	1 mA	0.066% + 0.3 Ω	0.040% + 0.1 Ω
20.0000 kΩ	100 mΩ	100 μA	0.063% + 3 Ω	0.038% + 1 Ω
200.000 kΩ	1 Ω	10 μA	0.082% + 30 Ω	0.064% + 10 Ω
2.00000 MΩ	10 Ω	1 μA	0.082% + 300 Ω	0.064% + 100 Ω
20.0000 MΩ	100 Ω	1 μA	0.085% + 1 kΩ	0.067% + 500 Ω
200.000 MΩ	1 kΩ	100 nA	0.085% + 10 kΩ	0.068% + 5 kΩ
2.00000 GΩ	10 kΩ	10 nA	0.085% + 100 kΩ	0.070% + 50 kΩ
20.0000 GΩ	100 kΩ	1 nA	0.085% + 1 MΩ	0.070% + 500 kΩ
200.000 GΩ	1 MΩ	100 pA	0.205% + 10 MΩ	0.185% + 5 MΩ
2.00000 TΩ	10 MΩ	10 pA	0.822% + 100 MΩ	0.619% + 50 MΩ
20.0000 TΩ	100 MΩ	1 pA	2.06% + 1 GΩ	1.54% + 500 MΩ
>20.0000 TΩ <sup>6</sup>	—	—	Source I <sub>ACC</sub> + Measure V <sub>ACC</sub>	Measure I <sub>ACC</sub> + Measure V <sub>ACC</sub>

温度系数 (0° C~18° C & 28° C~40° C) : ± (0.15×规定的准确度) / ° C。

输出电流模式, 手动电阻: 不确定度总和=电流输出准确度+电压测量准确度 (四线测量)。

输出电压模式: 不确定度总和=电压输出准确度+电流测量准确度 (四线测量)。

6线电阻模式: 可使用有源电阻防护和防护检测 (仅主机后面板)。防护输出电流最大值: 50mA。准确度取决于负载。查阅手册获取计算公式。

主机防护输出电阻: 0.1Ω, 电阻模式。

注解:

- 速度=10PLC, Autofilter ON, 正确归零和稳定。
- 输出电流模式, I=0。
- 电压测量准确度不受远端前置放大器的影响。
- 电流测量准确度不受远端前置放大器影响; 然而, 1pA~100nA量程仅当使用前置放大器时可用。
- 四线模式。
- 仅手动电阻模式。
- 激活源回读, 失调补偿开。源时延必须设置为使源完全稳定才能读数。

## 浓缩的系统速度

测量<sup>1</sup>

量程变化速度的最大值：75/s。

单读数工作模式的读取速度（读数/秒），在60Hz（50Hz）条件下：

Speed	NPLC/ Trigger Origin	Measure To GPIB	Source- Measure <sup>2</sup> To GPIB	Source-Measure Pass/Fail Test <sup>2,3</sup> To GPIB
Fast	0.01 / internal	256 (256)	83 (83)	83 (83)
Medium	0.10 / internal	181 (166)	73 (70)	73 (70)
Normal	1.00 / internal	49 (42)	35 (31)	34 (30)

浓缩的源指标<sup>4</sup>电压设置准确度（4线感测）<sup>5</sup>

Range	Programming Resolution	Accuracy (1 Year) 23°C ±5°C ±(% rdg. + volts)	Noise (peak-peak) 0.1Hz – 10Hz
200.000 mV	5 μV	0.02% + 600 μV	5 μV
2.00000 V	50 μV	0.02% + 600 μV	50 μV
20.0000 V	500 μV	0.02% + 2.4 mV	500 μV
200.000 V	5 mV	0.02% + 24 mV	5 mV

温度系数（0° C~18° C & 28° C~40° C）：±（0.15×规定的准确度）/° C。

最大输出功率：2.2W（4象限源或阱工作）。

源/阱极限：±21V@±105mA，±210V@±10.5mA。

电压调整率：线路调整率：量程的0.01%。负载调整率：量程的0.01%+100 μV。

噪声10Hz~1MHz（峰峰值）：10mV。

过压保护：用户可选择，5%公差。工厂缺省为None。

电流钳制：双极性电流极限（容限）设为一个值。量程的0.1%（最小值）。

## 电流设置准确度（带远端前置放大器）

Range	Programming Resolution	Accuracy (1 Year) <sup>4</sup> 23°C ±5°C ±(% rdg. + amps)	Noise (peak-peak) 0.1Hz – 10Hz
1.00000 pA	50 aA	1.0 % + 10 fA	5 fA
10.0000 pA	500 aA	0.50 % + 30 fA	10 fA
100.000 pA	5 fA	0.15 % + 40 fA	20 fA
1.00000 nA	50 fA	0.050 % + 200 fA	50 fA
10.0000 nA	500 fA	0.050 % + 2 pA	500 fA
100.000 nA	5 pA	0.050 % + 20 pA	3 pA
1.00000 μA	50 pA	0.050 % + 300 pA	20 pA
10.0000 μA	500 pA	0.050 % + 2 nA	200 pA
100.000 μA	5 nA	0.031 % + 20 nA	500 pA
1.00000 mA	50 nA	0.034 % + 200 nA	5 nA
10.0000 mA	500 nA	0.045 % + 2 μA	50 nA
100.000 mA	5 μA	0.066 % + 20 μA	500 nA

温度系数（0° C~18° C & 28° C~40° C）：±（0.15×规定的准确度）/° C。

最大输出功率：2.2W（4象限源或阱工作）。

源/阱极限：±10.5mA@±210V，±105mA@±21V。

电流调整率：线路调整率：量程的0.01%。负载调整率：量程的0.01%+1fA。

电压极限：双极性电压极限（容限）设为一个值。量程的0.1%（最小值）。

## 注解：

1. 读数速率可用于电压或电流测量。关闭自稳零，关闭自动量程，关闭滤波器，关闭显示，触发延时=0，源自动清空，并且采用二进制读数格式。
2. 采用上限和数学下限进行通过/失效测试。
3. 包含测量之前重新设置源至新电平的时间。
4. 对于阱模式，1pA~100mA量程，准确度是±（0.15%+偏移\*4）。
5. 电压源准确度不受远端前置放大器的影响。

## 综合说明

Noise Rejection:	NPLC	NMRR	CMRR
Fast	0.01	—	80 dB
Medium	0.1	—	80 dB
Normal	1	60 dB	90 dB

负载阻抗：稳定至20000pF在100mA至100 μA量程，470pF在10 μA和1 μA量程，以及100pF在nA和pA量程。查阅用户手册获取大电容性负载测量的详细说明。

共模电压：±42VDC最大值。

共模隔离：>109 Ω，<1000pF。

过量程：量程的105%，源和测量。

输入/输出与测量端子之间的最大压降：5V。（为满足规定的准确度用4线测量，请参阅用户手册。）

测试线电阻最大值：10 Ω，对于额定准确度。

测试输入电阻：1M Ω。

主机防护偏置电压：300 μV，典型值。

前置放大器防护偏置电压：1mV典型值。

前置放大器防护输出电阻：110k Ω。

源输出模式：固定直流电平，内存列表（混合功能），阶梯波扫描（线性和对数）。

源内存列表：100点（最大值）。

内存缓冲区：5,000个读数/秒@5位半（2个2,500点缓冲区）。包括所选的测量值和时间戳。锂电池备份（电池寿命超过3年）。

数字接口：

安全互锁：有源低电平输入。

处理程序接口：测试开始，测试结束，3类比特。+5V@300mA电源。

数字I/O：1触发输入、4 TTL/继电器驱动输出（33V@500mA阱、二极管钳位）。

可编程性：IEEE-488 (SCPI-1995.0)，RS-232，5种用户定义的上电状态加上出厂缺省设置和\*RST。

电源：100V~240V有效值，50Hz~60Hz（上电时自动检测），100VA最大值。

EMC：符合欧盟指令89/336/EEC EN 55011，EN 50082-1，EN 61000-3-2和61000-3-3，FCC第15部分Class B。

安全性：符合欧盟指令73/23/EEC EN 61010-1。

振动：MIL-PRF-28800F，Class 3。

预热时间：1小时达到额定准确度。

规格：89mm高×213mm宽×370mm深（3 1/2 in×8 3/8 in×14 9/16 in）。

测试台尺寸配置（带手柄和支脚）：104mm高×238mm宽×370mm深（4 1/8 in×9 3/8 in×14 9/16 in）。

放大器：20mm高×57mm宽×97mm深（0.783 in×2.225 in×3.75 in）。

重量：5.9公斤（13磅）。

工作环境：工作条件：0°~40° C，60%相对湿度（不凝结）至35° C。在35°~40° C范围内，相对湿度降低5%/° C。存储条件：-25° C~65° C，不凝结的湿度。