

MODEL OE8101

Source Measure Unit

用户使用手册



Copyright © 2025 by SSI.
All Rights Reserved.

Revision 1.3.2, 2026-05-05

目录

第 1 章 安全性和使用准备	5
1.1 避免火灾或人身伤害	5
第 2 章 简介	6
2.1 欢迎	6
2.2 功能和特性	6
2.3 技术指标	6
2.4 仪器概述	7
2.4.1. 前面板概述	7
2.4.2. 后面板概述	8
2.4.3. 打开/关闭仪器	9
2.4.4. 尺寸	10
2.5 使用条件	11
2.6 配套说明	11
2.6.1. U 盘资料	11
第 3 章 源表概述	12
3.1 电路配置	12
3.1.1. 电流源	12
3.1.2. 电压源	12
3.2 功率包络	13
3.2.1. 电流源运行边界	13
3.2.2. 电压限制边界示例	14
3.2.3. 电流限制边界示例	15
3.3 输出瞬态恢复	16
3.4 调整测量速率和精确度	16
3.5 时间信息	17
3.5.1. 测量稳定时间的考虑因素	17
3.5.2. 过温保护	17
3.6 计算精度	17
3.6.1. 计算源或测量精度	17
3.6.2. 通过输出 I 和测量 V 计算电阻测量的精度	18
第 4 章 入门使用	19
4.1 打开或关闭 OE8101 的输出	19
4.2 触摸屏	19
4.2.1. 主界面	20
4.2.2. 功能界面概述	23
4.3 前面板 USB 端口功能	32
4.3.1. 屏幕截图	32

4.3.2. 数据保存	32
4.4 远程通信接口	32
4.4.1. 支持的远程通信接口	32
4.4.2. 不同通信接口之间的比较	33
4.4.3. USB 串口通信	34
4.4.4. GPIB 通信	36
4.4.5. LAN 通信	39
4.5 连接测试	40
4.5.1. 基本连接	40
4.5.2. 使用高压锁	40
4.5.3. 前后面板连接测试	41
4.5.4. 确认使用前/后面板端口	41
4.5.5. 前后面板端口切换	41
4.5.6. 二线测量与四线测量的比较	42
4.5.7. 输出关闭状态	45
4.6 源/测量设置	46
4.6.1. 源和测量的顺序	46
4.6.2. 通过前面板设置源和测量	46
4.7 保护	47
4.7.1. 过压保护	48
4.7.2. 源限制	48
4.8 量程	49
4.8.1. 源量程	49
4.8.2. 测量量程	50
4.9 源回读	52
4.10 重置	52
4.10.1. 重置时默认值	52
4.11 噪音屏蔽	52
4.12 安全屏蔽	53
4.13 接地	54
4.13.1. 噪声与机箱地	54
4.13.2. 输出低端浮地与接地	54
4.14 Guard	55
4.14.1. Guard 保护电路示意图	56
4.15 负载模式	56
第 5 章 高级功能	57
5.1 读数缓冲区	57

5.1.1. 缓冲区入门.....	57
5.1.2. 设置读数缓冲区选项.....	57
5.1.3. 选择缓冲区.....	58
5.1.4. 清除缓冲区.....	58
5.1.5. 删除缓冲区.....	58
5.1.6. 远程缓冲操作.....	59
5.1.7. 保存缓冲区数据.....	60
5.2 扫描操作.....	60
5.2.1. 扫描类型.....	61
5.2.2. 设置扫描.....	61
5.2.3. 终止扫描.....	63
5.3 脉冲操作.....	63
5.3.1. 脉冲类型.....	63
5.3.2. 设置脉冲.....	64
5.3.3. 脉冲编程示例.....	66
5.3.4. 终止脉冲.....	66
5.4 数字 IO.....	66
5.5 测量方法.....	66
5.5.1. 连续测量触发.....	67
5.5.2. 触发按键触发.....	67
5.5.3. 触发模型触发.....	67
5.5.4. 在测量方法之间切换.....	67
5.6 大电容模式.....	67
5.6.1. 启用大电容模式.....	68
第 6 章 上位机软件应用	69
6.1 选择源模式.....	70
6.2 上位机应用示例.....	71
6.2.1. 源配置.....	71
6.2.2. 其他配置.....	73
6.2.3. 开始测量.....	74
6.2.4. 保存数据.....	76
第 7 章 远程通信指令	77
7.1 SCPI 指令基础.....	77
7.1.1. 指令格式.....	77
7.2 通用命令.....	79
7.2.1. *IDN?.....	79
7.2.2. *RST.....	79

7.2.3. *CLS	79
7.3 子系统命令	79
7.3.1. :FETCh?	79
7.3.2. :MEASure?	80
7.3.3. :READ?	81
7.3.4. OUTPut 子系统	81
7.3.5. ROUTe 子系统	84
7.3.6. SENSE 子系统	85
7.3.7. SOURce 子系统	89
7.3.8. SYSTem 子系统	104
7.3.9. TRACe 子系统	108
7.3.10. TRIGer 子系统	112
第 8 章 远程通信操作实例	114
8.1 串口调试	114
8.2 GPIB 通信实例	122
8.2.1. 安装 GPIB 驱动程序	122
8.2.2. 将 GPIB 电缆连接到仪器	122
8.2.3. 使用 pyvisa 与仪器进行通信	124

第 1 章 安全性和使用准备

详细阅读下列安全性预防措施，以避免人身伤害，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。只有合格人员才能执行维修过程。

1.1 避免火灾或人身伤害

使用合适的电源线。请只使用本产品专用并经所在国家/地区认证的电源线。

将产品接地。本产品通过电源线的接地导线接地。为避免电击，必须将接地导线与大地相连。在对本产品的输入端或输出端进行连接之前，请务必将本产品正确接地。

遵守所有终端额定值。为避免火灾或电击，请遵守产品上的所有额定值和标记。在对产品进行连接之前，请首先查阅产品手册，了解有关额定值的详细信息。只能将探头基准导线连接到大地上。对任何终端（包括公共终端）施加的电压不要超过该终端的最大额定值。

断开电源。电源开关可以使产品断开电源。请参阅有关位置的说明。不要挡住电源开关；此电源开关必须能够随时供用户使用。

切勿开盖操作。请勿在外盖或面板打开时运行本产品。

怀疑产品出现故障时，请勿进行操作。如果怀疑本产品已损坏，请让合格的维修人员进行检查。

远离外露电路。电源接通后，请勿接触外露的线路和元件。

环境条件。工作温度：+10 °C 至 +40 °C；相对湿度：< 90% 不凝结。

注：如使用仪器过程中出现异常现象，请与本司联系

联系电话：020-84133345

邮箱：support@ssi-instrument.com

单位：广州赛恩科学仪器有限公司

第 2 章 简介

2.1 欢迎

感谢您选择 Sine Scientific Instruments 的产品。OE8101 交互式源表是一款精密的低噪声仪器，结合了稳定的直流电压、电流源、电子负载和高阻抗万用表。该仪器的设计具有直观的设置和控制、增强的信号质量和范围以及比市场上同类产品更好的电阻率和电阻测量能力。

2.2 功能和特性

OE8101 具有以下特点：

- 高分辨率五英寸触摸屏，支持增强的图形数据可视化以及屏幕上的调试。
- 10 Hz 至 20 MHz 频率范围内的电压源噪声（RMS）在电阻负载下典型值为 3mVrms。
- 能够对低电平信号进行灵敏测量。
- 提供宽广的电压、电流和电阻测量范围。
- 简化的触发模型，包含源和内存配置列表。
- 前面板 USB-A 接口支持 U 盘；后面板 USB-B 接口用于通信、控制和数据传输。
- 六个前面板香蕉插孔、前面板安全接地以及四个后面板三同轴连接器。

OE8101 的扩展功能：

- 源-测量扫描功能（线性扫描）。
- 四象限源输出和吸收操作。
- SCPI 编程语言，带远程接口端口（IEEE-488/GPIB、USB 和 LAN）。
- 高达一百万个点的读数缓冲区。
- 电阻和功率测量功能。
- 高电容模式，负载阻抗可达 50 μ F（微法）。
- 过流和过压保护。
- 后面板高压开关保证安全高压输出。
- 支持 IEEE-488（GPIB）、USB 和以太网（LAN）连接。

2.3 技术指标

OE8101 的电流和电压技术指标，如表 1 和表 2 所示。

表 1. 电流技术参数

量程	源			测量		
	分辨率	准确度 (23 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C) 1 年 $\pm$ (% 设定值 + 安培)	噪声 (RMS) (<10 Hz)	分辨率	电压 负担	准确度 (23 $\pm$ 5 $^{\circ}$ C) 1 年 $\pm$ (% 读数 + 安培)
10 nA	200 fA	0.100% + 100 pA	500 fA	4.0 fA	$<100 \mu$ V	0.100% + 100 pA
100 nA	2.0 pA	0.100% + 100 pA	500 fA	4.0 fA	$<100 \mu$ V	0.100% + 100 pA
1 μ A	20 pA	0.025% + 200 pA	3.0 pA	40 fA	$<100 \mu$ V	0.022% + 200 pA
10 μ A	200 pA	0.025% + 1.0 nA	20 pA	400 fA	$<100 \mu$ V	0.022% + 500 pA
100 μ A	2.0 nA	0.025% + 10 nA	200 pA	4.0 pA	$<100 \mu$ V	0.022% + 5.0 nA
1 mA	20 nA	0.020% + 100 nA	2.5 nA	40 pA	$<100 \mu$ V	0.020% + 50 nA
10 mA	200 nA	0.025% + 1.0 μ A	20 nA	400 pA	$<100 \mu$ V	0.025% + 500 nA
100 mA	2.0 μ A	0.025% + 10 μ A	60 nA	4.0 nA	$<100 \mu$ V	0.025% + 5.0 μ A
1 A	20 μ A	0.045% + 900 μ A	2.0 μ A	400 nA	$<100 \mu$ V	0.040% + 400 μ A

表 2. 电压技术参数

量程	源			测量		
	分辨率	准确度 (23 $^{\circ}$ ±5 $^{\circ}$ C) 1 年 ± (% 设定值 + 伏特)	噪声 (RMS) (<10 Hz)	分辨率	输入电阻	准确度 (23 $^{\circ}$ ±5 $^{\circ}$ C) 1 年 ± (% 读数 + 伏特)
20 mV	400 nV	0.025% + 100 μ V	500 nV	8.0 nV	>10 G Ω	0.020% + 100 μ V
200 mV	4.0 μ V	0.020% + 150 μ V	600 nV	80 nV	>10 G Ω	0.012% + 150 μ V
2 V	40 μ V	0.015% + 150 μ V	5.0 μ V	80 nV	>10 G Ω	0.012% + 150 μ V
20 V	400 μ V	0.020% + 2.2 mV	50 μ V	800 nV	>10 G Ω	0.018% + 1.5 mV
200 V	4.0 mV	0.020% + 24 mV	500 μ V	8.0 μ V	>10 G Ω	0.018% + 18 mV

2.4 仪器概述

2.4.1. 前面板概述

OE8101 的前面板如图 1 所示。



图 1. OE8101 前面板

控制按钮功能说明：

- **电源 (POWER)**：打开或关闭仪器。要打开仪器，请按下电源开关，使其处于打开位置 (I)。要关闭仪器，请按下电源开关，使其处于关闭位置 (O)。
- **主界面 (HOME)**：返回主界面。
- **菜单 (MENU)**：打开主菜单。按下主菜单上的图标可打开扫描、脉冲、系统设置、系统详情等功能配置界面。有关详情，请参阅 [功能界面概述](#) (第 23 页)。
- **屏幕截图 (PRINT)**：将当前屏幕截图并保存到连接到前面板 USB 端口的存储设备。**功能暂未启用。**
- **触发 (TRIG)**：访问与触发相关的设置和操作。TRIGGER 键的操作取决于仪器状态。详情请参阅 [在测量方法之间切换](#) (见第 67 页)。
- **输出开/关 (ON/OFF)**：打开或关闭输出源。当输出源打开时，按键亮起。
- **配置 (CONFIG)**：配置仪器功能。要选择功能，请触摸屏幕上的功能名称。**功能暂未启用。**

- **取消 (CANCEL)**：返回上一屏幕或关闭对话框。例如，在主菜单显示时按下 CANCEL 键可返回主界面。当用户查看子屏幕时，按下 CANCEL 键可返回主菜单屏幕。**功能暂未启用。**
- **回车 (ENTER)**：选择高亮显示的选项或编辑所选字段。**功能暂未启用。**
- **USB (U)**：将读数缓冲区数据和屏幕快照保存到 USB。**功能暂未启用。**
- **旋钮**：移动光标并进行屏幕选择。转动导航控制键可移动光标以突出显示列表或菜单项，以便选择。当光标位于数值输入字段时，转动控制钮可增加或减少字段中的数值。按导航控制键：选择高亮显示的选项或编辑所选字段。**功能暂未启用。**
- **触摸屏**：OE8101 配备了一块高分辨率的五英寸彩色触摸屏。通过触摸屏可访问滑动屏幕和菜单选项。用户可通过按下前面板的 MENU 来访问更多交互式屏幕。详情请参阅 [触摸屏](#)（第 19 页）。
- **测量端子 (SENSE)**：使用 SENSE HI 和 SENSE LO 端子连接来测量被测设备 (DUT) 的电压。使用 SENSE 端时，可通过测量 FORCE 端的电压降来测量被测设备 (DUT) 上的电压，消除了引线的干扰。这样，DUT 的电压源和测量结果就更加精确。
- **驱动端子 (FORCE)**：使用 FORCE HI 和 FORCE LO 端子连接向被测设备 (DUT) 输入或输出电压或电流。
- **机箱地连接**：提供机箱地连接的香蕉插头连接器。
- **GUARD**：可以减少测量微弱电流时的泄漏电流和寄生电容。
- **左右方向键**：功能暂未启用。

2.4.2. 后面板概述

OE8101 的后面板如图 2 所示。



图 2. OE8101 后面板

后面板选项功能说明：

- **SENSE 和 FORCE 连接端口**：这些三轴端子提供了以下连接 — SENSE HI、SENSE LO、FORCE HI、FORCE LO、GUARD 以及机箱地 (chassis ground) 的连接。
- **保护地 (安全接地)**：接地螺钉用于连接保护地 (安全接地)。请使用推荐的线规 (#16 AWG 或更大) 连接到保护地。
- **机箱接地**：接地螺钉用于连接机箱地。这为设备框架提供了一个连接端子。
- **高压输出开关**：OE8101 的高压锁功能将使仪器的输出处于安全电压状态。

- **线路保险丝和电源插座：**将电源线连接到电源插座和接地的交流电源插座上。线路保险丝位于电源插座下方，用于保护仪器的电源线路输入。其他详细信息，参阅 [打开/关闭仪器](#)（第 9 页）。
- **LAN 端口：**支持 10 Mbps、100 Mbps 或 1000 Mbps 网络的全面连接。
- **USB 端口：**USB-B 连接，可用于通信、控制和数据传输。详情请参阅 [USB 串口通信](#)（第 34 页）。
- **数字 I/O 端口：**数字输入/输出端口，用于检测和输出数字信号。该端口提供 6 条数字 I/O 线路。每个输出都设置为高电平（+5 V）或低电平（0 V），并可读取高或低的逻辑电平。每个数字 I/O 线路是一个开漏信号。**功能暂未启用。**
- **GPIO 接口：**GPIO 连接。OE8101 的默认地址设置为 5。要使用 GPIO 与仪器进行交互，请参阅 [GPIO 通信](#)（第 36 页）。

2.4.3. 打开/关闭仪器

按照以下步骤将 OE8101 连接到电源并打开仪器。OE8101 的工作电压为 100 V 至 240 V，频率为 50 Hz 或 60 Hz。请确保用户所在地区的操作电压与之兼容。

必须打开 OE8101 并预热至少一小时才能达到额定精度。

CAUTION

使用不正确的线路电压下操作仪器可能会损坏仪器。

WARNING

与 OE8101 一起提供的电源线包含一根单独的保护接地（安全接地）线，用于接地插座。正确连接后，仪器底盘将通过电源线中的接地线与电源线接地相连。此外，后面板上的螺钉还提供了一个额外的保护接地连接。该端子应连接到已知的保护接地端。如果发生故障，不使用正确接地的保护接地线和接地插座可能会导致人身伤害或电击死亡。请使用额定值合格的电源线及测试线；未使用正确额定值的电源线及测试线可能导致因电击而造成的人身伤害或死亡。

连接电源线：

- (1) 确保前面板的电源开关处于关闭 (O) 位置。
- (2) 将随附电源线的母头连接到后面板的交流插座上。
- (3) 将电源线的另一端连接到接地的交流电源插座。

打开或关闭 OE8101：

- (1) 打开仪器之前，断开任何被测设备 (DUT) 与 OE8101 源表的连接。
- (2) 要打开仪器，请按下前面板的电源开关，将其置于打开 (I) 位置。仪器开机时会显示状态栏。开机完成后将显示主界面。
- (3) 要关闭仪器，请按下前面板的电源开关，将其置于关闭 (O) 位置。

2.4.4. 尺寸

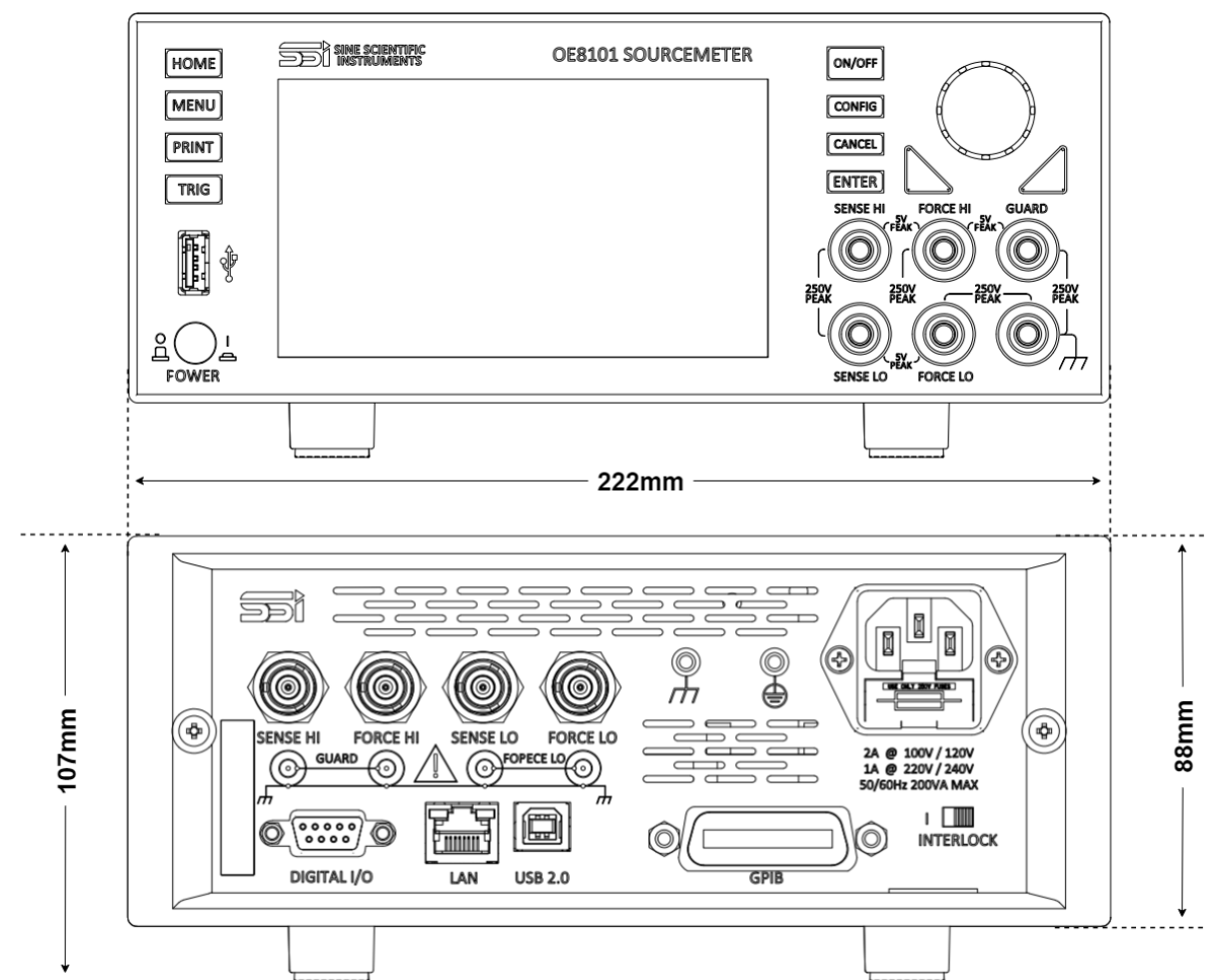


图 3. 前面板与后面板尺寸

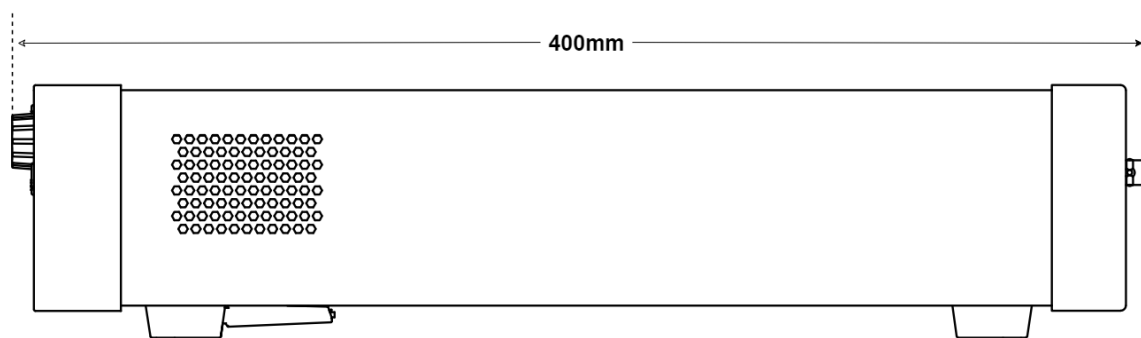


图 4. 机身侧视尺寸

2.5 使用条件

OE8101 仪器的使用条件和连接方式，如下表所示。

类别	规格
电源电压范围	100 V AC 至 240 V AC, 50 Hz 或 60 Hz
输入输出连接	见 后面板概述 (第 8 页)
环境条件	仅限室内使用 海拔 : 最高 2000 米 工作温度 : 0°C 至 50°C, 35°C 以下时相对湿度 ≤70%; 35°C 至 50°C 范围内, 每升高 1°C, 相对湿度降低 3% 存储温度 : -25°C 至 65°C 污染等级 : 1 级或 2 级

2.6 配套说明

2.6.1. U 盘资料

本 U 盘是 OE8101 源表的配套资料，内容包括上位机软件、驱动程序及用户使用手册。

具体如下：

- (1) Console: 该目录包含 Windows 7/8/8.1/10 系统下运行的 OE8101 上位机应用软件。
- (2) 串口驱动: 该目录下为串口驱动程序，使用串口设备前请先安装。
- (3) 串口网口调试工具: 该目录下为串口和网口的调试工具。
- (4) 说明文档: 该文件夹内包含 OE8101 的产品简介和说明文档，包括高级操作主题、维护信息、故障排除程序以及编程命令的详细说明，使用前请仔细阅读文档。

第 3 章 源表概述

3.1 电路配置

使用 OE8101，用户可执行以下操作：

- 提供电压并测量电流、电压、电阻或功率。
- 提供电流并测量电压、电流、电阻或功率。
- 测量电压、电流、电阻或功率。

下面将介绍 OE8101 的基本源、测量配置。

3.1.1. 电流源

当用户将仪器配置为电流源时，仪器将作为可限制电压的高阻抗电流源运行，并可测量电流或电压。

若将仪器设置为二线测量，则在仪器的 FORCE HI 和 FORCE LO 端子上测量电压；若将仪器设置为四线测量，则使用感应（SENSE）端子直接测量被测设备上的电压。四线测量消除了测试导线或仪器与被测设备之间连接中可能存在的电压降。关于二线与四线测量，请参阅 [二线测量与四线测量的比较](#)（第 42 页）。

电流源不使用感应（SENSE）引线来提高电流源的精度。但当仪器处于四线测量状态时，若断开感应引线，仪器则可能会达到极限电平状态。选择四线测量时，必须连接感应引线。如果未连接感应引线，将导致不正确的操作。

如果感应引线有断开的可能，可以设置过压保护。有关过压保护的更多信息，请参阅 [过压保护](#)（第 48 页）。

3.1.2. 电压源

当用户将仪器配置为电压源时，它的功能就像一个可限制电流的低阻抗电压源。仪器可以测量电流或电压。

感应电路持续监控输出电压，并根据需要对电压源进行调整。电压表检测电压，并将其与设定电压电平进行比较。如果检测到的电压水平与设定值不一致，则会相应地调整源电压。若将仪器设置为二线测量，电压表将检测 FORCE HI 和 FORCE LO 端子上的电压；若设置为四线测量，电压表则测量被测设备上的电压。四线测量消除了测试引线中压降的影响，确保将准确的编程电压施加到被测设备上。

3.2 功率包络

功率包络定义了仪器的电流和电压极限。OE8101 的一般工作界限如图 5 所示：

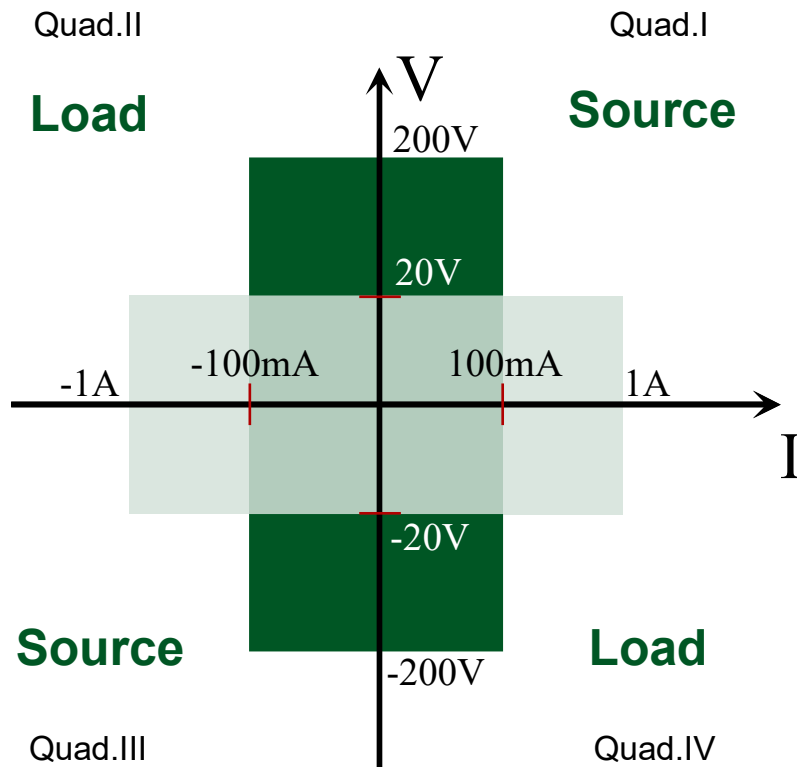


图 5. OE8101 功率包络

如果电压或电流超出限值，仪器将限制源电压，使工作电流和电压保持在这些边界内。用户可以设置操作限值，对电流或电压进行比操作边界限值更严格的限制。在本图中，幅度为标称值。仪器的具体最大输出幅值在规格书中定义。注意，以上功率包络图边界非按比例绘制。

只有当仪器在环境温度为 30°C 或以下的环境中运行时，这些操作边界才有效。高于 30°C 时，大功率运行可能会使仪器过热，导致输出关闭。

工作边界的四个象限被定义为 I、II、III 和 IV。OE8101 可以在这四个象限的任何一个象限内运行。

当仪器在象限 I 或 III 操作时，它作为电源工作，这意味着电压和电流具有相同的极性。作为电源，仪器向负载提供功率。

当仪器在象限 II 或 IV 操作时，它作为负载工作，这意味着电压和电流有相反的极性。作为负载，仪器内部消耗功率。外部电源或储能装置，如电池、太阳能电池或电源，可以迫使仪器在吸收区操作。

3.2.1. 电流源运行边界

电流源的运行边界由源量程和限制设置共同决定。操作边界取两者中较低的设置值。例如，若选择 100 mA 电流源量程，即使源限制设置为 1 A，电流源的实际输出仍会被限制在 105 mA。

电压限制线表示实际生效的限制值。这些限制线构成仪器在当前运行象限内的运行边界，操作点可位于这些限制线之内或之上。下图展示了第一象限中电流源的运行边界，其余三个象限的运行原理与此类似。

电流限制线表示当前所选电流源量程下可能达到的最大源值。

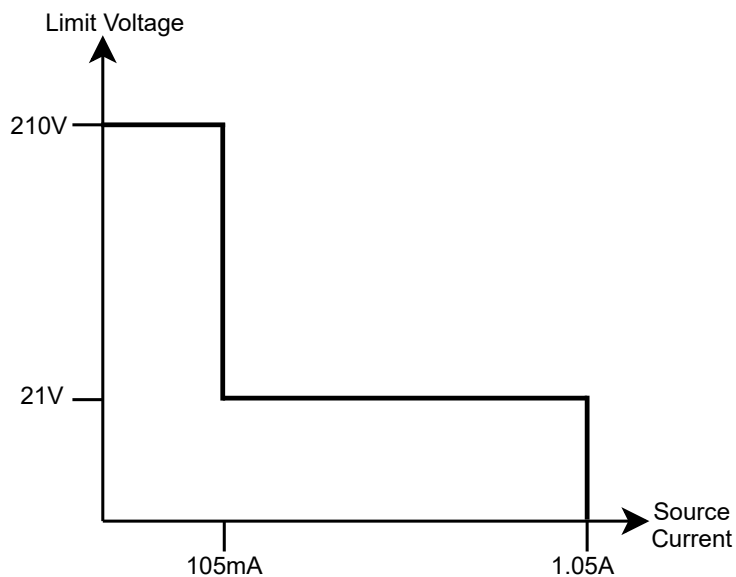


图 6. OE8101 电流源输出特性

3.2.2. 电压限制边界示例

仪器工作的实际边界取决于连接到仪器输出端的被测设备 (DUT)。

下图显示的是仪器设置为 100 mA 电流源且限值为 40 V 时的运行情况。在此图中，电阻负载为 200 Ω 。仪器向 200 Ω 负载提供 100 mA 电流，随后测量 20 V。200 Ω 的负载与 100 mA 电流源相交于 20 V。

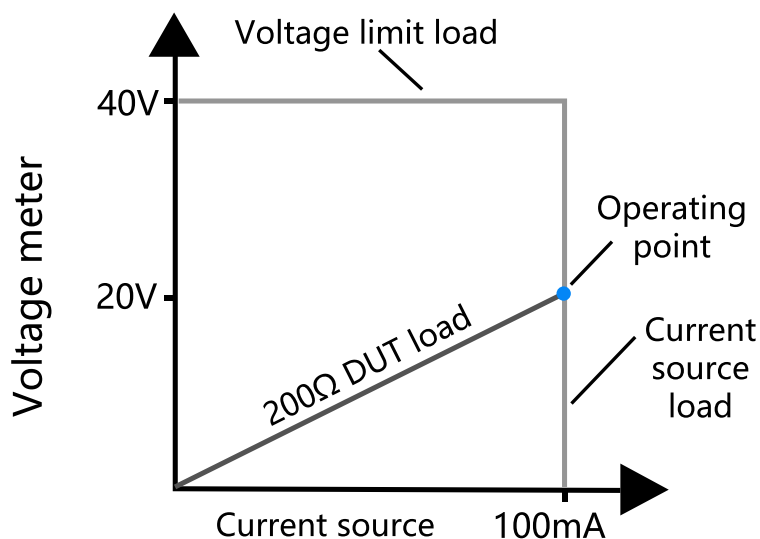


图 7. OE8101 电压限制边界示例

在下图中，电阻负载增加到 800 Ω 。800 Ω 的 DUT 负载与电压限值相交，从而导致仪器限制其输出的电流。对于 800 Ω DUT，仪器在 40 V 极限电压下只能输出 50 mA。

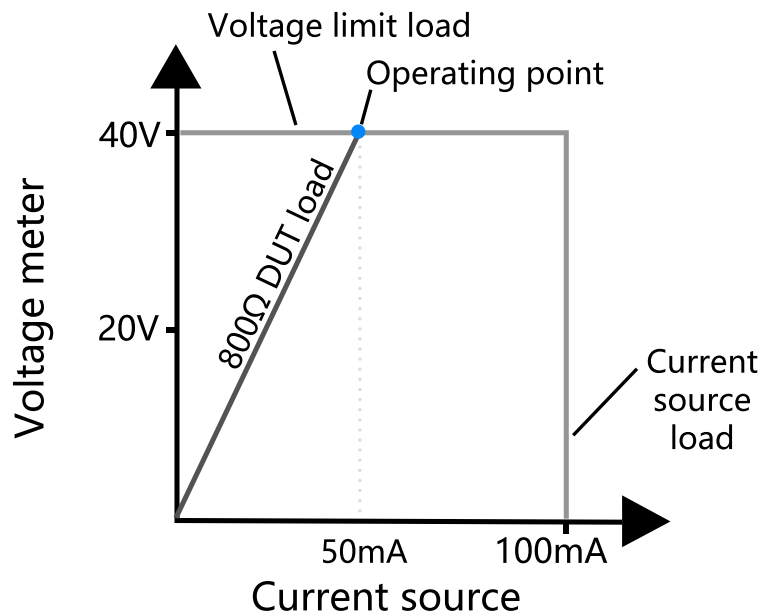


图 8. OE8101 电压限制边界示例

请注意，随着电阻的增加，DUT 负载的斜率也会增加。相反，随着电阻的减小，DUT 负载的斜率也会减小。在电阻为零（输出短路）时，仪器几乎以 0 V 电压输出 100 mA 电流。无论负载如何，电压永远不会超过 40 V 的极限值。

3.2.3. 电流限制边界示例

仪器工作的实际边界取决于连接到仪器输出端的被测设备（DUT）。

下图显示的是仪器设置为 50 V 源和 50 mA 限值时的运行情况。

在此图中，电阻负载为 2 k Ω 。仪器为 2 k Ω 负载提供 50 V 电压源，随后测量 25 mA。2 k Ω 的负载在 25 mA 处与 50 V 压源相交。

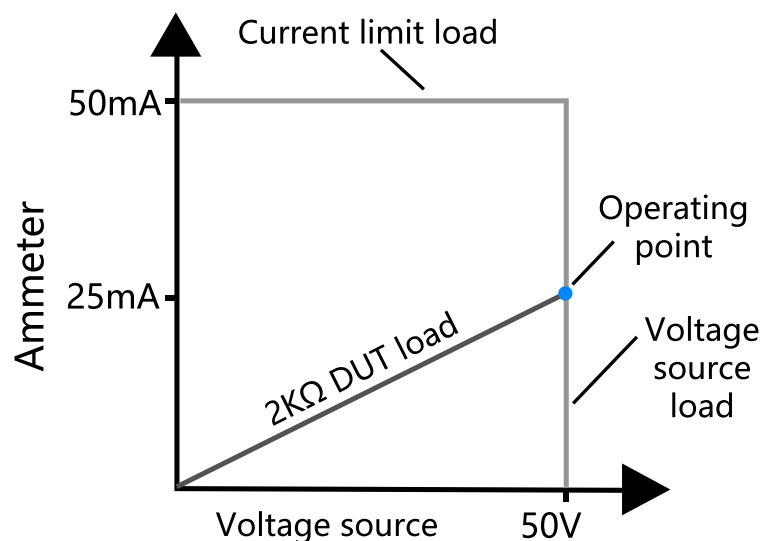


图 9. OE8101 电流限制边界示例-正常

在下图中，电阻负载降至 800 Ω 。800 Ω 的 DUT 负载与电流限值相交，导致仪器限制其输出电压。

对于 $800\ \Omega$ DUT，仪器在 50 mA 限值下只能输出 40 V 电压。

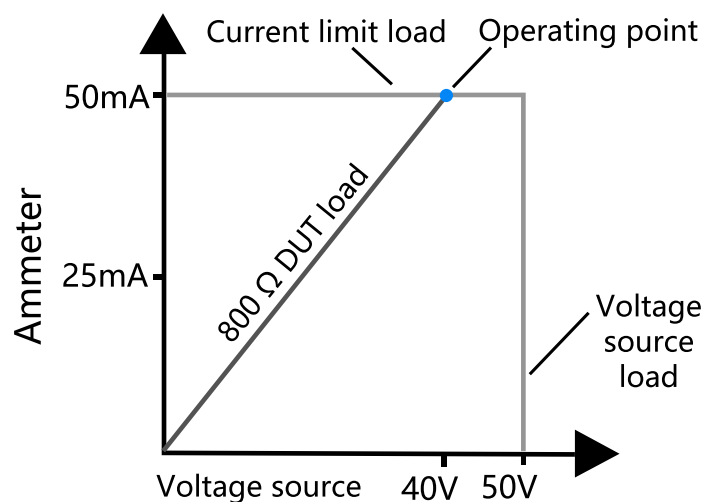


图 10. OE8101 电流限制边界示例

请注意，随着电阻的减小，DUT 负载的斜率会增大。反之，当电阻增大时，DUT 负载的斜率减小。在电阻为零（输出短路）时，仪器将以 50 mA 的电流输出几乎为 0 V 的电压。无论负载如何，电流都不会超过 50 mA 的限制。

3.3 输出瞬态恢复

负载电流发生阶跃变化后，电压源恢复到其原始值（0.1% 以内，加上负载调节误差）所需的时间为 $< 1\text{ ms}$ 。这还不包括自动量程的响应时间或对非纯电阻负载的二阶效应。

3.4 调整测量速率和精确度

用户可以调整测量输入信号的速率和时间。

如果测量时间变短，噪声会变大，分辨率变低。

测量速率越快，则测量时间越短，读数噪声增大，可用位数减少，则精度低。

测量速率越慢，则测量时间越长，读数噪声减小，可用位数增加，则精度也高。

请使用合适的测量速率进行测量。

NOTE

速度设置会影响正常模式抑制比 (NMRR) 和共模抑制比 (CMRR)。正常模式噪声是 HI 和 LO 端子之间的噪声信号；共模噪声是 LO 和机箱接地之间的噪声信号。

3.5 时间信息

3.5.1. 测量稳定时间的考虑因素

外部因素（如介质吸收、电缆泄漏和噪声等）可能会延长获得稳定测量结果所需的时间。进行低电流测量时，需采用屏蔽、防护及优化测量时间选择以确保稳定性。

每个电流测量范围结合一个范围电阻器和一个补偿电容器，这些元件必须达到稳定状态才能允许进行稳定的测量。

3.5.2. 过温保护

为防止产生损坏性的热量积聚并确保达到规定的性能，请确保仪器周围有足够的通风和空气流通，以保证适当的冷却。不要遮盖仪器顶部、侧面或底部的通风孔。

即使有适当的通风，仪器在以下情况下仍可能会过热：

- 如果环境温度过高。
- 如果长时间将仪器用作功率吸收器。

如果仪器过热，输出将会关闭。

⚠ CAUTION

当仪器出现过温情况时，请立即关闭电源并保持停机状态冷却 30 分钟。在仪器完全冷却前，系统将自动锁定输出功能无法开启。为确保有效散热，请检查仪器周围是否留有足够的通风空间。

重新启动仪器时，请务必确认冷却风扇是否正常运转，若发现风扇停止工作，请立即切断电源并联系 Sine Scientific Instruments 技术支持人员。需要特别注意的是，若在显示故障提示或冷却风扇失效的情况下继续运行仪器，将可能导致设备永久性损坏。

3.6 计算精度

仪器精度规格表述形式多样，为说明如何依据仪器规格计算测量误差，下面将展示计算示例。

3.6.1. 计算源或测量精度

源精度和测量精度规格以读数或源值的百分比和偏移量表示。要计算源精度，请使用以下公式：

$$\text{精度} = \pm(\% \text{的设置值} + \text{偏移})$$

比如，假设：

- 电流输出 = 100 mA，100 mA 量程。
- 精度规格 = $\pm(0.025\% \text{的设置值} + 10 \mu\text{A})$ 。

按照以下计算电流源精度：

$$\begin{aligned} \text{误差} &= (100 \text{ mA} \times 0.00025) + 10 \mu\text{A} \\ &= \pm(25 \mu\text{A} + 10 \mu\text{A}) \\ &= \pm 35 \mu\text{A} \end{aligned}$$

因此，本例中的电流输出可能在 $100 \text{ mA} \pm 35 \mu\text{A}$ 范围内的任何地方，不确定度为 $\pm 0.035\%$ 。

3.6.2. 通过输出 I 和测量 V 计算电阻测量的精度

此示例将展示求和法计算电阻精度的过程。通过提供电流和测量电压进行的测量，采用这种方法分别找到源和测量值的误差，并将其相加得出结果。

待测设备为 20 Ω 电阻器，使用 100 mA 测试电流：

*** 电流源精度：**

电流输出 = 100 mA，100 mA 量程。

精度规格 = $\pm(0.025\%$ 的设置值 + 10 μA)。

$$\begin{aligned}\text{误差} &= (100 \text{ mA} \times 0.00025) + 10 \mu\text{A} \\ &= \pm(25 \mu\text{A} + 10 \mu\text{A}) \\ &= \pm 35 \mu\text{A}\end{aligned}$$

$$\text{误差}(\%) = \pm 0.035\%$$

*** 电压测量精度：**

输入信号 = $(20\Omega \times 100 \text{ mA}) = 2 \text{ V}$ ，2 V 量程。

2 V 档电压测量精度规格 = $\pm(0.012\%$ 的读数 + 150 μV)。

$$\begin{aligned}\text{误差} &= (2 \text{ V} \times 0.00012) + 150 \mu\text{V} \\ &= \pm(240 \mu\text{V} + 150 \mu\text{V}) \\ &= \pm 390 \mu\text{V}\end{aligned}$$

$$\text{误差}(\%) = \pm 0.0195\%$$

$$\text{总测量不确定度} = \pm(0.035\% + 0.0195\%) = \pm 0.0545\%$$

使用 SMU 仪器时，若要获得更高精度的测量结果，可使用信号源回读功能实际测量信号源输出。OE8101 使用源回读功能。要计算本示例中使用源回读的总精度，将电流和电压测量精度规格相加。

*** 电流测量精度：**

输入信号 = 100 mA，100 mA 量程。

100 mA 测量量程的精度规格 = $\pm(0.025\%$ 的读数 + 5 μA)。

$$\begin{aligned}\text{误差} &= (100 \text{ mA} \times 0.00025) + 5 \mu\text{A} \\ &= \pm(25 \mu\text{A} + 5 \mu\text{A}) \\ &= \pm 30 \mu\text{A}\end{aligned}$$

$$\text{误差}(\%) = \pm 0.030\%$$

使用信号源回读的总测量不确定性 $\pm(0.030\% + 0.0195\%) = \pm 0.0495\%$ 。

当使用电流测量规格时，总不确定度为 $\pm 0.0495\%$ ，比使用电流源输出规格来计算总不确定度 $\pm 0.0545\%$ 的精度更高。

第 4 章 入门使用

4.1 打开或关闭 OE8101 的输出

用户可以通过前面板或发送远程命令来开启 OE8101 的输出。

WARNING

需注意，仅关闭 OE8101 的输出功能并不能使仪器进入安全状态（高压锁开关专为此安全功能设计），所有输出端子和屏蔽端子可能仍带有危险电压。为预防可能造成严重伤害甚至致命的触电事故，严禁在仪器通电状态下进行 OE8101 的连接或断开操作。

在进行任何电缆操作前，必须通过前面板彻底关闭设备电源，或直接从 OE8101 后面板拔除主电源线。特别提醒，即使将设备设置为输出关闭状态，在发生硬件或软件故障时仍不能确保输出端完全断电，存在潜在安全风险。

当仪器的电源关闭时，它可能无法完全将仪器与外部电路隔离。用户可使用“输出关闭”设置，在空闲期间（例如更换被测设备时）将 OE8101 置于已知的非交互状态。OE8101 可选择的输出关闭状态包括正常、高阻抗、零。更多详细信息，请参阅 [输出关闭状态](#)（第 45 页）。

* 使用前面板：

按下输出开关（ON/OFF）按钮。当开关点亮时，仪器处于输出开启状态。开关不亮时，仪器处于输出关闭状态。

* 使用 SCPI 命令：

打开输出：

```
:OUTPut ON
```

关闭输出：

```
:OUTPut OFF
```

4.2 触摸屏

通过触摸显示屏，用户可在前面板上快速访问信号源和测量设置、系统配置、仪器和测试状态以及其他仪器功能。通过按下前面板的 MENU（菜单）键，可访问更多交互式屏幕。以下将详细介绍触摸屏功能：

CAUTION

请勿使用尖锐的金属物体（如镊子或螺丝刀）或尖头物体（如钢笔或铅笔）触摸触摸屏。强烈建议只用手指操作仪器。支持使用无尘手套操作触摸屏。

4.2.1. 主界面

当用户启动 OE8101 或按下 HOME 键时，将展现如图 11 所示的默认主界面。

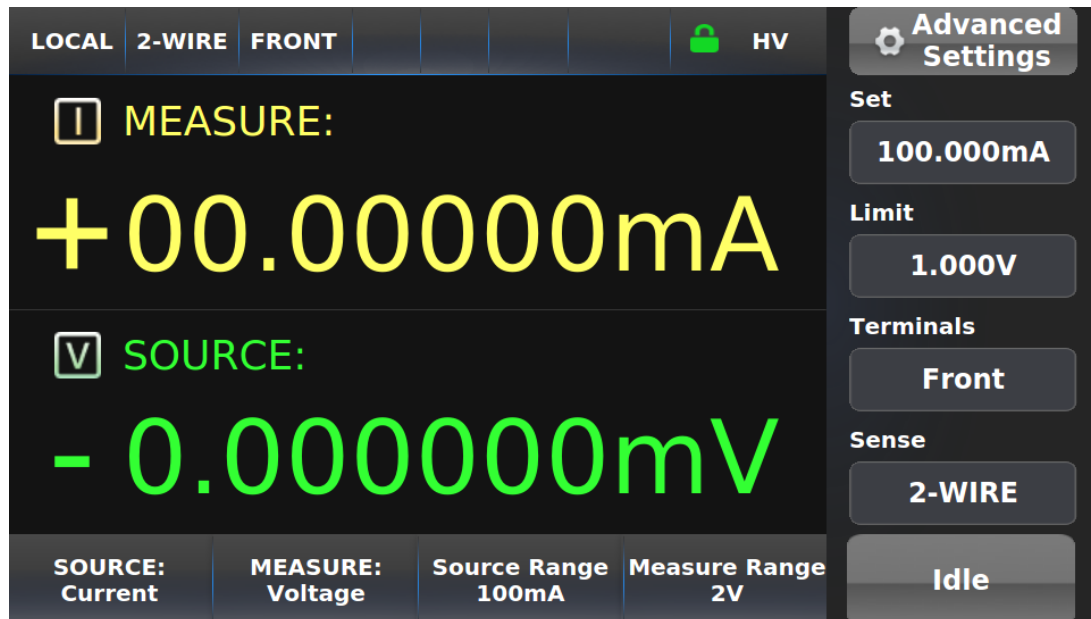


图 11. OE8101 主界面

4.2.1.1. 顶部状态视图区域

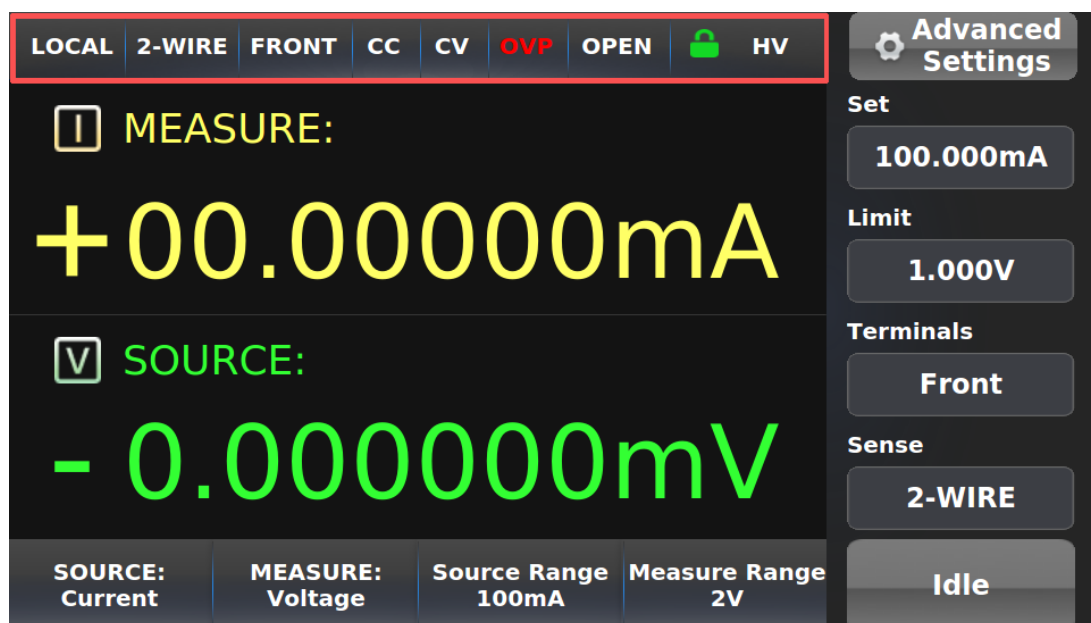


图 12. 顶部状态视图区域

主界面顶部状态视图区域包含有关仪器设置和状态的信息：

- **LOCAL (或 REMOTE)**：指示当前仪器是本地控制还是远端控制。
- **2-WIRE (或 4-WIRE)**：指示当前是二线法测量还是四线法测量。
- **FRONT (或 REAR)**：指示当前是使用前面板还是后面板输出。FRONT 表示前面板，REAR 表示后面板。
- **HV**：指示高压锁是否打开。注意，红色指示已开启高压输出模式，**谨防触电**。

- **CC**: 指示恒流状态，当仪器设置为电流源时，该标记表示仪器处于正常恒流源模式。当仪器设置为电压源时，该标记则表示已触发限流。
- **CV**: 指示恒压状态，当仪器设置为电压源时，该标记表示仪器处于正常恒压源模式。当仪器设置为电流源时，该标记则表示已经触发限压。
- **Open**: 指示电路开环故障状态，当顶部状态栏显示 OPEN 时，请关闭仪器电源输入后断开待测器件连接，待排查故障后再重新上电，以免损坏待测器件。
- **Temp**: 指示仪器内部温度过高。
- **OVP**: 指示仪器触发过压保护。

4.2.1.2. 右侧功能设置区域

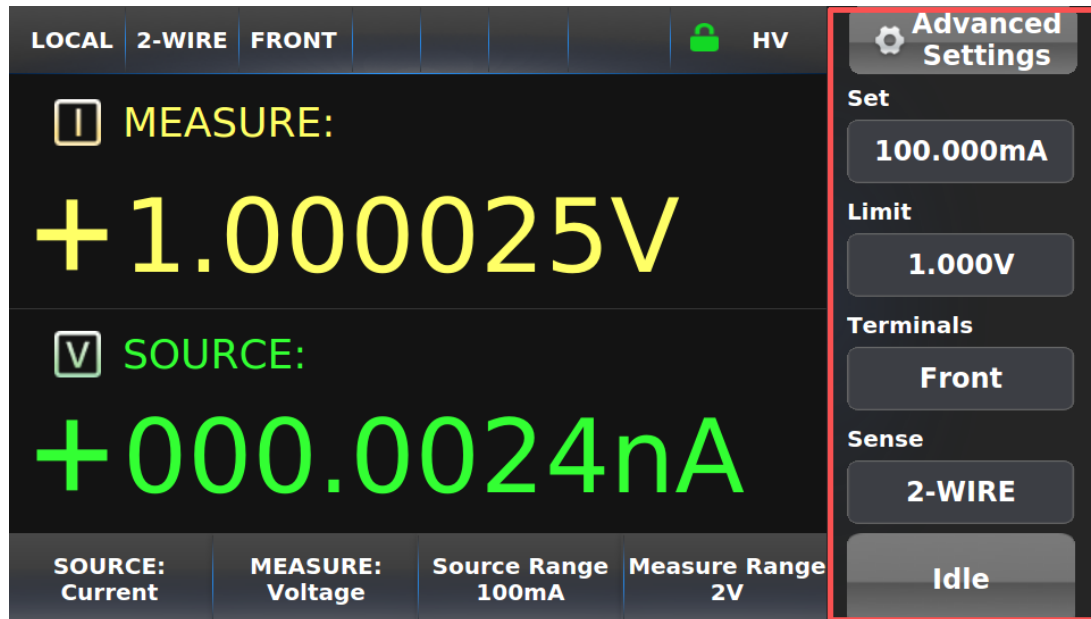


图 13. 主界面右侧功能设置区

主界面右侧的功能区包含有关仪器输出和测量相关设置：

- **Advanced Settings**: 高级设置，可进入的详细配置。详情见 [源和表的设置详细菜单](#)。
- **Output Source**: 输出源类型，可选择 Voltage（电压源）和 Current（电流源）。
- **Set**: 设置源的大小。点击将弹出键盘供用户输入数值。图中设置电压为 1V。
- **Limit**: 设置限制值。在电压源下设置限制电流值，电流源下设置限制电压值，从而限定功率。
- **Terminals**: 选择前面板还是后面板输出。可选择 FRONT 或 REAR。
- **Idle**: 仪器测量状态标识，Idle 表示当前处于空闲状态。可选择连续测量（Continuous），扫描测量（Sweep），脉冲测量（Pulse），手动测量（Manual）等。其中，扫描测量、脉冲测量、手动测量均需要手动按下 TRIGGER 触发或使用远程指令触发。扫描测量指仪器按照设置扫描列表进行输出，脉冲测量指仪器按照设置脉冲列表进行输出。

4.2.1.3. 测量视图区域

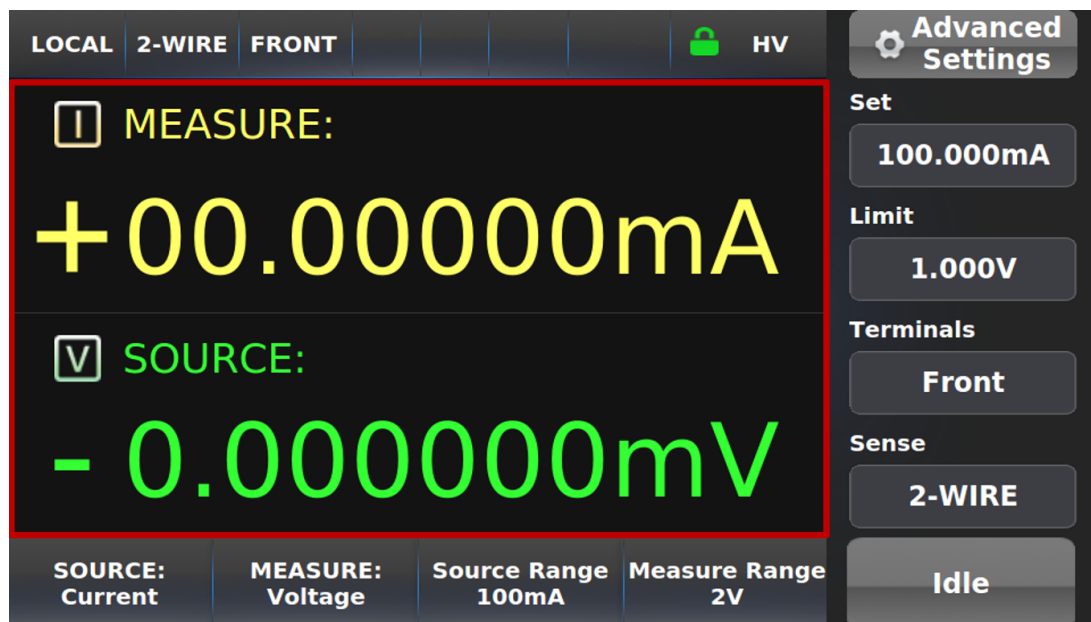


图 14. 测量视图界面

- **SOURCE:** 源的测量结果。
- **MEASURE:** 表的测量结果。

按下 OE8101 前面板的 HOME 键，即可显示绘图显示界面：

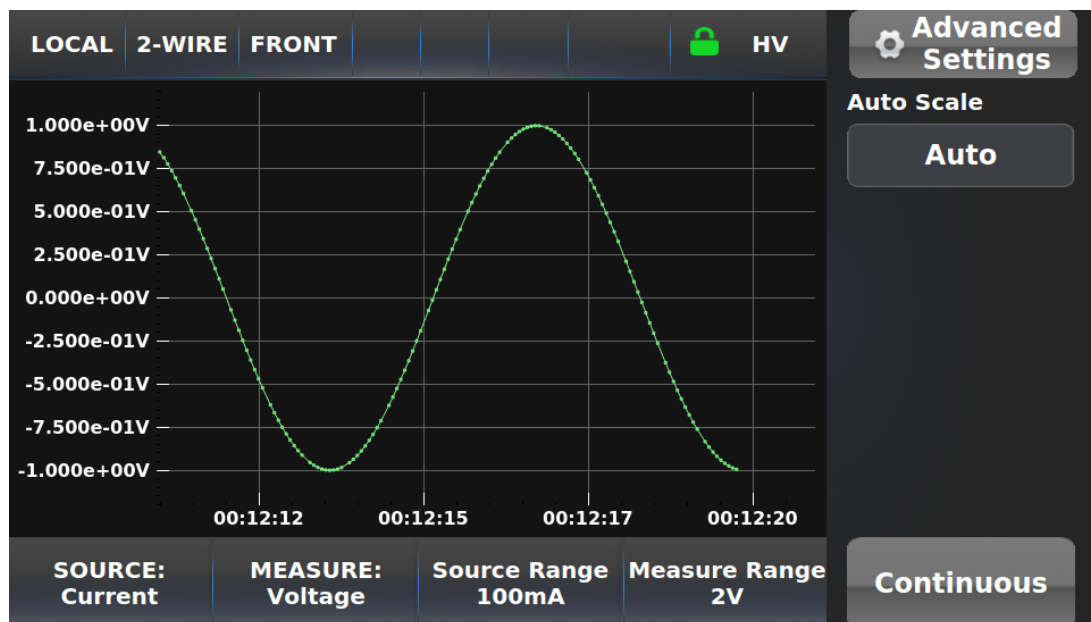


图 15. 绘图显示界面

- **Advanced Settings:** 高级设置，可进入的详细配置。详情见绘图设置菜单。
- **Auto Scale:** 自动刻度，对当前绘制的波形自动选择刻度范围。

4.2.1.4. 底部参数视图区域

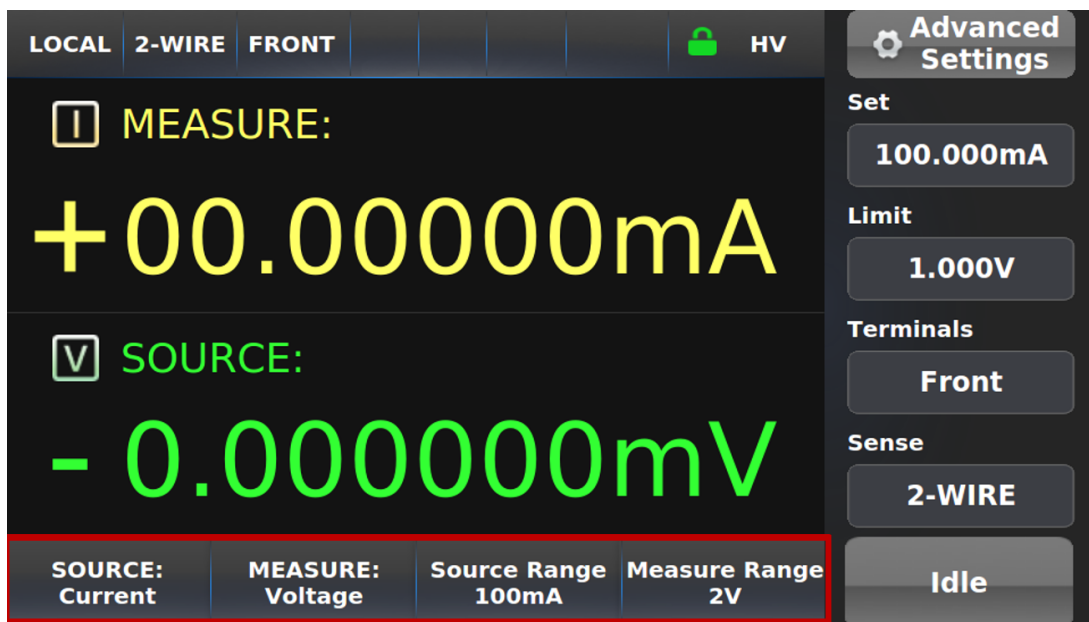


图 16. 底部参数视图区域

- **SOURCE:** 选择测量 1 的测量结果为电压 (VOLTAGE)，电流 (CURRENT)。
- **MEASURE:** 选择测量 2 的测量结果为电压 (VOLTAGE)，电流 (CURRENT)，电阻 (RESISTANCE) 还是功率 (POWER)。
- **Source Range:** 设置源量程。
- **Measure Range:** 设置测量量程。

4.2.2. 功能界面概述

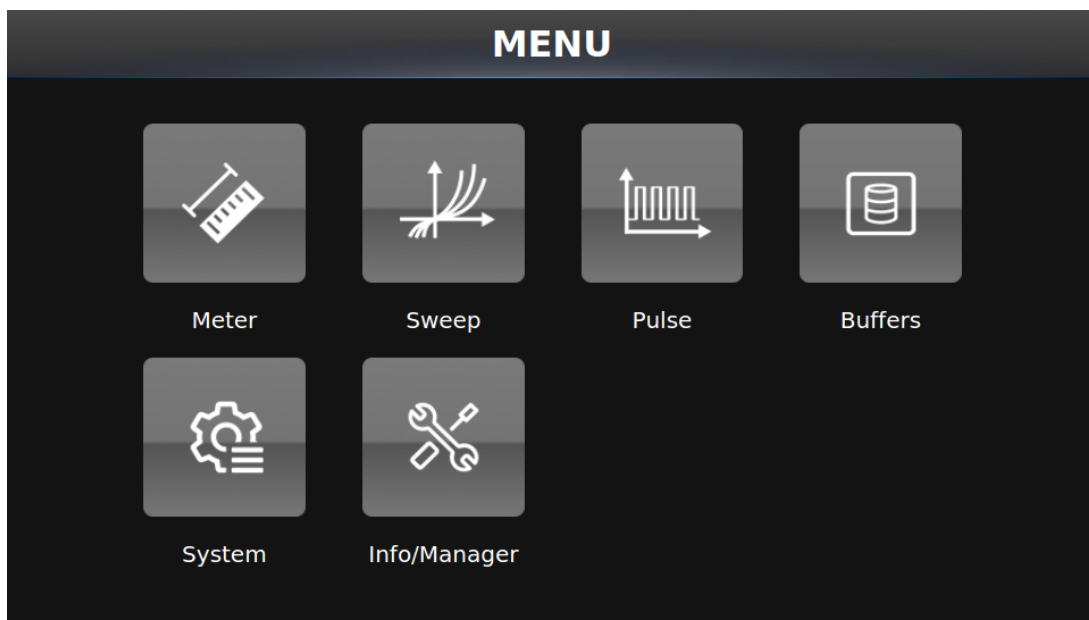


图 17. OE8101 主菜单界面

按需点击主菜单中的子菜单，可跳转至相应的数据界面/设置界面。

4.2.2.1. 测量显示界面

点击菜单中的 Meter 或者点按下 OE8101 前面板的 HOME 键，可进入主界面。

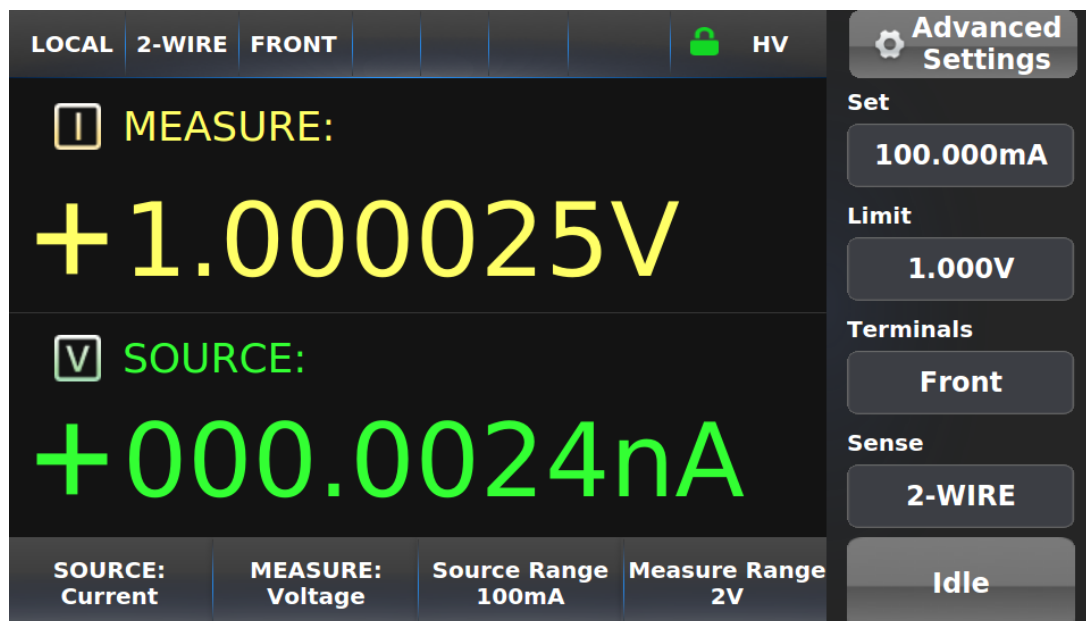


图 18. OE8101 主界面

4.2.2.2. 源和表的设置详细菜单

在主界面触摸 Advanced Settings 可进入源和表的配置，源的配置如图 19 所示。

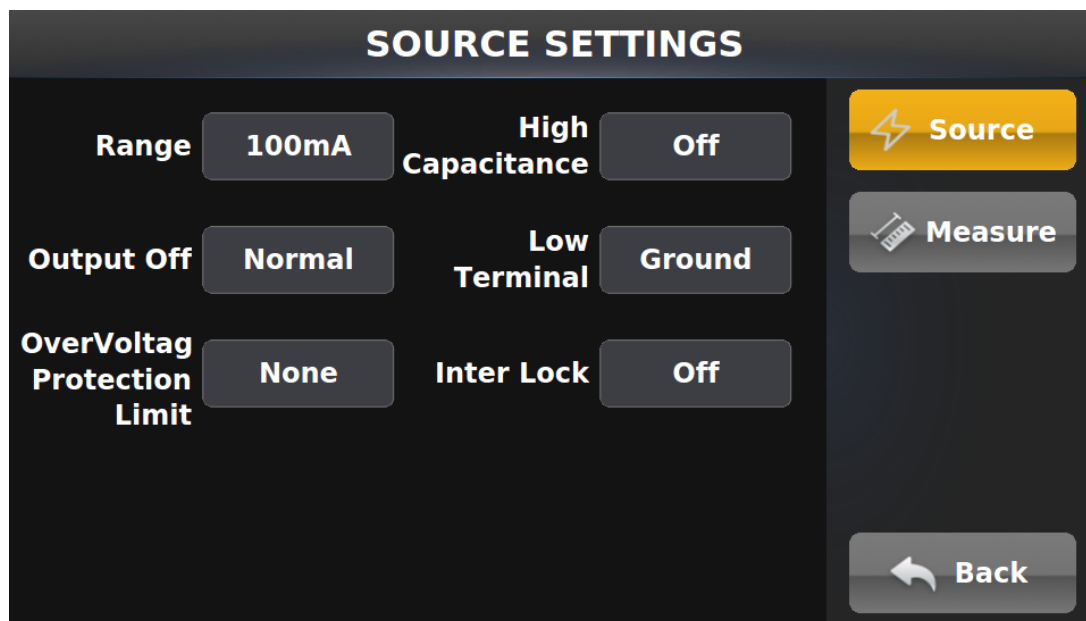


图 19. 源的配置

源的配置选项说明：

- **Range**: 设置源的驱动量程。
- **High Capacitance**: 设置开启 (On) 或关闭 (Off) 大电容模式。
- **Output Off**: 定义当输出关闭时仪器的行为。Normal (正常) 输出关闭状态。High-Z (高阻抗) 输出关闭状态。Zero (零) 输出关闭状态。

- **OverVoltage Protection Limit:** 设置过电压保护限制。当设置并启用过电压保护限制时，无论在电流源模式还是电压源模式下，若输出电压超过了设定的过电压保护限制值，仪器会自动将输出电压限制在该设定值上。
- **Inter Lock:** 设置开启 (On) 或关闭 (Off) 高压锁状态。

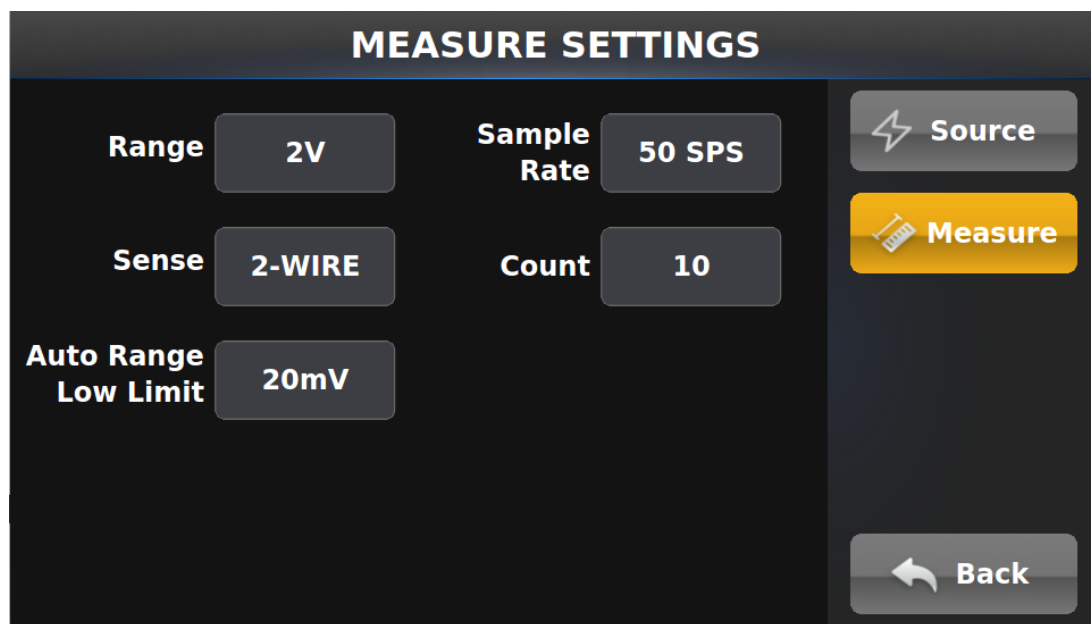


图 20. 表的配置

表的配置选项说明：

- **Range:** 设置表的测量量程。
- **Sample Rate:** 采样率。
- **Sense:** 设置二线或四线测量。
- **Count:** 设置一次测量的点的数量。
- **Auto Range Low Limit:** 使用自动量程功能时，设定测量量程下限值。

4.2.2.3. 绘图设置详细菜单

在绘图显示菜单界面触摸 Advanced Settings 可进入绘图的详细设置界面：

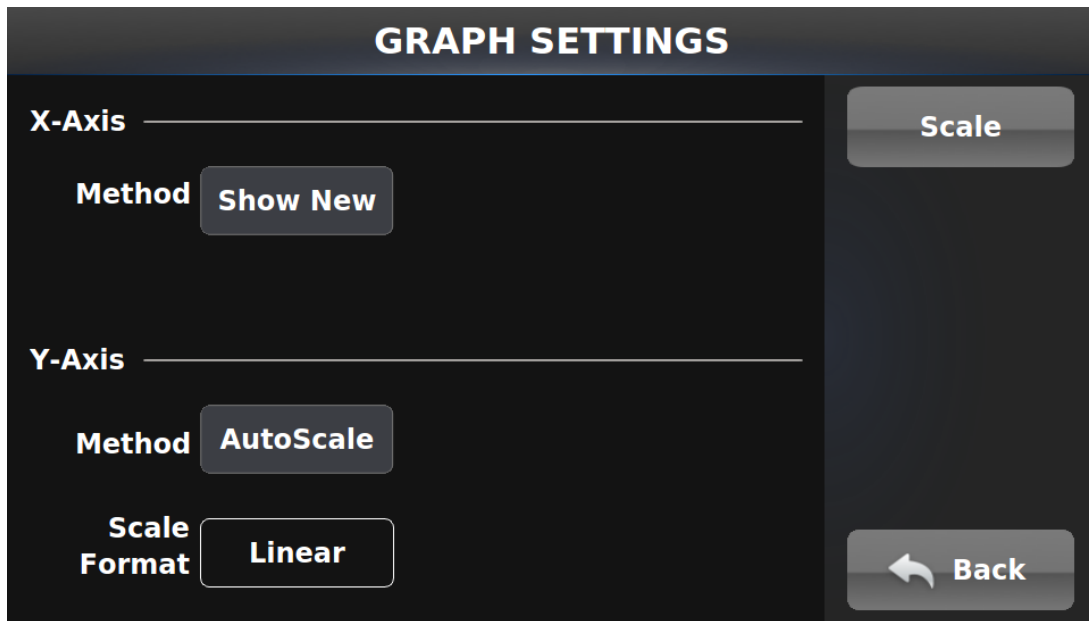


图 21. 绘图详细设置界面

- **X-Axis Method:** X 轴方法，可调整 X 轴显示范围。可选择智能刻度显示（SmartScale），最新数据显示（Show New of Reading），按组数据显示（Show Group of Reading），全局数据显示（Show All of reading），停止显示（Off）。
- **Y-Axis Method:** Y 轴方法，可调整 X 轴显示范围。可选择智能刻度显示（SmartScale），自动刻度显示（Auto Scale），停止显示（Off）。
- **Scale Format:** 刻度格式。可选线性和对数。默认是线性。对数刻度功能尚未开放。

4.2.2.4. 扫描设置菜单

点击主菜单中的 Sweep 可进入扫描详细设置界面，如图 22 所示。

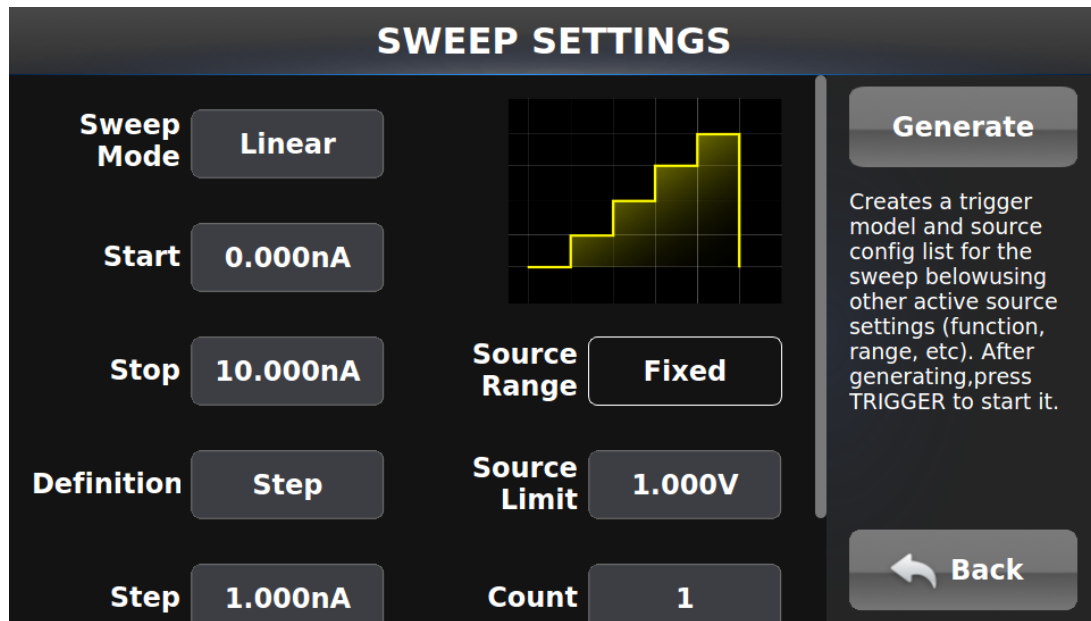


图 22. 扫描详细设置界面

扫描详细设置选项说明：

- **Start**: 扫描开始值。
- **Stop**: 扫描结束值。
- **Definition**: 定义 Point (点数) 和 Step (步长) 两种变化方式：
 - **Point**: 设定从起始值到终止值之间需要多少个测量点。
 - **Step**: 设定每次源输出变化的具体数值 (步长)。

* 计算公式如下：

$$\text{步长} = (\text{终止值} - \text{起始值}) / (\text{点数} - 1) \quad \text{点数} = (\text{终止值} - \text{起始值}) / \text{步长} + 1$$

- **Count**: 设置执行扫描的循环次数。
- **Source Range: Fixed**, 固定源范围, 用户设定后, 在整个扫描或测量过程中, 源输出将始终在这个固定的范围内操作。
- **Generate**: 为扫描创建触发模型和源配置列表。生成后, 按下 TRIGGER 以启动它。
- **Delay**: 脉冲开始前的延时时间。

4.2.2.5. 脉冲设置菜单

点击菜单中的 Pulse 可进入脉冲设置菜单界面，如图 23 所示。

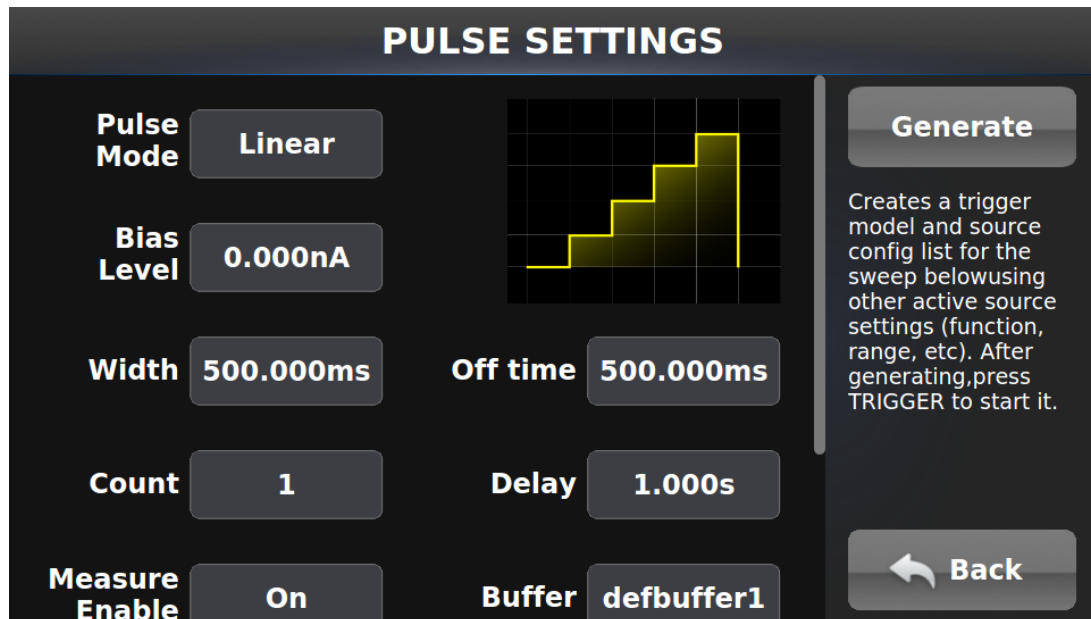


图 23. 脉冲详细设置界面

脉冲详细设置选项说明：

- **Pulse mode**：脉冲模式，含线性和对数两种模式，默认是线性。对数模式尚未开启。
- **Bias Level**：每个脉冲之间的偏置输出值。
- **Width**：保持输出脉冲输出值的持续时间。
- **Off Time**：每次脉冲之间保持在偏置输出值的持续时间。
- **Measure Enable**：脉冲测量使能状态，默认总是开启。
- **Buffer**：脉冲数据存储的 buffer 缓冲区，默认是 defbuffer1。
- **Start**：脉冲开始值。
- **Stop**：脉冲结束值。
- **Definition**：定义 Point（点数）和 Step（步长）两种变化方式：
 - **Point**：设定从起始值到终止值之间需要多少个测量点。
 - **Step**：设定每次源输出变化的具体数值（步长）。

* 计算公式如下：

$$\text{步长} = (\text{终止值} - \text{起始值}) / (\text{点数} - 1) \quad \text{点数} = (\text{终止值} - \text{起始值}) / \text{步长} + 1$$

- **Count**：设置执行脉冲输出的循环次数。
- **Generate**：为脉冲创建触发模型和源配置列表。生成后，按下 TRIGGER 以启动它。
- **Delay**：脉冲开始前的延时时间。

4.2.2.6. 缓冲区菜单

点击主菜单中的 Buffer 可进入缓冲区菜单界面。

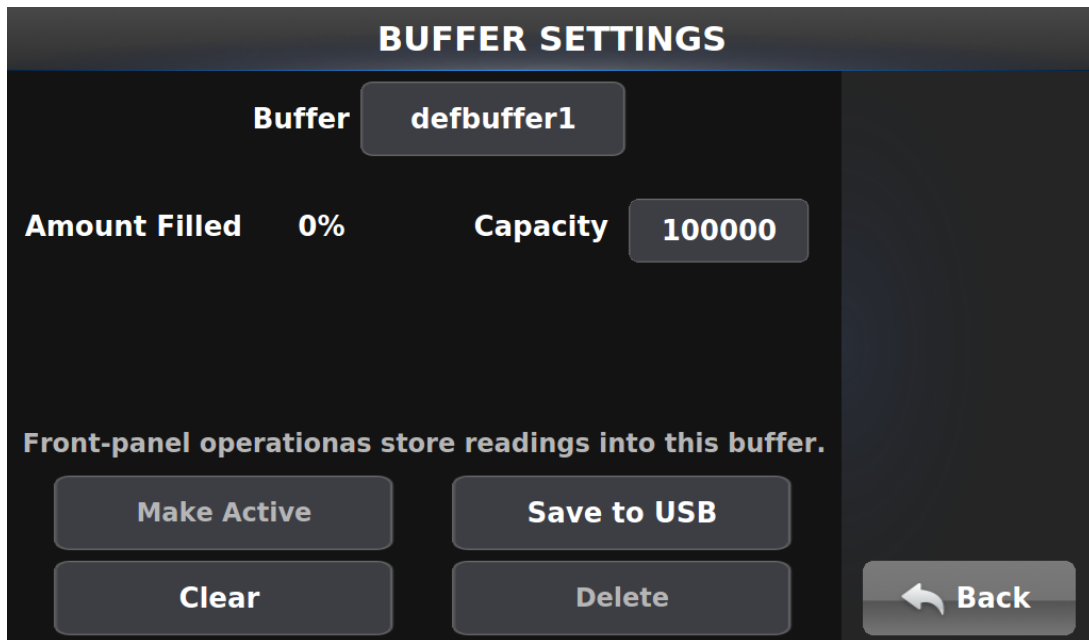


图 24. 缓冲区菜单界面

- **Buffer:** 当前缓冲区。
- **Amount Filled:** 当前缓冲区已填充的数据量。
- **Capacity:** 查看当前缓冲区内的数据容量。
- **Make Active:** 将当前缓冲区设为活动缓冲区。默认选择 defbuffer1 作为活动缓冲区。
- **Save to USB:** 将当前缓冲区内的数据以.csv 文件表格文件格式保存到 USB 闪存驱动器中。
- **Clear:** 清空当前缓冲区内的数据。
- **Delete:** 删除当前缓冲区。
- **Back:** 返回上级菜单。

4.2.2.7. 系统菜单

点击菜单中的 System 可进入系统设置界面，如图 25 所示。

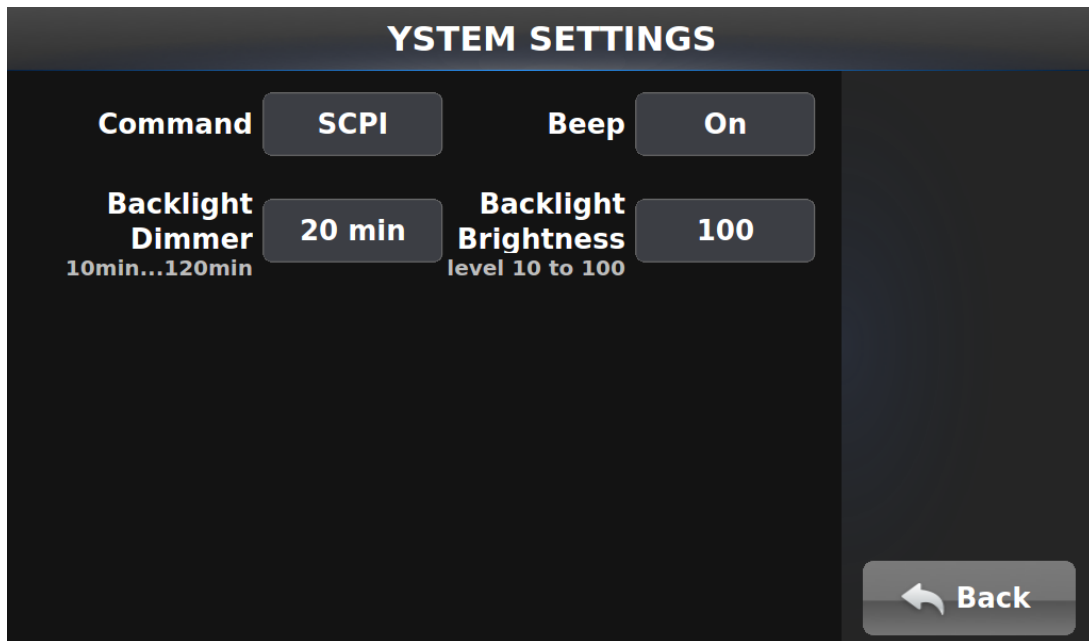


图 25. 系统设置界面

系统设置选项说明：

- **Command**：选择指令格式。目前仅支持 SCPI。
- **Beep**：该仪器在前面板按键被按下时可以发出蜂鸣声。用户可通过选择开启（On）或关闭（Off）将此按键提示音开启或关闭。
- **Backlight Dimmer**：屏幕息屏的周期。可选择 10min~120min。点击仪器前面板按键或触摸屏幕都会使该周期重新计时。当屏幕息屏后，将不再重新计时，等待按键被按下或屏幕被触摸，才会重新计时。
- **Backlight Brightness**：设置屏幕背光亮度，可选择 10~100。熄屏亮度默认是 10。

4.2.2.8. 固件信息菜单

点击菜单中的 Info/Manager 可进入系统信息和管理器界面，如图 26 所示。



图 26. 系统信息界面

如图 26 所示，用户在此界面查看系统信息。

- **Model:** 仪器型号。
- **S/N:** 仪器序列号。
- **Gui Version:** 图形用户界面版本。
- **System Version:** 系统版本。
- **Firmware Version:** 固件版本。
- **Back:** 返回上级菜单。

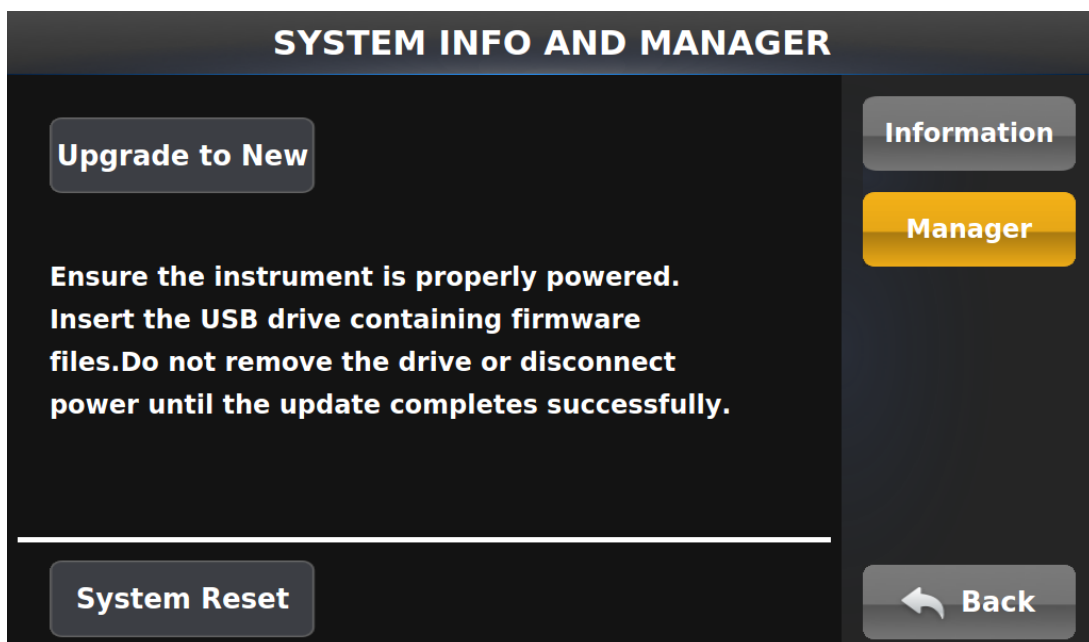


图 27. 系统管理器界面

如图 27 所示，用户在此可以看到系统管理器界面。

- **Upgrade to New:** 更新界面，系统或固件版本。
- **Back:** 返回上级菜单。
- **System Reset:** 重置仪器。更多信息，参考 [重置](#)（第 52 页）。

4.3 前面板 USB 端口功能

4.3.1. 屏幕截图

功能暂未启用。

用户可将前面板显示的内容保存为图形文件。仪器会以.png 文件格式将这些图形文件（也称为屏幕图、屏幕抓图或屏幕截图）保存到 USB 闪存盘中。

*** 保存屏幕截图：**

- (1) 将 USB 闪存盘插入仪器前面板上的 USB 端口。
- (2) 导航到要捕捉的屏幕。
- (3) 按 PRINT 键。仪器显示“保存屏幕截图”。

4.3.2. 数据保存

用户可将选择的缓冲区的数据保存为表格文件。仪器以.csv 文件格式将这些表格文件保存到 USB 闪存盘中。保存数据具体步骤参考章节 [保存缓冲区数据](#)。

4.4 远程通信接口

OE8101 仪器支持通过多种通信接口发送命令和接收响应，但同一时间只能通过其中一个接口进行控制。系统将自动将首次接收到通信消息的接口识别为当前控制端口，此时若其他接口发送指令，控制权将自动切换至新的通信接口。当用户将连接线接入仪器后面板对应端口时，OE8101 能够智能识别所连接的通信接口类型（包括 LAN、GPIB 或 USB），在绝大多数应用场景下无需进行额外的仪器配置。当用户需切换不同的通信接口类型时，无需重启设备，即可实现。

4.4.1. 支持的远程通信接口

OE8101 支持以下远程接口：

- **GPIB:** IEEE-488 仪器通用接口总线。
- **USB:** Type-B USB 端口。
- **LAN:** 局域网以太网通信。

从前面板选择 MENU→Remote 可进入接口配置页面，可选择并配置 GPIB、USB Serial 或 LAN 接口。

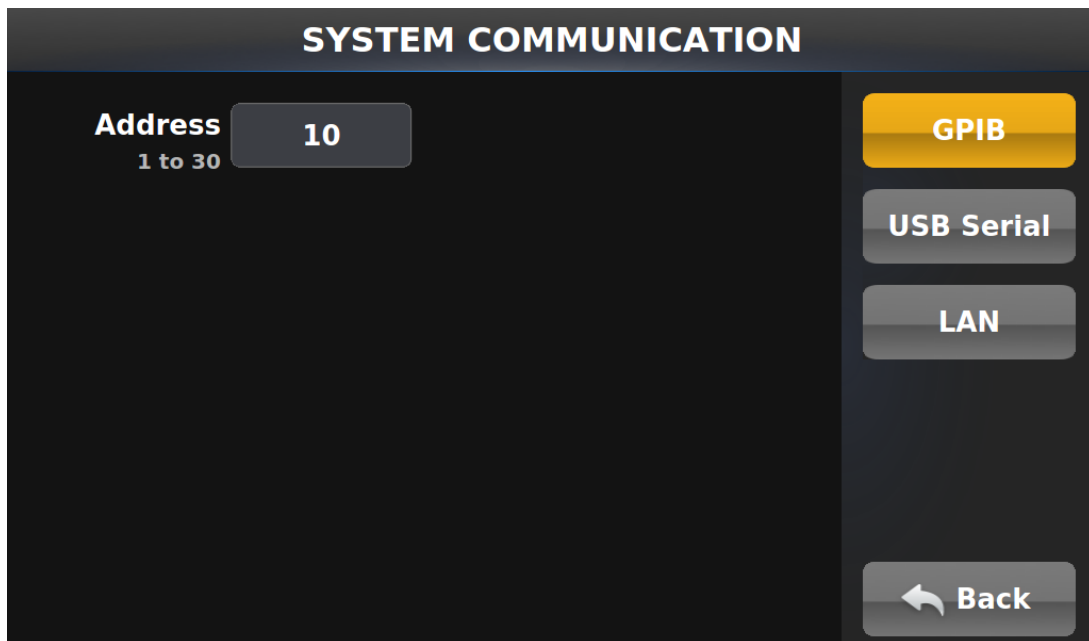


图 28. 通信接口配置界面

4.4.2. 不同通信接口之间的比较

以下内容将详细阐述 OE8101 各通信接口的优劣势。

4.4.2.1. 易用性

GPIB 接口配置便捷，仅需设置仪器地址即可完成连接，无需复杂的软件配置。

以太网接口在启用自动设置时同样简单便捷，但若需手动配置网络参数，则相对复杂并需要一定的网络知识基础，同时可能受到企业 IT 部门网络政策的限制。

USB 接口虽连接简单，但必须安装专用设备驱动程序才能实现通信，这可能对操作系统的兼容性造成一定限制。每种接口方案各具特点，用户可根据实际应用环境和需求选择合适的连接方式。

4.4.2.2. 触发

GPIB 接口在触发性能方面表现最优，不仅具有通信接口中最低的触发延迟（即从计算机发送触发信号到仪器接收所需的时间），还能实现多台仪器的同步触发。

相较之下，USB 接口的触发延迟时间则相对稳定，其触发延迟虽高于 GPIB 但低于以太网，一致性较以太网要高，但不支持直接向多台仪器同步发送触发信号，此类应用需借助数字 I/O 接口实现。

4.4.2.3. 传输速率

现有接口的传输速率：以太网 > USB > GPIB，而 GPIB 的传输稳定性最优。

4.4.2.4. 距离与仪器限制

对于 GPIB 和 USB 接口，控制器与仪器或集线器之间的布线距离限制为 10 米。在通过 GPIB 或 USB 连接的系统中，每个控制器最多可连接 15 台仪器。

以太网接口的距离则不受限制，在同一个局域网下均可访问。

4.4.2.5. 成本

GPIB 接口的实施成本较高，主要源于其专用线缆和配套设备的费用。相比之下，以太网和 USB 更具成本优势：一方面，大多数计算机已集成这两种接口；另一方面，它们的线缆和扩展设备（如 USB 集线器或以太网交换机）价格相对较低。

4.4.3. USB 串口通信

串口通信协议由起始位（逻辑 0）、数据位（6-8 位）、可选校验位（奇/偶/无）和停止位（1/1.5/2 位，逻辑 1）构成。通信双方需预先设置相同波特率以同步传输。OE8101 采用 USB-B 接口，通过 USB-A 转 B 线连接计算机，内置 USB 转 UART 芯片，将 USB 协议转为 RS-232 标准信号，连接后操作系统将识别为虚拟串口（COMx）。

OE8101 源表的 USB 接口如图 29 所示。要与仪器进行 USB 串口通信，需准备一条 type-A 转 type-B 的 USB 数据线，并安装串口驱动。具体硬件连接和驱动安装见 [串口调试](#)（第 114 页）。



图 29. USB 接口

用户可通过前面板设置 USB 串口波特率。

*** 用前面板配置 USB 串口：**

- (1) 按下 MENU 进入菜单界面。
- (2) 在菜单界面按下 Remote 选项。
- (3) 在 System Communication 界面右侧点击 USB Serial 切换 USB 串口配置界面。

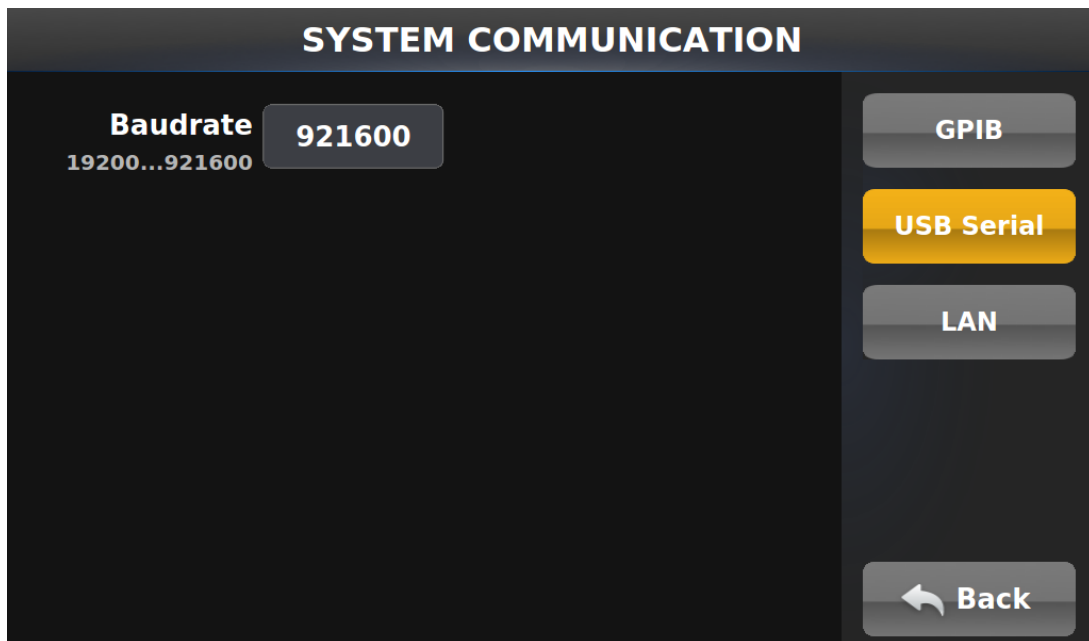


图 30. USB 串口配置界面

• **Baudrate:** USB 串口波特率。可选择 9600, 115200, 921600。默认波特率为 921600。
用户可通过发送 SCPI 命令对仪器进行功能设置和状态查询。如使用 pyserial 与仪器进行串口通信，参考下面的 python 代码示例：

需要提前安装 pyserial 库。用户可通过 pip 进行安装：

```
pip install pyserial
```

首先导入 pyserial 库和 python 自带的 time 库，并列出可用的端口：

```
import serial
import time
from serial.tools import list_ports
ports = list(list_ports.comports())
for port in ports:          # 打印每个端口信息
    print("%s" % port[1])
```

输出示例：

```
通信端口 (COM1)
USB-Enhanced-SERIAL CH9102 (COM7)
```

接着向仪器发送 SCPI 指令：

```
OE8101 = serial.Serial(
    port='COM7',          # 根据设备更改端口名称
    baudrate=921600,      # 波特率设置为921600
    bytesize=8,           # 设置数据位为8位
    parity='N'            # 设置校验位为NONE
)
# 发送SCPI命令查询当前源功能
OE8101.write(":SOUR:FUNC?\r\n".encode())
time.sleep(0.2)          # 等待设备响应
```

```
data_r = OE8101.read(OE8101.inWaiting())# 接受返回数据
print(data_r.decode())                  # 打印返回数据
OE8101.close()                          # 关闭串口连接
```

输出示例:

VOLTage

表明当前为电压源。

4.4.4. GPIB 通信

GPIB (General-Purpose Interface Bus, 通用接口总线), 最早由美国电气和电子工程师协会 (IEEE) 在 1960 年代开发, 并于 1975 年正式定为 IEEE-488 标准, 是一种用于连接计算机与测试设备的通信接口标准。

OE8101 支持 GPIB 通信, GPIB 接口位置见图 31。用户可使用 VISA(Virtual Instrument Software Architecture) 与仪器进行通信。



图 31. GPIB 接口位置

用户可通过前面板设置 GPIB 接口地址。

*** 用前面板设置 GPIB 接口地址:**

- (1) 按下 MENU 进入菜单界面。
- (2) 在菜单界面按下 Remote 选项。
- (3) 在 System Communication 界面右侧点击 GPIB 切换 GPIB 配置界面。

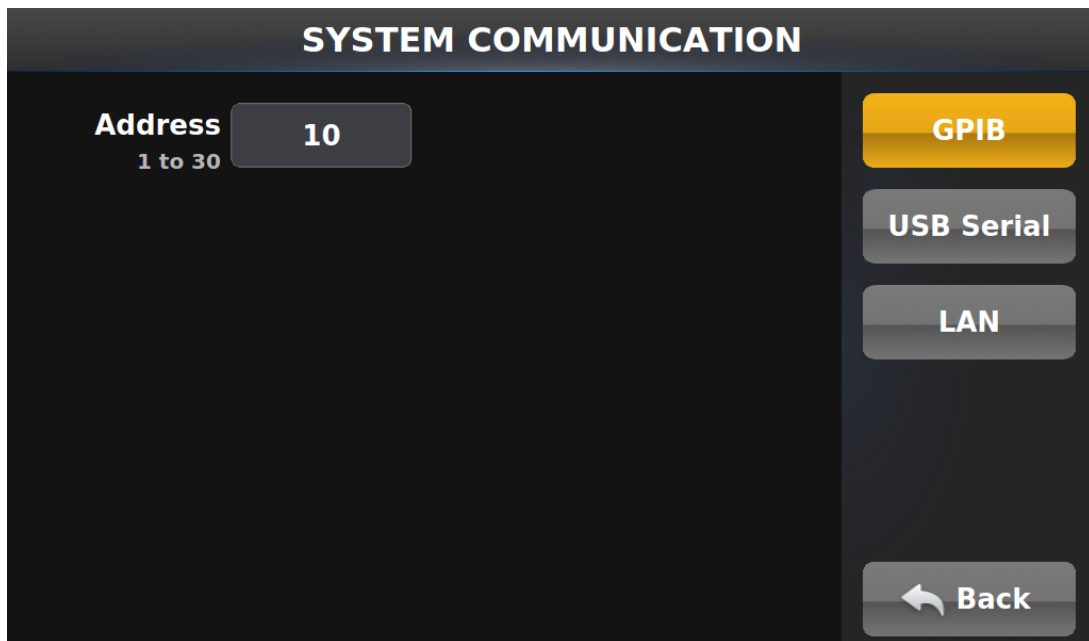


图 32. GPIB 接口配置界面

- **Address:** GPIB 地址。可选择 1~30。默认地址为 5。

在 python 中使用 pyvisa 控制仪器时，需要安装一个 VISA 后端实现（如 NI-VISA、Keysight IO Libraries 等），具体驱动安装与设备连接见 [GPIB 通信实例](#)（第 122 页）。用户可通过发送 SCPI 命令对仪器进行功能设置和状态查询。请参考下面的 python 代码示例。

需要提前安装 pyvisa 库。用户可通过 pip 进行安装：

```
pip install pyvisa
```

首先导入 pyvisa 库：

```
import pyvisa
```

列出可用的端口：

```
rm = pyvisa.ResourceManager()
all_resources = rm.list_resources()
connected_devices = {} # 字典用于存储设备信息
```

```
for resource in all_resources:
    try:
        # 尝试打开设备
        instrument = rm.open_resource(resource)
        # 设置较短超时以避免长时间阻塞
        instrument.timeout = 1000 # 1秒
        # 查询设备标识，并去除响应中的换行符（如末尾的\n）
        idn_response = instrument.query('*IDN?').strip()
        connected_devices[resource] = idn_response
        instrument.close()
    except pyvisa.errors.VisaIOError:
```

```

        # 若出现错误，设备未连接
        pass
    finally:
        # 确保资源被关闭
        if 'instrument' in locals():
            instrument.close()

```

```

i = 1
for device in connected_devices:
    print("已连接设备:", i)
    print("    设备地址:", device)
    print("    设备信息:", connected_devices[device])
    i += 1

```

输出示例：

```

已连接设备：1
    设备地址： GPIB1::5::INSTR
    设备信息： Sine Scientific Instruments,OE8101,S10072502,
                V1.89-1.04-1.50
已连接设备：2
    设备地址： ASRL7::INSTR
    设备信息： Sine Scientific Instruments,OE8101,S10072502,
                V1.89-1.04-1.50

```

根据上面的输出选择设备对应的 GPIB 地址，这里 OE8101 为 “GPIB1::5::INSTR”

#根据用户设备更改GPIB地址

```
OE8101 = rm.open_resource("GPIB1::5::INSTR")
```

接着可以向仪器发送 SCPI 指令：

#设置电压为1~V

```
OE8101.write(":SOUR:VOLT 1")
```

#设置电流限制值为1~mA

```
OE8101.write(":SOUR:VOLT:ILIMit 1e-3")
```

#开启输出

```
OE8101.write(":OUTP ON")
```

#打印结果 此处source代表电压值，reading代表电流值

#输出示例：+9.995453e-01,+9.884143e-07

```
print(OE8101.query(":MEAS? \"defbuffer1\",source,reading"))
```

#关闭输出

```
OE8101.write(":OUTP OFF")
```

释放资源：

```
OE8101.close()
```

4.4.5. LAN 通信

TCP/IP 协议是一种开放式分层网络通信协议，具备标准化、高互联、高可靠与高速优势。它能将仪器接入通用网络，突破传统总线距离与接口的限制，是实现仪器远程控制、数据高速汇聚与分布式测控系统的网络基础。

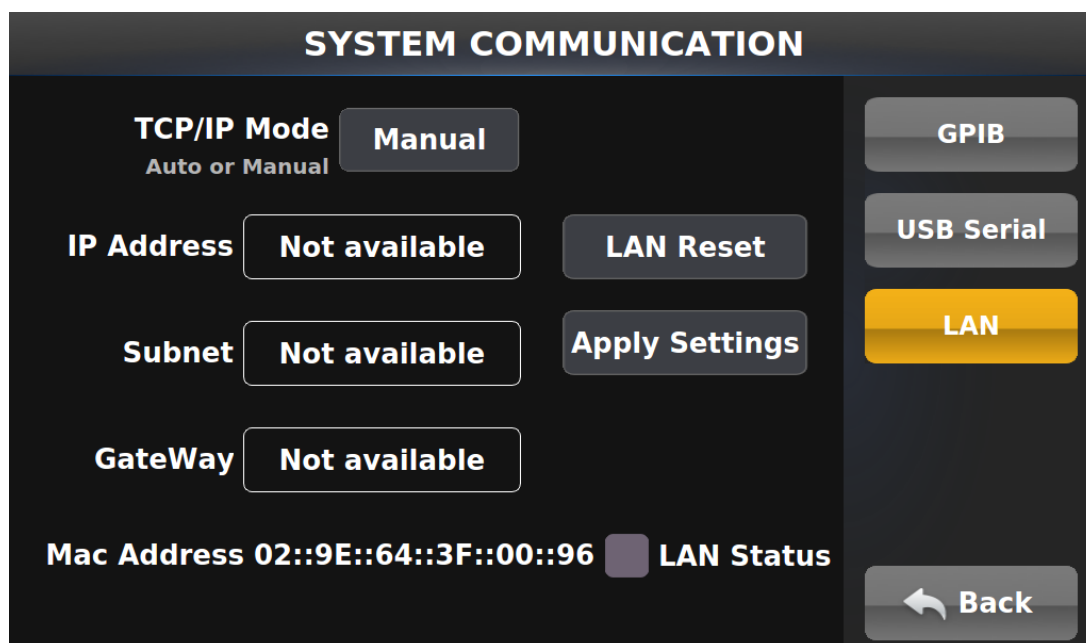


图 33. LAN 配置界面

从前面板选择 MENU→Remote→LAN 路径实现设置 LAN 接口配置。如图 33 所示，LAN 配置选项说明：

- **TCP/IP Mode:** TCP/IP 模式。选择自动模式，使仪器自动获取 IP 地址。选择手动模式，手动设置 IP 地址、网关和子网掩码地址。
- **IP Address:** IP 地址。当 TCP/IP 模式设置为手动时，您可以设置 IP 地址。默认地址为 192.168.1.10。
- **Subnet Mask:** 子网掩码地址。当 TCP/IP 模式设置为手动时，您可以设置子网掩码地址。默认掩码为 255.255.255.0。
- **Gateway:** 网关地址。当 TCP/IP 模式设置为手动时，您可以设置网关地址。默认网关为 192.168.1.1。
- **LAN Reset:** 将 TCP/IP 模式设置为自动，并清除 IP 地址、网关和子网掩码。重置 LAN 配置。
- **Apply Settings:** 要保存您在 LAN 选项卡上所做的任何更改，请选择“Apply Settings”显示当前网关地址。静态模式下配置成功时，当前界面设置的地址是可用的；配置失败时，地址都是 0.0.0.0，地址无效。动态模式下配置成功时，会显示可用的地址；配置失败时地址显示 Not available。
- **MAC Address:** MAC 地址。只读文本，显示仪器当前的媒体访问控制 (MAC) 地址。
- **LAN Status:** 当连接建立时，LAN 连接状态指示灯会亮起。

*** 用前面板配置 LAN 接口：**

- (1) 按下 MENU 进入菜单界面。
- (2) 在菜单界面按下 Remote 选项。
- (3) 在 System Communication 界面右侧点击 LAN 切换 LAN 配置界面。

4.5 连接测试

用户可从仪器的后面板或前面板对 OE8101 进行测试连接。

WARNING

为防止触电，必须配置测试连接以确保用户不会接触到导体或任何与导体相连的被测设备 (DUT)。最佳实践是在为仪器通电前断开被测设备与仪器的连接。安全安装需要适当的屏蔽、隔离屏障和接地措施，以防止接触导体。

需特别警惕的是，即使当前未选中某组端子，LO 端子仍可能带有危险电压。“前面板/后面板端子”设置仅用于选择测量所用的活动端子，而非物理断开端子连接。

4.5.1. 基本连接

WARNING

该仪器的前端和后端接线端子仅适用于连接至测量 CAT I 的电路，其瞬态电压峰值不超过 1500 V 以上最大额定输入。请勿将仪器接线端子连接至 CAT II、CAT III 或 CAT IV 电路。将仪器接线端子连接至高于 CAT I 的电路可能导致设备损坏及使操作人员暴露于危险电压。

请勿超出最大允许电压差。超出电压差可能导致电击及设备损坏。

共模电压必须外部限制为 250 V DC，最大 1.05 A。未能限制共模电压可能导致电击及设备损坏。

用户可从仪器的前面板或后面板连接 FORCE HI、FORCE LO、SENSE LO 和 SENSE HI 接口。前面板提供香蕉插头连接，后面板提供三同轴连接。

该仪器的前面板会标注各端子间的最大允许电压差，使用时需注意。最大共模电压定义为 FORCE LO 与机壳地之间的电压值，用户必须严格控制外部共模电压源的电流，建议使用保护阻抗或保险丝进行限流。在拆卸后板的三同轴线缆时，请先逆时针旋转连接器，再将其拔出，以避免损坏接口。

在连接或断开连接时，请遵循以下指南：

- 关闭 OE8101 及所有其他仪器。
- 断开任何可能输送能量的设备。
- 通过测试夹具或其他安全外壳连接到被测设备。
- 确保 OE8101 正确连接到保护地（安全接地）。
- 如果测试夹具是导电的，请确保测试夹具正确连接到保护地（安全接地）。
- 确保测试夹具提供适当的保护。
- 确保遵循所有警告和注意事项，并针对每套连接采取适当的安全措施。
- 正确终止所有电缆。所有未终止的电缆端必须置于安全外壳中。
- 有关连接的示例，请参见 [二线测量与四线测量的比较](#)（第 42 页）。
- 有关高压锁的信息，请参见 [使用高压锁](#)（第 40 页）。

4.5.2. 使用高压锁

仪器后板装有高压锁安全电路，如需输出超过 ± 36 V DC 的电压，必须首先启用该保护电路。若高压锁未启用，仪器将自动将输出电压限制在 ± 36 V 以内。请注意，这种情况下 SOURCE 屏幕显示的仍是用户设置的电压值，但实际输出不会超过 ± 36 V。



图 34. 高压锁开关位置

4.5.3. 前后面板连接测试

用户可使用前面板或后面板端子连接到待测设备（DUT）。仪器必须配置为相应的前面板端子或后面板端子输出。

NOTE

同一个测试设置中，不能将部分连接接至前面板端子，而部分接至后面板端子。所有同一次测试的连接必须全部接至前面板或后面板端子。

WARNING

请注意，即使当前未选择的端子，危险的电压仍可能出现在这些端子上。TERMINALS FRONT/REAR 开关用于选择测量时的活动端子，但不会断开端子连接。

4.5.4. 确认使用前/后面板端口

前面板的接线端子为香蕉插头连接器，后面板的接线端子为三同轴连接器。根据用户的测试设置、测试环境以及测量的精度，在前面板和后面板端子处进行测量时可能会看到不同的结果。

为确保最精确的测量，请使用后面板的三同轴端子。若在 10 nA 和 100 nA 范围内进行测量或输出电流，用户必须使用后面板的三同轴端子。同样的，在进行双极结晶体管（BJT）测量时，用户也必须使用后面板的三同轴端子。

当测试环境中存在电气噪声时，可使用后面板的三同轴端子，其电缆屏蔽功能，将有效防止环境噪声对测量产生影响。

4.5.5. 前后面板端口切换

NOTE

如果在更改所用终端的设置时输出已开启，则输出关闭。

*** 用前面板切换：**

- (1) 按下 HOME 进入主界面。
- (2) 在屏幕右下角找到 Terminals 选项。
- (3) 按下选项选择 Front（前面板端口）或 Rear（后面板端口）。

*** 用 SCPI 指令切换：**

要切换到前面板端子进行测量，请发送命令：

```
ROUTe:TERMinals FRONT
```

要切换到后面板端子进行测量，请发送命令：

```
ROUTe:TERMinals REAR
```

4.5.6. 二线测量与四线测量的比较

用户可使用 OE8101 的二线制或四线制测量技术。在下列情况下，应使用四线或远程测量技术：

- 低阻抗应用。
- 提供大电流时。
- 低电压供电时。
- 提供较大电流和测量低电压时。
- 直接在被测设备（DUT）上执行电压限制时。
- 在低阻抗（小于 100 Ω ）测试电路中获取或测量电压时。
- 在优化低电阻、电压源或电压测量精度时。

在低阻抗设备测试中，特别是半导体器件测试场景下，当导线或接触电阻可能引起显著压降并影响测量精度时，推荐采用四线连接方式。这种需求在低阻抗（如小于 100 Ω ）设备测试中尤为突出，因为此类测试往往需要施加较大电流同时测量微小电压，传统二线法的接触电阻会导致不可忽视的测量误差。

在材料电阻率测量中，采用四探针共线探针法时，通常需要配置四线系统来分别施加激励电流和测量电压降。这种配置方式同样适用于低电压（<1 V）激励下的电流测量场景，特别是在半导体器件（如二极管）的 I-V 特性测试中，四线配置能有效消除引线电阻和接触电阻带来的测量误差，确保测试数据的准确性。

在低阻抗测试电路中施加或测量电压时，导线电阻可能引入显著测量误差，而采用四线远程测量技术可有效消除此类误差。当使用四线法施加电压时，能够确保设定的电压值准确传递至被测设备（DUT）；而在采用四线法测量电压时，则可精确测得被测设备两端的真实电压降，有效规避导线电阻带来的测量偏差。Force 和 Sense 导线之间的最大电压降为 5 V。

NOTE

当输出关闭时，远程感应线路会被断开连接，并且四线制感应功能会被禁用。即使之前设置了四线制感应，当输出关闭时，仪器也会自动切换到二线制感应模式。只有当输出开启时，才会使用预先选择的感应设置（即用户设定的是二线还是四线感应）。

4.5.6.1. 二线测量连接

下图为二线连接示意图。

当用户应用场景中阻抗超过 $1\text{ G}\Omega$ ，可能还需使用保护（Guard），以防止漏电流影响测量精度。有关详细信息，请参阅 [Guard](#)（第 55 页）。

使用二线连接时，用户必须将仪器的感应模式设置为二线模式，具体设置方法如下：



图 35. 前面板二线连接

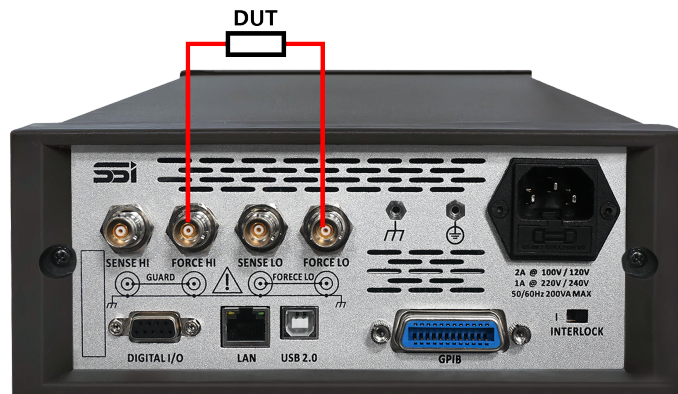


图 36. 后面板二线连接

*** 用前面板进行设置：**

- (1) 按下 HOME 进入主界面。
- (2) 按下屏幕右上角的 Advanced Settings。
- (3) 按下右侧 Measure。
- (4) 选择 Sense 选项，选择 2-WIRE。
- (5) 按下 HOME 返回进行其他操作。

*** 用 SCPI 指令进行设置：**

要将电流测量切换为二线感应，发送以下命令：

```
:SENSe:CURRent:RSENSe OFF
```

要将电压测量切换为二线感应，将 CURRent 替换为 VOLTage。

4.5.6.2. 四线测量连接

四线远程感应连接方式能提供最精确的低电阻、电压源和测量精度，仪器的标定源输出和测量精度指标仅在采用四线远程测量配置时才能完全实现。当采用四线远程感应方式施加电压时，可确保设定的电压值精确传递至被测设备（DUT）；而在施加电流并测量电压时，该方式能准确捕获被测设备两端的真实电压降，有效消除引线电阻带来的测量误差。需注意的是，要启用四线测量功能，须先将仪器的感应模式设置为四线模式，具体设置方法如下：

NOTE

在四线远程测量模式下施加电压时，请将感应引线连接到被测设备（DUT）。如果感应引线断开，仪器会感应到 0 V，从而导致其增加输出电压以进行补偿。为了进一步防止过压情况，需设置过压保护。

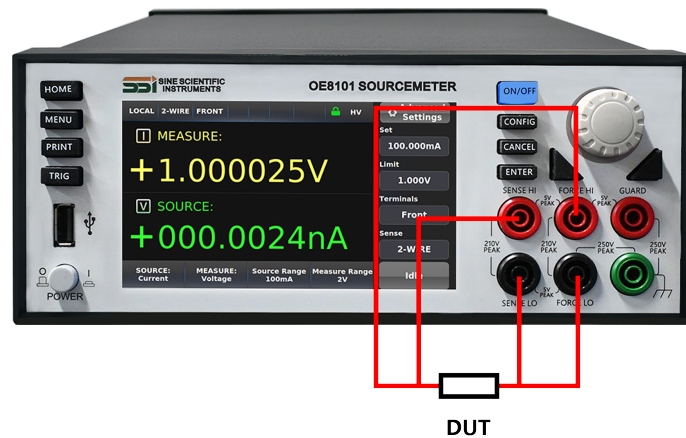


图 37. 前面板四线连接

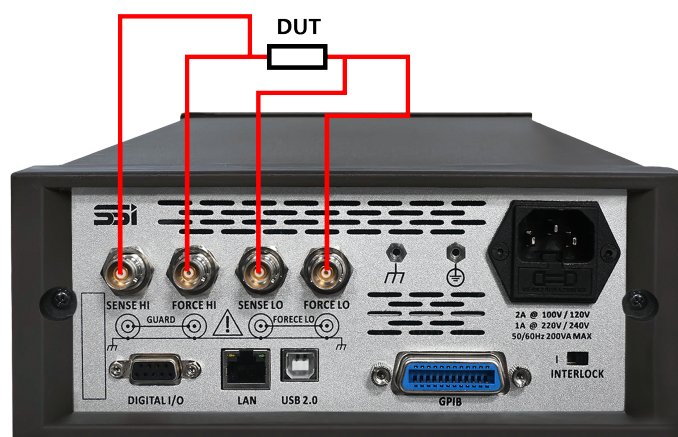


图 38. 后面板四线连接

* 用前面板进行设置：

(1) 按下 HOME 进入主界面。

- (2) 按下屏幕右上角的 Advanced Settings。
- (3) 按下右侧 Measure。
- (4) 选择 Sense 选项，选择 4-WIRE。
- (5) 按下 HOME 返回进行其他操作。

*** 用 SCPI 指令进行设置：**

要将电流测量切换为四线测量，发送以下命令：

```
:SENSe:CURRent:RSENse ON
```

要将电压测量切换为四线测量，将 CURRent 替换为 VOLTage。

4.5.7. 输出关闭状态

CAUTION

在将 OE8101 仪器连接到能够提供能量的设备（如其他电压源、电池、电容器或太阳能电池）前，请仔细考虑并配置适当的输出关闭状态、源和限制。连接设备前，请配置仪器推荐的设置；若未考虑输出关闭状态、源和限制，可能会导致仪器或被测设备（DUT）损坏。

关闭仪器源时，可能无法将仪器与外部电路完全隔离。用户可使用“输出关闭”（Output Off）设置将 OE8101 在空闲期间（如更换设备时）置于已知的非交互状态。可为 OE8101 选择的输出关闭状态有正常、高阻抗或零。

*** Normal（正常）输出关闭状态：**

当选择此状态并关闭输出时，仪器会进行如下设置：

- 测量感应设置为二线制。
- 选择电压源并将其设置为 0 V。
- 电流限值设置为当前测量功能自动范围值满刻度的 10%。

*** High-Z（高阻抗）输出关闭状态：**

当选择此状态并关闭输出时，仪器会进行如下设置：

- 测量方式被设为二线制。
- 输出继电器断开，使仪器从负载中断开。这意味着外部电路与仪器输入和输出之间的连接会被切断。

由于频繁开关输出可能会导致输出继电器过度磨损，因此不建议在这种情况下使用高阻态输出关闭状态。此状态适用于当仪器连接到电源或其他源-测量仪器时，有时也适用于电容器等设备。

*** Zero（零）输出关闭状态：**

当选择此状态并关闭输出时，仪器会进行如下设置：

- 测量方式被改为二线制。
- 电压源被选中并设置为 0 V。
- 范围被设为当前选定的范围（关闭自动范围）。
- 若源是电压，则电流限制不会改变；若源是电流，则电流限制被设为编程设定的源。
- 电流值或当前电流范围满范围的 10%，取较大者。

在这种状态下，由于仪器输出 0 V，可以将其用作电流表。

4.5.7.1. 设置输出关闭状态

*** 使用前面板：**

- (1) 按下 HOME 进入主界面。
- (2) 按下屏幕右上角 “Advanced Settings”。
- (3) 看到 “Output Off” 选项，点击选项右侧方框。
- (4) 可以选择输出关闭状态为 “Normal”，“Zero” 或 “High-Z”。

*** 使用 SCPI 命令：**

要将输出关闭状态设置为正常，请发送命令：

```
:OUTPut:SMODE NORMal
```

要将输出关闭状态设置为零，请发送命令：

```
:OUTPut:SMODE ZERO
```

要将输出关闭状态设置为高阻抗，请发送命令：

```
:OUTPut:SMODE HIMPedance
```

4.6 源/测量设置

使用 OE8101，用户可执行以下操作：

- 提供电压并测量电流、电压、电阻或功率。
- 提供电流并测量电压、电流、电阻或功率。
- 测量电压、电流、电阻或功率。

在进行测量时，可将测量量程设置为特定量程或自动量程。当选择特定量程时，为了获得最佳精度，请使用尽可能低的量程；当选择自动量程（Auto）时，仪器会选择最灵敏的量程进行测量，或者会根据被测器件测量值的变化自动调整量程。

WARNING

所有输出和保护端子可能存在危险电压。为避免发生伤害或死亡的触电事故，切勿在通电时连接或断开 OE8101 仪器。在处理电缆之前，请通过前面板关闭设备，或从 OE8101 的后面板拔下主电源线。需注意，仅将设备设置为输出关闭状态，并不能保证当硬件或软件发生故障时，输出已断电。

4.6.1. 源和测量的顺序

使用远程接口时，请优先配置测量功能，再设置源功能（设置测量功能可能会改变源功能），使用前面板操作不受此限制。完成初始设置后，用户可按需自由调整其他参数。

重要提示：设置量程前，请确保限制值高于目标测量量程。

4.6.2. 通过前面板设置源和测量

用户可通过前面板上的选项进行设置源和进行测量。

4.6.2.1. 设置电压源并进行测量

当 OE8101 提供电压时，用户可进行电流、电压、电阻或功率的测量。

*** 使用前面板：**

- (1) 按照 [连接测试](#)（第 40 页）中的说明连接被测设备 (DUT)。
- (2) 设置测量功能。在主界面进行源和测量的设置。
- (3) 选择电压源量程。点击主界面下方的 Source Range 可以进行设置。
- (4) 设置电压源值。点击主界面右侧的 Set 设置电压源值。
- (5) 设置电压源的电流限制值。点击主界面右侧的 Limit 设置电流限制值。
- (6) 选择测量量程。点击主界面下方的 Measure Range 进行测量量程设置。
- (7) 按下 OUTPUT ON/OFF 开关打开输出。输出指示灯打开。
- (8) 触发模式可以选择以下选项之一：
 - A. 连续测量：仪器可进行连续测量。
 - B. 手动触发模式：按下“触发”键时，仪器进行测量。
- (9) 观察读数。
- (10) 用户可在仪器进行测量时调整设置。
- (11) 完成后，按下 OUTPUT ON/OFF 开关关闭输出。输出指示灯熄灭。

4.6.2.2. 设置电流源并进行测量

*** 使用前面板：**

- (1) 按照 [连接测试](#)（第 40 页）中的说明连接被测设备 (DUT)。
- (2) 设置测量功能。在主界面进行源和测量的设置。
- (3) 选择电流源量程。点击主界面下方的 Source Range 可以进行设置。
- (4) 设置电流源值。点击主界面右侧的 Set 设置源电流值。
- (5) 设置电流源的电压限制值。点击主界面右侧的 Limit 设置电压限制值。
- (6) 选择测量量程。点击主界面下方的 Measure Range 进行测量量程设置。
- (7) 按下 OUTPUT ON/OFF 开关打开输出。输出指示灯打开。
- (8) 触发模式可以选择以下选项之一：
 - A. 连续测量：仪器可进行连续测量。
 - B. 手动触发模式：按下“触发”键时，仪器进行测量。
- (9) 观察读数。
- (10) 用户可在仪器进行测量时调整设置。
- (11) 完成后，按下 OUTPUT ON/OFF 开关关闭输出。输出指示灯熄灭。

4.6.2.3. 设置源的值得

设定源值时，源会立即更新，用户可在输出开启时调整信号源值。

处于仪器执行扫描时，用户不能立即更改源值。

4.6.2.4. 改变源的量程和限制值

在输出状态下调整源量程时需注意：调大量程不会改变当前设置值；调小量程时，若新量程大于设定值则保持原值，若小于设定值则自动调整为新量程的最大值。输出状态下，用户也可调整源的限制值。

4.7 保护

OE8101 提供多重保护机制，确保信号源输出始终维持在设定范围内，有效保护被测设备 (DUT) 免受损坏。主要保护措施包括：

- **过压保护：**即设备终端的电压。

- **源限制**：即设备设置过的源值。

4.7.1. 过压保护

OE8101 的过压保护功能通过限制仪器最大输出电压来确保被测设备 (DUT) 的安全防护，该功能在电压源和电流源模式下均有效。当进行四线测量时，若发生传感导线断开或折断的情况，仪器会将其识别为电压下降，并通过增加源输出做出响应。

若已设置过压保护，则不允许源输出超过过压保护限值。注意，过压保护设定值具有最高优先级，将覆盖常规的源限值设置，且一旦启用将持续保持保护状态，为测试过程提供可靠的安全保障。

当设置了过压保护且源电压超过设置值时：

- 输出被限制在过压保护值上。
- 在前面板上，主界面上方菜单显示 OVP。

在测试序列中使用过压保护时，应在接通信号源之前设置过压保护。

WARNING

即使将过压保护设置为最低值 (2 V)，也切勿在输出接通时触摸连接到 OE8101 端子上的任何物品。始终假定输出接通时存在危险电压 (大于 30 V (有效值))。为防止损坏被测设备或外部电路，请勿将电压源设置为超过过压保护设置值的电平。

4.7.1.1. 设置电压保护级别

* 使用前面板：

- (1) 按下 HOME 进入主界面。
- (2) 点击屏幕右上角进入 Advanced Settings。
- (3) 看到 OverVotag Protection Limit 选项。
- (4) 点击该选项旁边的方框进行设置。
- (5) 按下 HOME 返回主界面。

* 使用 SCPI 命令：

发送带有限值的 `:SOURce:VOLTage:PROTection` 命令。要将电压源的过压限值设置为 20 V，请发送命令：

```
SOURce:VOLTage:PROTection PROT20
```

4.7.2. 源限制

源限制（也称为合规性限制）防止仪器输出超过设定值的电压或电流，避免被测设备 (DUT) 受损，可设置的限制值必须低于过压保护限制的设定值。

源限制还会受到测量量程的约束。当设定特定测量量程时，限制值必须保持在该量程的 10% 至 105% 范围内；若设置值超出此范围，仪器将自动修正限制值至量程的 10% 或 105%。注意，当测量量程设置为自动选择模式时，则测量量程不会影响限制值。

最低允许限制取决于负载和源值。例如，当向 1 k Ω 电阻提供 1 V 电压时，最低允许的电流限制为 1 mA (1 V 除以 1 k Ω 等于 1 mA)。设置低于 1 mA 的限制将会限制源的输出。

举例，假设以下条件：

- 电流限制 10 mA。
- 仪器提供 10 V 电压源。

- DUT 的电阻为 10 Ω 。

当源电压设定为 10 V 且被测设备 (DUT) 电阻为 10 Ω 时, 理论上应产生 1 A 的电流 (10 V 除以 10 Ω)。但由于电流限制设置为 10 mA, 实际输出电流不会超过此限值, 导致 DUT 两端电压被限制在 100 mV (10 mA 乘以 10 Ω)。在此情况下, 10 V 电压源实质上转变为具有 10 mA 输出能力的电流源。

4.7.2.1. 设置源限制

*** 使用前面板:**

- (1) 按下 HOME 键进入主界面。
- (2) 在主界面上, 看到 Limit 选项。
- (3) 点击 Limit 下方方块, 进行限制设置。

*** 使用 SCPI 命令:**

要设置电流源限制电压, 请发送命令:

```
:SOURCe:CURRent:VLIMit <n>
```

其中 <n> 为电压限值。

要设置电压源限制电流, 请发送命令:

```
:SOURCe:VOLTag:e:ILIMit <n>
```

其中 <n> 为电流限值。

4.8 量程

用户可灵活配置信号源输出和测量输入的量程范围, 既可选择特定量程, 也可启用自动量程选择功能。信号源量程直接影响输出值的设置精度, 而测量量程则决定了输入信号的最大可测范围, 同时也会影响测量精度和最大信号测量能力。需要注意的是, 系统允许设置的最高量程值由当前信号源或测量功能的限值设定决定。

4.8.1. 源量程

在大多数应用场景下, 建议选用自动信号源量程模式, 此时仪器会自动选择与当前设置匹配的最佳量程。当通过前面板操作或远程命令手动设定信号源量程时, 系统将自动禁用自动量程功能, 此时所选量程必须符合过电压保护限值的范围。当输出电压超过过压保护阈值时, 顶部状态视图区域显示 OVP 警示标识。

量程选择时只需指定预期的近似输出电压值, 仪器将自动匹配能够容纳该电压的最低量程等级。例如, 当需要输出约 3 V 电压时, 发送指令 `:SOUR:VOLT:RANG 3` 后, 仪器会自动选择 20 V 量程档位。

4.8.1.1. 10 nA 和 100 nA 量程的注意事项

10 nA 和 100 nA 量程注意事项:

- 用户使用 10 nA 和 100 nA 量程操作 OE8101 时, 需采取额外防护措施来确保测量精度。
- 1 μ A 以下电流时, 强烈建议使用后面板三同轴端子连接。
- 请注意当选择自动量程时, 仪器可能会自动切换至这些量程。

若用户正在使用 10 nA 或 100 nA 量程, 请遵循以下防护准则:

切勿让 FORCE HI 端子暴露在环境中。环境中的电磁干扰可能耦合至 FORCE HI 端子, 导致异常电流读数。使用后面板接线时, 三同轴连接器会对 FORCE HI 和 SENSE HI 端子形成屏蔽保护, 可一定程度阻隔外部电流干扰。

将被测器件置于屏蔽箱 (与 LO 等电位) 内, 同时确保 FORCE HI 和 SENSE HI 的 Guard 层要延伸

到屏蔽箱内，并保证 Guard 层延伸到尽可能贴近被测器件。

使用前面板接线时，需用 LO 电位对 FORCE HI 端子进行屏蔽。虽无法消除泄漏，但能有效抑制噪声和外部信号耦合。

在多仪器系统中，建议将所有仪器的 LO 端子互连。此举可避免共模电流流经 OE8101 的测量电路。即使 OE8101 的测量电路与地隔离（FLOAT 模式下），但 LO 端仍可能存在数百 nA 的地参考（共模）电流。若将 OE8101 的 HI 端子连接至其他仪器的 LO 端，共模电流将注入 OE8101 的测量电路，可能导致仪器进入源限制状态。

4.8.1.2. 选择特定源量程

当选择特定的源范围，则该范围必须足够大，以获取目标值。否则会出现超量程情况。

固定电流源量程为：

- 10 nA、100 nA、1 μ A、10 μ A、100 μ A、1 mA、10 mA、100 mA 和 1 A。

固定电压源量程为：

- 20 mV、200 mV、2 V、20 V 和 200 V。

* 从前面板：

- (1) 按下 HOME 键进入主界面。
- (2) 点击主界面下方的 Source Range 可以进入设置界面。
- (3) 选择量程。

* 使用 SCPI 设置：

要设置电压源量程为 20 V，发送以下指令：

```
:SOURCe:VOLTage:RANGe 20
```

4.8.2. 测量量程

测量量程直接决定了仪器的信号测量范围和精度上限。该设置不仅影响测量结果的准确性，还决定了系统能够处理的最大输入信号。需注意的是，调整测量量程会同步改变关联的电流/电压限值设置。

量程选择受当前工作模式的制约：仅当仪器处于“输出一种参数/测量另一种参数”的工作模式时（如输出电压同时测量电流），才允许独立设置测量量程；而在同类型参数的输出/测量模式下（如输出电压同时测量电压），测量量程将自动与源量程保持同步且不可更改。

NOTE

在设置测量量程之前，需要先设置测量功能。

4.8.2.1. 选择特定测量量程

选择测量量程时，为确保最佳精度和分辨率，请使用不会导致溢出的最低量程。

NOTE

如果将测量量程设置为特定值，则自动测量量程的设置将被设置为禁用。

* 使用前面板：

表 3. OE8101 最大限值

测量量程	最大限值
20 mV	±21 mV
200 mV	±210 mV
2 V	±2.1 V
20 V	±21 V
200 V	±210 V
10 nA	±10.5 nA
100 nA	±105 nA
1 µA	±1.05 µA
10 µA	±10.5 µA
100 µA	±105 µA
1 mA	±1.05 mA
10 mA	±10.5 mA
100 mA	±105 mA
1 A	±1.05 A

- (1) 按下 HOME 键进入主界面。
- (2) 点击屏幕右下角的 Measure Range。
- (3) 选择测量量程。

*** 通过 SCPI:**

请参阅 [:SENSe]:<function>:RANGe[:UPPer]

4.8.2.2. 选择自动测量量程

选择自动量程时，仪器会自动选择测量信号的最佳量程。如果测量值高于当前量程的 101.5%，仪器会将测量量程切换到下一个更高的量程。如果测量值低于当前量程的 8%，仪器会将测量量程切换到下一个更低的量程。

启用自动测量量程时，则在进行测量时会更改测量量程。如需读取仪器选择的测量量程，用户需在测量后进行查询。

对于电压和电流测量，上限由电压限制值（voltage limit）和电流限制值（current limit）控制。

NOTE

在设置测量量程之前，需要先设置测量功能。

手动设置测量量程将自动禁用该功能的自动量程模式，需手动恢复方可重新启用。

*** 使用前面板:**

- (1) 按下 HOME 键进入主界面。
- (2) 点击屏幕右下角的 Measure Range。
- (3) 选择 Auto。

*** 通过 SCPI:**

请参阅 [:SENSe]:<function>:RANGe:AUTO

4.8.2.3. 使用自动测量量程时选择低限值

用户使用自动设置测量量程时，可选测量范围的下限。

*** 使用前面板：**

- (1) 按下 HOME 进入主界面。
- (2) 点击屏幕右上角 Advanced Settings。
- (3) 点击屏幕右侧 Measure 进入 MEASURE SETTINGS 界面。
- (4) 看到 Auto Range Low Limit 选项。
- (5) 点击选项方框进行设置。
- (6) 按下 HOME 返回主界面。

*** 使用 SCPI 命令：**

请参阅 `[[:SENSe]:<function>:RANGe:AUTO:LLIMit`

4.9 源回读

OE8101 默认开启源回读。前面板显示屏可以选择显示测量的源值，缓冲区会记录紧接在被测设备测量之前的测量源值。例如设置的电压为 1 V，则缓冲区会记录实际源值如 +9.995453e-01 V。

4.10 重置

OE8101 有 2 种复位方式：发送 `*RST` 命令，或从前面板选择 MENU → Info/Manager → Manager → System Reset 路径实现重置。重置后将恢复到开机默认配置。

4.10.1. 重置时默认值

设置	重置时的默认值
输出源类型 (Source Function)	电压源模式 (VOLTage)
驱动 DC 值 (Source Value)	1 V
源量程 (Source Range)	2 V
测量量程 (Measure Range)	自动量程 (auto)
前面板/后面板 (Terminals)	前面板 (Front)
电流限制值 (Sense Limit)	105 μ A
运行模式 (Run Mode)	连续模式 (Continuous)

4.11 噪音屏蔽

使用金属噪声屏蔽装置以防止不必要的干扰信号进入测试电路。测量低电平信号时，屏蔽装置作用更明显。如图 39 所示，金属噪声屏蔽装置需环绕测试电路，并应连接到 LO。

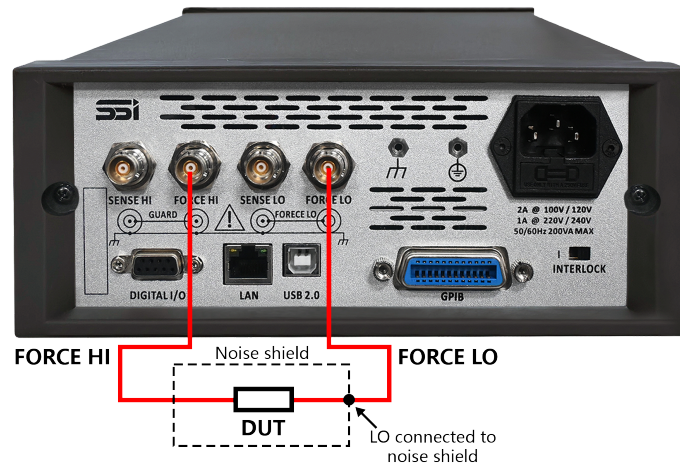


图 39. OE8101 后面板噪声屏蔽连接

4.12 安全屏蔽

⚠ WARNING

当测试电路中存在危险电压（有效值大于 30 V，峰值 42 V）时，必须使用安全保护罩。为防止电击造成人员伤亡，在没有正确安装和配置安全罩的情况下，切勿在可能含有危险电压的测试电路中使用 OE8101。

安全屏蔽可以是金属的，也可以是非导电的，但必须完全环绕 DUT 测试电路。金属安全屏蔽必须与已知的保护接地（安全接地）相连。

与安全接地和底盘的连接使用 #16 AWG 或更大的导线。

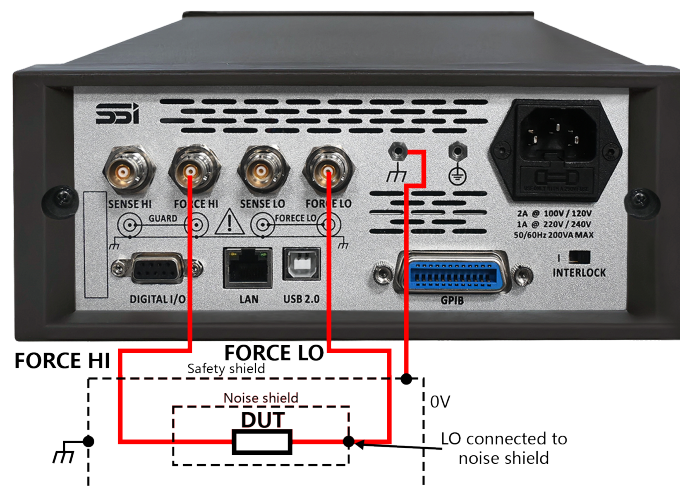


图 40. OE8101 噪声屏蔽和安全屏蔽

4.13 接地

4.13.1. 噪声与机箱地

将机箱作为信号连接的接地点与 OE8101 机箱相连时，可能会引入不同程度的噪声，具体取决于系统配置。若 OE8101 的共模电流被导引至机箱而非待测设备（DUT），则通过机箱连接点可能有助于降低测量噪声。但需注意，若其他设备也接入同一机箱，外部设备的干扰可能导致噪声增加。

如选择机箱作为信号接地点，建议以 OE8101 机箱的固定螺丝作为唯一连接点。

4.13.2. 输出低端浮地与接地

⚠ WARNING

低端（FORCE LO 和 SENSE LO）默认连接到机箱，机箱默认是接地的。可以使用指令设置浮地。浮地时不允许低端超过前面板上显示的值（250 V_{peak}）。

若在测试系统中使用外部电源，则可能需要将 OE8101 浮离机箱接地，其中包括一个外部电压源，如下图所示。注意，外部电压源的输出 LO 连接到机箱接地。

如图 41 所示，OE8101 必须浮在机箱地点之外，仪器 LO 浮在机箱接地之上 +10 V。如果把 OE8101 的 LO 连接到机箱接地，将导致外部电压源与机箱接地短路。

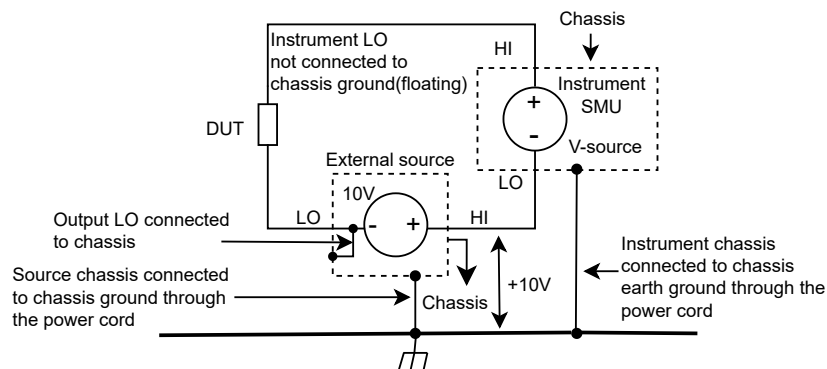


图 41. 仪器浮地示意图

需要浮地 SMU 时，FORCE 和 SENSE LO 必须与机箱接地隔离，请勿将 FORCE 和 SENSE LO 连接至机箱接地，浮地配置的连接如下图所示：

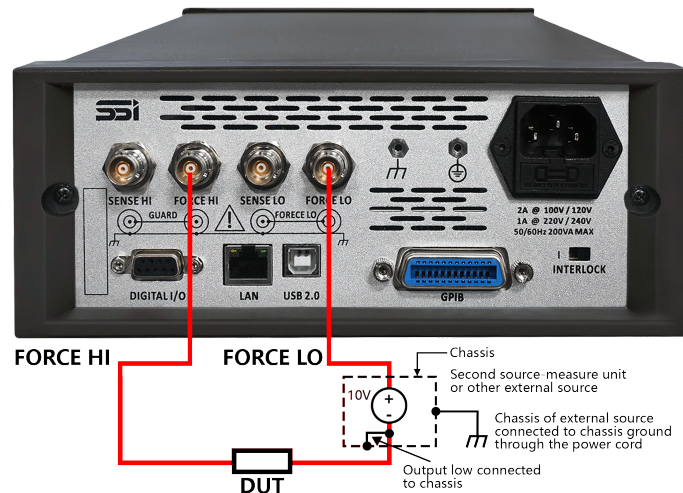


图 42. 仪器浮地示意图

外部电压源可以是第二个 OE8101 仪器或其他仪器的源测量单元 (SMU)。请注意，如果源的组合输出超过 $\pm 42\text{ V}$ ，则需要为被测设备 (DUT) 安装安全屏蔽。请参阅以下警告。

⚠ WARNING

源测量单元 (SMU) 的最大浮动（共模）电压为 $\pm 250\text{ V}$ 。

使用外部电源浮动 SMU 可能会在测试电路中造成电击危险。只要测试电路中存在 $>42\text{ V}$ 峰值，就会有触电危险。必须为所有连接提供适当额定的电缆或绝缘体，以防止接触带电部件。

当电压大于 42 V 时，测试电路必须与所使用的电压绝缘，或用金属安全屏蔽环绕，并与已知的保护接地（安全接地）和底盘接地相连；请参阅 [安全屏蔽](#)（第 53 页）。

源表的低端（FORCE LO 和 SENSE LO）默认连接到机箱接地的。目前支持通过 SCPI 指令控制接地或者浮地：

:OUTPut:LOW FLOat	设置低端浮地
:OUTPut:LOW GROund	设置低端接地
:OUTPut:LOW?	查询低端连接情况

4.14 Guard

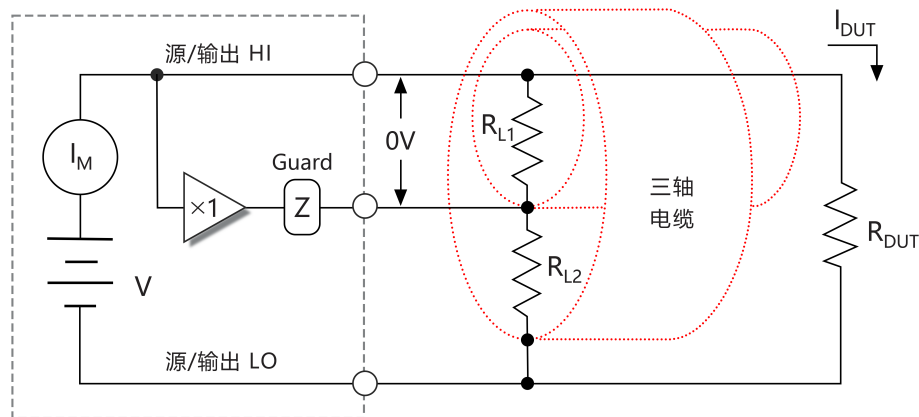
Guard 能有效抑制 HI 和 LO 之间的漏电流并降低寄生电容效应，其原理是通过在电路中设置一个与被保护高阻抗导线电位基本匹配的低阻抗点来实现。在测量小电流（小于 $1\text{ }\mu\text{A}$ ）或高阻抗电路（超过 $1\text{ G}\Omega$ ）时，建议使用保护装置以提升测量精度；同样，在存在较强电磁噪声或干扰的测试环境中，采用保护装置也能显著改善测量质量。

⚠ WARNING

GUARD 端与输出端 HI 的电位相同。因此，如果输出端 HI 存在危险电压，则 GUARD 端子上也存在危险电压。不注意此警告可能会导致人身伤害或死亡。

4.14.1. Guard 保护电路示意图

如下示意图所示，回路的 HI 端与 LO 端间可能会存在电流泄漏。Guard 保护电路使得 Guard 与 HI 端处于同一电位，从而消除泄漏电流。



R_{L1} = 信号线与内部屏蔽层的泄漏电阻

R_{DUT} = 被测设备的电阻

R_{L2} = 内部屏蔽层与外壳屏蔽层的泄漏电阻

测量电流 I_M = 待测器件两端电流 I_{DUT}

图 43. 保护电路示意图

4.15 负载模式

当 OE8101 源表处于负载模式时，电压与电流极性相反，此时，仪器处于耗能状态而非供能状态。外部电源（如电池）或储能设备（如电容器）可强制该仪器进入负载模式。

如果将 12 V 电池连接到设定为 +10 V 的电压源（HI 至电池高水平）上，则在第二象限（源 +V 和测量 -I）作为电池的负载。

CAUTION

将 OE8101 源表连接到能够提供能量的设备之前，请仔细考虑并配置输出关闭状态、源和限值。能够提供能量的设备包括电压源、电池、电容器和太阳能电池。在连接到设备之前，请配置仪器设置。错误的输出关闭状态、源和限值可能会导致仪器或被测设备 (DUT) 损坏。

当将电流源用作负载模式时，始终将电压限值设置为高于外部电压水平，并配置过压保护 (OVP)。未能这样做可能导致过量电流流入 OE8101 源表 (> 105 mA) 并导致测量错误。

第 5 章 高级功能

5.1 读数缓冲区

读数缓冲器用于捕捉测量值、量程、仪器输出状态和仪器状态。OE8101 设备标配 1 个默认读数缓冲区，当前仅支持使用该默认缓冲区。用户可通过前面板操作或远程接口对读数缓冲区执行以下管理操作：

- 查看读数缓冲区内容。
- 选择在默认读数缓冲区中存储读数。
- 更改读数缓冲区的容量。
- 删除用户定义的读数缓冲区。不能删除默认缓冲区 defbuffer1。
- 清除读数缓冲区。
- 关闭仪器或发送仪器重置命令，清除默认读数缓冲区。

5.1.1. 缓冲区入门

本节内容将介绍读数缓冲区的基本使用方法。

5.1.1.1. 使用默认缓冲区

OE8101 设备默认配置缓冲区，即 defbuffer1。当未指定特定缓冲区时，所有测量数据将自动存储于 defbuffer1 中。如需使用自定义缓冲区存储数据，需预先创建用户缓冲区。新创建的缓冲区将自动成为当前活动缓冲区，后续测量数据默认存储于该活动缓冲区中（注：仅可写类型的缓冲区支持数据存储功能）。

5.1.1.2. 复位和电源开关对缓冲区的影响

发出复位命令或关闭电源后再打开时，仪器会清除默认缓冲区。
使用前面板更改源或表功能时，活动缓冲区将被清除。

5.1.1.3. 时间戳

读数缓冲区中的测量值包含时间戳，单位为 s。

5.1.2. 设置读数缓冲区选项

用户可指定读数缓冲区的设置，包括以下设置：

- **缓冲区容量：**缓冲区容纳的数据量。
- **填充模式：**缓冲区填充时如何管理输入数据。

5.1.2.1. 设置读数缓冲区容量

读数缓冲区的容量决定了缓冲区可容纳的读数数量，用户可更改读数缓冲区的容量。

NOTE

更改缓冲区容量时，存储的读数和统计数据将被删除。

对于默认缓冲区（defbuffer1），初始缓冲区大小为 100,000 读数，选择的缓冲区填充模式会影响读数缓冲区的容量。如果读数缓冲区填充模式设置为填充一次（ONCE），当缓冲区达到容量时，将不再进行读数。

* 使用 SCPI 命令设置缓冲区容量：

要将 testData 读数缓冲区设置为可容纳 300 个读数，请发送以下命令：

```
TRACe:POINts 300, "testData"
```

当前固件不允许修改缓冲区大小，后续更新固件才支持。

5.1.2.2. 设置填充模式

读数缓冲区的填充模式设置可控制在缓冲区填充时如何管理传入数据。用户可将读数缓冲区设置为：

- **填充一次 (ONCE)**：缓冲区填满后即停止接受数据。当缓冲区达到容量时，将不再读取数据。
- **连续填充 (CONTINUS)**：数据正常填充缓冲区，直到缓冲区结束。到达终点时，数据返回缓冲区的起点，并覆盖最旧的读数。这是一个传统的循环缓冲区。在这种情况下，缓冲区在理论上永远不会填满。

NOTE

当使用高采样率读数并存储到容量小于 1000 个读数的连续读数缓冲器中时，仪器可能无法在被新数据覆盖之前完全处理输入的数据。这可能会导致图形轨迹出现间隙以及统计和直方图信息丢失。为避免这些问题，请增加缓冲区容量或降低采样率。

* 使用 SCPI 命令设置缓冲区填充模式：

要将 defbuffer1 读数缓冲区的填充模式设置为填充一次，请发送以下命令：

```
TRACe:FILL:MODE ONCE, "defbuffer1"
```

要获取已设置的填充模式，请发送以下命令：

```
TRACe:FILL:MODE? "defbuffer1"
```

返回 ONCE 表示缓冲区设置为填充一次，返回 CONT 表示缓冲区设置为持续填充。

5.1.3. 选择缓冲区

默认读数缓冲区为 defbuffer1。目前只有默认缓冲区。

5.1.4. 清除缓冲区

用户可清除缓冲区中的所有读数和统计数据。

* 使用 SCPI 命令清除缓冲区：

要清除名为 testData 的用户自定义缓冲区，请发送以下命令：

```
TRACe:CLear "testData"
```

5.1.5. 删除缓冲区

如需保留缓冲区数据，建议在删除前将内容保存至 USB 闪存盘。请注意：系统默认缓冲区 defbuffer1 不可删除，但其存储数据将在仪器复位时自动清空。

* 使用 SCPI 命令：

要删除名为 testData 的用户自定义缓冲区，请发送以下命令：

```
TRACe:DELeTe "testData"
```

5.1.6. 远程缓冲操作

用户可使用 SCPI 远程命令，通过远程接口控制 OE8101 缓冲区。

5.1.6.1. 在缓冲区中存储数据

下表列出了用于数据存储的 SCPI 命令。

命令	说明
:TRACe:POINts	该命令读数缓冲区可存储的读数个数。通过该命令可以更改缓冲区可存储的读数个数。请参阅 :TRACe:POINts (第 111 页)
:TRACe:CLEar	该命令将清除指定缓冲区中的所有读数和统计数据。请参阅 :TRACe:CLEar (第 109 页)
:TRACe:FILL:MODE	该命令用于确定读数缓冲区是连续填充还是填充一次后停止。请参阅 :TRACe:FILL:MODE (第 111 页)
:TRACe:ACTual?	该命令返回指定缓冲区当前存储的读数数量。请参阅 :TRACe:ACTual? (第 108 页)
:TRACe:ACTual:END?	该命令返回读数缓冲区中的最后一个索引。请参阅 :TRACe:ACTual:END? (第 108 页)
:TRACe:ACTual:START?	此命令返回读数缓冲区中的起始索引。请参阅 :TRACe:ACTual:START? (第 108 页)
:TRACe:DELeTe	该命令用于删除缓冲区。请参阅 :TRACe:DELeTe (第 110 页)

5.1.6.2. 访问缓冲区中的数据

* 使用 SCPI 命令：

要访问缓冲区，请在相应命令中包含缓冲区名称。

读取数据并存储在缓冲区中，从名为 testData 的用户自定义缓冲区返回五个读数：

```
TRACe:TRIGger "testData"
TRACe:DATA? 1,5,"testData"
```

5.1.6.3. 缓冲区只读属性

使用缓冲区只读属性访问现有缓冲区中包含的信息。

* 使用 SCPI 命令：

以下命令可用于每个读数缓冲区。

命令	说明
:TRACe:ACTual?	该命令返回指定缓冲区当前存储的读数数量。请参阅 :TRACe:ACTual? (第 108 页)
:TRACe:ACTual:END?	该命令返回读数缓冲区中的最后一个索引。请参阅 :TRACe:ACTual:END? (第 108 页)
:TRACe:ACTual:START?	此命令返回读数缓冲区中的起始索引。请参阅 :TRACe:ACTual:START? (第 108 页)
:TRACe:DATA?	此命令包含存储在指定读数缓冲区中的读数。请参阅 :TRACe:DATA? (第 109 页)。

5.1.7. 保存缓冲区数据

用户可以将读数缓冲区的内容保存到 USB 闪存盘中。保存的文件可以直接加载到 Microsoft Excel 或其他工具中。该文件包含仪器对读数缓冲区中每个数据点记录的所有信息。

数据均以逗号分隔值.csv 文件格式保存。您可以将生成的.csv 文件导入电子表格（例如 Microsoft Excel）。

文件命名格式为 (buffername)_data_recorded_(number)。保存时，OE8101 会检查是否存在已存在的文件。如果存在，则 number 加一，以避免覆盖闪存盘上的任何现有 CSV 文件。

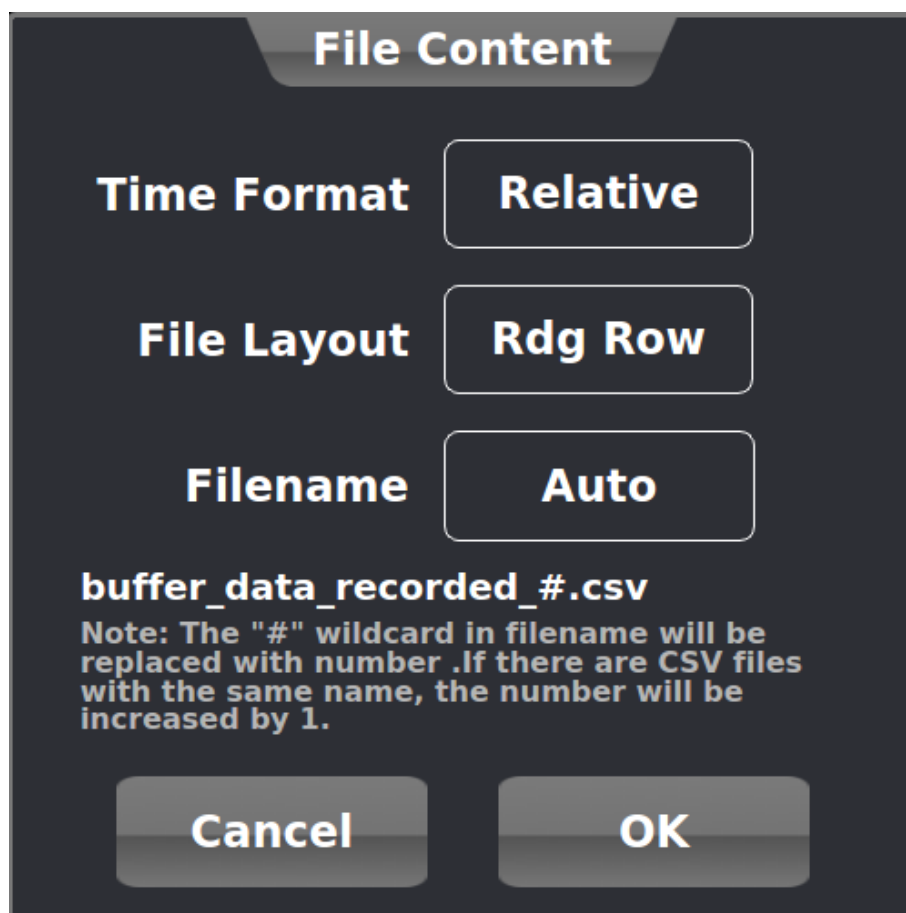


图 44. 缓冲区保存文件选项

*** 保存缓冲区数据到 USB 闪存盘：**

- (1) 点击 Save to USB 按钮后会出现文件内容窗口，如图 44 所示。
- (2) 当前名称是自动识别生成的，时间格式默认是相对时间。
- (3) 点击图 44 的 OK 选项保存缓冲区内所有数据到 USB 闪存盘中。

5.2 扫描操作

通过扫描，用户可设置仪器为被测设备 (DUT) 提供特定的电压或电流值，每个值进行一次测量。

OE8101 可以从前面板或远程接口生成线性阶梯。除了以上扫描之外，使用远程命令，还可生成自定义扫描。

生成扫描时，OE8101 会创建一个源配置列表和一个触发器模型，其中包含用户为扫描所选定的设置；用户可按 TRIGGER 键或使用远程接口，启动命令，运行扫描。

5.2.1. 扫描类型

5.2.1.1. 线性阶梯扫描

使用线性阶梯扫描时，电压源或电流源以固定的步长增加或减少，每个源测量点在起点和终点之间的间隔相等。

扫描以起始电压或电流开始，以终止电压或电流结束。在延时后的每一点都进行测量。

在触发线性阶梯扫描时，仪器输出首先从预设偏置电平切换至起始源电平，随后以固定步长逐步变化直至达到设定的停止源电平。整个扫描过程中，系统会在每个源阶跃点（包含起始和终止电平）自动执行测量。当触发延迟设置为零时，单步持续时间由源延迟参数与基于 DRATE 设置的测量时间共同决定，且所有步进均保持严格一致的时延特性。

5.2.2. 设置扫描

在设置扫描之前，请为将要进行的测试设置仪器。扫描的典型设置包括：

- 源功能。
- 测量函数。
- 电流或电压限制。
- 电压保护限值。
- 二线制或四线制感应模式。
- 前端或后端选择。

NOTE

当用户在设置扫描后更改了设置，这些更改也会影响下一次启动时的扫描。

5.2.2.1. 从前面板设置扫描

要从前面板设置扫描，可从“Sweep”屏幕选择选项。

* 从前面板设置扫描。

- (1) 按下 HOME 返回主界面，然后选择信号源（Source）和测量功能（Measure）。
- (2) 在主界面 Set 设置源值。
- (3) 按下 MENU 键。
- (4) 选择 Sweep 选项。
- (5) 请根据用户的扫描需求选择 Sweep Mode。
- (6) 进入 Advanced Settings 进入详细扫描设置（相关选项详细信息参见下表）。
- (7) 选择 Generate。
- (8) 要执行扫描，请按 TRIGGER（触发）键。

前面板扫描选项：

选项	说明
类型 (Sweep Mode)	用户可以选择以下选项之一： 线性：设置线性阶梯扫描 (Linear)。 对数：设置对数阶梯扫描。
开始 (Start)	扫描开始时的电压或电流源电平： 电流：-1.05 A 至 1.05 A 电压：-210 V 至 210 V 要设置递增扫描，将起始电平设置为小于终止电平。要设置递减扫描，将起始电平设置为大于终止电平。
停止 (Stop)	扫描停止时的电压或电流： 电流：-1.05 A 至 1.05 A 电压：-210 V 至 210 V
定义 (Definition)	决定按点数或步进设置扫描。选择以下选项之一： Points：选择该选项后，仪器将使用以下公式计算扫描中的源测量点数量： $\text{Points} = [(\text{Stop} - \text{Start}) / \text{Step}] + 1$ Step：选择该选项时，信号源电平将从起始电平到停止电平以等步长变化。每个信号源步长（包括起始电平和停止电平）都会执行一次测量。要计算扫描中的源测量点数量，请使用以下公式： $\text{Step} = (\text{Stop} - \text{Start}) / (\text{Points} - 1)$
步长 (Step)	如果扫描定义设置为步长则会显示，设置每个步长大小。
点数 (Points)	如果扫描定义设置为点数，则会显示。 选择要在扫描中测量的点数。
计数 (Count)	扫描应重复多少次。用户可选择以下选项之一： 有限：设置特定的重复次数。 无限次：重复扫描，直至终止。
源限制 (Source Limit)	设置测量的信号源限值。仪器的信号源电平不能超过此限值。
源量程 (Source Range)	用于扫描的信号源范围。固定 (Fixed)：扫描时，信号源仍在设定的范围内。

5.2.2.2. 使用 SCPI 命令设置扫描

* 要使用 SCPI 命令设置扫描，可发送以下命令之一：

`:SOURce:SWEep:<function>:LINear`：为固定数量的测量点设置线性扫描。

`:SOURce:SWEep:<function>:LINear:STEP`：设置具有固定步数的线性源扫描配置列表和触发模型。

`:SOURce:SWEep:<function>:LIST`：根据配置列表设置扫描，允许用户自定义扫描。

`:SOURce:SWEep:<function>:LOG`：为设定的测量点数量设置对数扫描。

* 创建扫描：

- (1) 使用 `:SOURce:FUNCTION[:MODE]` 设置信号源功能。
- (2) 使用 `:SOURce:<function>:RANGe` 设置信号源范围。
- (3) 设置适用于扫描的任何其他信号源设置。必须在调用扫描功能之前设置信号源设置。
- (4) 如果使用 `:SOURce:SWEep:<function>:LIST`，请为扫描设置源配置列表。
- (5) 设置扫描命令的参数。
- (6) 使用 `[[:SENSE]:FUNCTION]` 设置测量功能。
- (7) 使用 `[[:SENSE]:<function>:RANGe[:UPPer]]` 设置测量范围。

- (8) 根据用户的清扫情况进行其他适当设置。
- (9) 发送 `:INITiate` 开始扫描。

5.2.3. 终止扫描

出于以下原因，可以停止扫描：

- 触发模型终止。

用户可在扫描过程中停止扫描。

停止扫描时，触发器模型中的所有扫描命令都会终止。

*** 使用前面板：**

按下 ON/OFF 按键

*** 使用 SCPI 命令：**

发送命令：

```
:ABORT
```

5.3 脉冲操作

5.3.1. 脉冲类型

5.3.1.1. 线性阶梯脉冲

使用线性阶梯脉冲时，电压源或电流源以固定的步长增加或减少，每个源测量点在起点和终点之间的间隔相等。

脉冲以起始电压或电流开始，每个点会保持一段时间，以终止电压或电流结束，结束后保持偏置电平持续一段停止时间。

在触发线性阶梯脉冲时，仪器输出首先从预设起始源电平，随后以固定步长逐步变化直至达到设定的停止源电平，最后以偏置电平保持一段时间。整个脉冲过程中，系统会在每个源阶跃点（包含起始和终止电平）自动执行测量。单步持续时间由源延迟参数与基于 DRATE 设置的测量时间共同决定，且所有步进均保持严格一致的时延特性。

5.3.1.2. 序列脉冲

使用序列脉冲时，电压源或电流源保持固定的偏置电平，每个源测量点的脉宽，以及间隔时间相等。

5.3.1.3. 列表脉冲

使用列表脉冲时，电压源或电流源以用户自定义列表的电平按顺序输出。

脉冲以列表的起始电压或电流加上偏置电平开始，每个点会保持一段时间，以终止电压或电流结束，结束后保持偏置电平持续一段停止时间。在延时后的每一点都进行测量。

在触发列表脉冲时，仪器输出首先从预设偏置电平加上起始源电平，随后以列表设定的电平逐步变化直至达到设定的停止源电平，最后以偏置电平保持一段时间。整个脉冲过程中，系统会在每个源阶跃点（包含起始和终止电平）自动执行测量。单步持续时间由源延迟参数与基于 DRATE 设置的测量时间共同决定，且所有步进均保持严格一致的时延特性。

5.3.2. 设置脉冲

在设置脉冲之前，请为将要进行的测试设置仪器。

脉冲的典型设置包括：

- 源功能。
- 测量函数。
- 电流或电压限制。
- 电压保护限值。
- 二线制或四线制感应模式。
- 前端或后端选择。

NOTE

当用户在设置脉冲后更改了设置，这些更改也会影响下一次启动时的脉冲。

5.3.2.1. 从前面板设置脉冲

要从前面板设置脉，可从“Pulse”屏幕选择选项。

*** 从前面板设置脉冲。**

- (1) 按下 HOME 返回主界面，然后选择信号源（Source）和测量功能（Measure）。
- (2) 按下 MENU 键。
- (3) 选择 Pulse 选项。
- (4) 请根据用户的脉冲需求选择 Pulse Mode。
- (5) 进入 Advanced Settings 进入详细脉冲设置（相关选项详细信息参见下表）。
- (6) 选择 Generate。
- (7) 要执行脉冲，请按 TRIGGER（触发）键。

前面板脉冲选项：

选项	说明
类型 (Pulse Mode)	用户可以选择以下选项之一： 线性：设置线性楼梯脉冲 (Linear)。 对数：设置对数阶梯脉冲 (Log)。 序列：设置序列阶梯脉冲 (Train)。 列表：设置序列阶梯脉冲 (List)。
偏压电平 (Bias Level)	脉冲开始时的偏置电压或偏置电流源电平： 电流：-1.05 A 至 1.05 A。 电压：-210 V 至 210 V。
开始 (Start)	脉冲开始时的电压或电流源电平： 电流：-1.05 A 至 1.05 A。 电压：-210 V 至 210 V。 要设置递增扫描，将起始电平设置为小于终止电平。要设置递减扫描，将起始电平设置为大于终止电平。
停止 (Stop)	脉冲停止时的电压或电流： 电流：-1.05 A 至 1.05 A。 电压：-210 V 至 210 V。
定义 (Definition)	决定按一定点数或特定步进设置扫描。选择以下选项之一： Points：选择该选项后，仪器将使用以下公式计算扫描中的源测量点数量： $\text{Points} = [(\text{Stop} - \text{Start}) / \text{Step}] + 1$ Step：选择该选项时，信号源电平将从起始电平到停止电平以等步长变化。每个信号源步长（包括起始电平和停止电平）都会执行一次测量。要计算扫描中的源测量点数量，请使用以下公式： $\text{Step} = (\text{Stop} - \text{Start}) / (\text{Points} - 1)$
步长 (Step)	如果扫描定义设置为步长则会显示。设置每个步长大小。
点数 (Points)	如果扫描定义设置为“点数”，则会显示。 选择要在扫描中测量的点数。
计数 (Count)	脉冲应重复多少次。用户可选择以下选项之一： 有限：设置特定的重复次数。 无限次：重复脉冲，直至终止。
脉宽 (Width)	脉冲输出触发时持续的时间长度。
停止时间 (Off Time)	结束测量后输出保持在偏置电平的时间长度。
缓冲区 (Buffer)	存储脉冲结果的读数缓冲区。
测量使能 (Measure Enable)	设置脉冲的使能信号，默认开启。
延时 (Delay)	脉冲开始前的延时时间。

5.3.2.2. 使用 SCPI 命令设置脉冲

* 要使用 SCPI 命令设置扫描，可发送以下命令之一：

:SOURce:PULSe:<function>:LINear：配置固定点数的线性源脉冲扫描参数。

:SOURce:PULSe:<function>:LINear:STEP：配置固定步进的线性源脉冲扫描参数。

:SOURce:PULSe:<function>:LIST：根据配置列表设置脉冲扫描，允许用户自定义扫描。

* 创建脉冲扫描：

(1) 使用 :SOURce:FUNCtion[:MODE] 设置信号源功能。

(2) 使用 :SOURce:<function>:RANGe 设置信号源范围。

- (3) 设置适用于扫描的任何其他信号源设置。必须在调用扫描功能之前设置信号源设置。
- (4) 如果使用 `:SOURce:PULSe:<function>:LIST`，请为脉冲扫描设置源配置列表。
- (5) 设置脉冲扫描命令的参数。
- (6) 使用 `[[:SENSe]:FUNCTION]` 设置测量功能。
- (7) 使用 `[[:SENSe]:<function>:RANGe[:UPPer]]` 设置测量范围。
- (8) 根据用户的清扫情况进行其他适当设置。
- (9) 发送 `:INITiate` 开始扫描。

5.3.3. 脉冲编程示例

以 `:SOURce:PULSe:<function>:LINear:STEP` 为例，进行一次 0~2 V，电压源的脉冲序列扫描，以获取对应时刻电流值。每次输出步进为 0.1 V，偏置为 0 V，脉宽为 100 ms，间隔为 1 s，重复次数为 1 次：

```
*RST
:SOURce:FUNCTION VOLTage
:SOURce:VOLTage:RANGe 2
:FUNCTION CURRent
:SOURce:CURRent:RANGe 0.1
:SOURce:PULSe:SWEep:VOLTage:LINear:STEP 0,0,2,0.1,0.1,ON,"defbuffer1",0,1
:INITiate
```

5.3.4. 终止脉冲

出于以下原因，可以停止脉冲：

- 触发模型终止。

用户可在脉冲过程中停止脉冲。停止脉冲时，触发器模型中的所有脉冲命令都会终止。

* 使用前面板：

按下 ON/OFF 按键

* 使用 SCPI 命令：

发送命令：

```
:ABORt
```

5.4 数字 IO

此功能暂未启用。

5.5 测量方法

触发器是指示仪器进行测量的信号。用户可使用以下设置方法触发测量：

- **连续测量：**仪器持续不断地进行测量。
- **手动触发模式：**按下前面板上的触发键以启动单次测量。
- **触发模式：**根据触发模式的设置，仪器进行测量。要选择此方法，必须先设置一个触发模式。选择“启动触发模式”以开始触发模式，或选择“中止触发模式”来停止当前正在运行的触发模式。

5.5.1. 连续测量触发

选择连续测量方法时，仪器将进行连续测量。只有在本地（通过前面板）控制仪器时，才能使用连续测量方法。

仪器将读数存储在活动读数缓冲区中。有关可用缓冲区选项的详细信息，请参阅 [读数缓冲区](#)（第 57 页）。

如果在仪器设置为连续测量方法时，按下前面板 TRIGGER 键，则不会进行测量，取而代之的是显示一个对话框，询问用户是否要更改测量方法。

5.5.2. 触发按键触发

从 OE8101 前面板选择手动触发模式时，仪器仅在按下前面板触发键时才进行测量。

仪器将读数存储在活动读数缓冲区中。有关可用缓冲区选项的详细信息，请参阅 [读数缓冲区](#)（第 57 页）。

5.5.3. 触发模型触发

选择触发模型测量方法时，仪器使用触发模型来控制测量发生的顺序。OE8101 的触发模式非常灵活，用户可根据测量应用的需要进行控制。

远程控制仪器时，会自动选择触发模型测量方法。此外，还可从前面板查看不同的缓冲区，但实际使用的缓冲区由远程命令定义。

5.5.4. 在测量方法之间切换

当用户使用前面板来控制仪器，可选择任何一种测量方法。

当用户使用远程界面控制仪器，则只能使用触发模型测量方法。当切换到远程界面时，触发模型测量方法会被自动选中。若从远程控制切换到前面板控制，触发模型测量方法仍然保持被选中状态。

如果用户正在运行脚本，仪器会自动切换到触发模型测量方法。

*** 使用前面板进行操作的步骤如下：**

- (1) 按住前面板上的触发键 2 秒钟。此时会弹出一个对话框，显示可用的触发方法，当前选中的方法会被高亮显示。
- (2) 选择用户想要使用的方法。
- (3) 如果仪器处于远程控制模式下，仪器会显示一个确认对话框。选择“是”以切换到本地控制。

5.6 大电容模式

OE8101 的高电容模式可应对低电流测量和容性负载驱动中的技术挑战。使用该模式可有效避免测量过程中可能出现的过冲、振铃及系统不稳定等问题。这些现象的产生机理在于容性负载与电流量程电阻共同形成的极点效应，该效应会显著影响仪器电压控制环路的相位特性。

在实际应用中，针对特定容性负载的操作参数可能存在一定差异，这主要归因于仪器本身具备的宽动态范围电流测量能力以及可调的内部电阻网络配置。当测试应用场景中需要驱动超过 20nF 容性负载时，启用高电容模式将成为抑制过冲、振铃和保持系统稳定性的有效解决方案。

NOTE

高电容模式在 1 μ A 及以上范围内工作。

5.6.1. 启用大电容模式

在启用高电容模式之前，请注意以下几点：

- 测试被测设备 (DUT) 和电容器，以确定最佳电流限制和输出电压范围。
- 稳定时间会因 DUT 而异。在使用高电容模式之前，必须测试 DUT 的极限。
- 如果没有对 DUT 进行适当的限流和输出电压测试，可能会导致 DUT 损坏或毁坏。
- 为获得最佳性能，请勿在正常模式和高电容模式之间连续切换。
- 在给电容器充电之前，先让电容器两端的电压为 0。

*** 使用前面板：**

- (1) 按下 HOME 键进入主界面。
- (2) 选择 Output Source 为 Voltage（电压）或 Current（电流）。
- (3) 点击屏幕右上角” Advanced Settings”。
- (4) 进入” SOURCE SETTINGS” 界面可以看到 High Capacitance 选项。
- (5) 点击方框进行选择，On 表示开启，Off 表示关闭。

*** 使用 SCPI 命令：**

发送命令：

```
:SOURce:CURRent:HIGH:CAPacitance ON
```

要打开电压源的高电容，请将 CURRent 替换为 VOLTage。

第 6 章 上位机软件应用

打开上位机软件，进入开始界面，如图 45 所示。

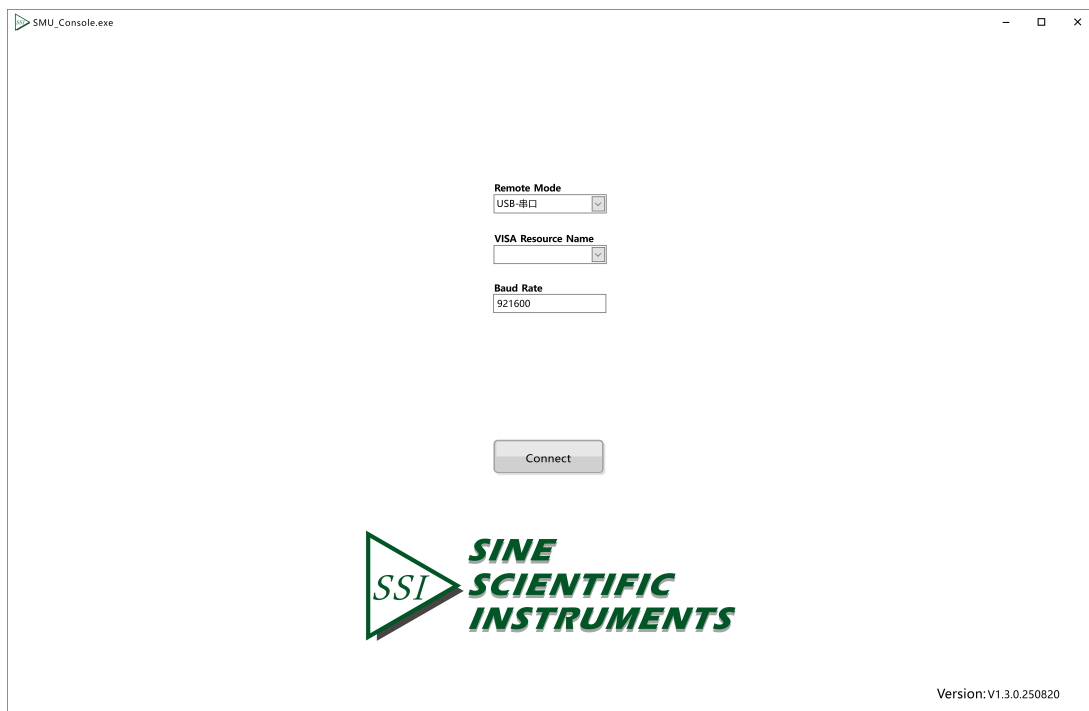


图 45. 上位机打开界面

首先选择远程模式（Remote Mode），目前仅支持串口通信。接着选择端口（VISA），可以在计算机硬件管理器查看 COM 口，具体参阅 [串口调试](#)（第 114 页）。配置完毕后，点击 Connect 进入图 46 所示界面。

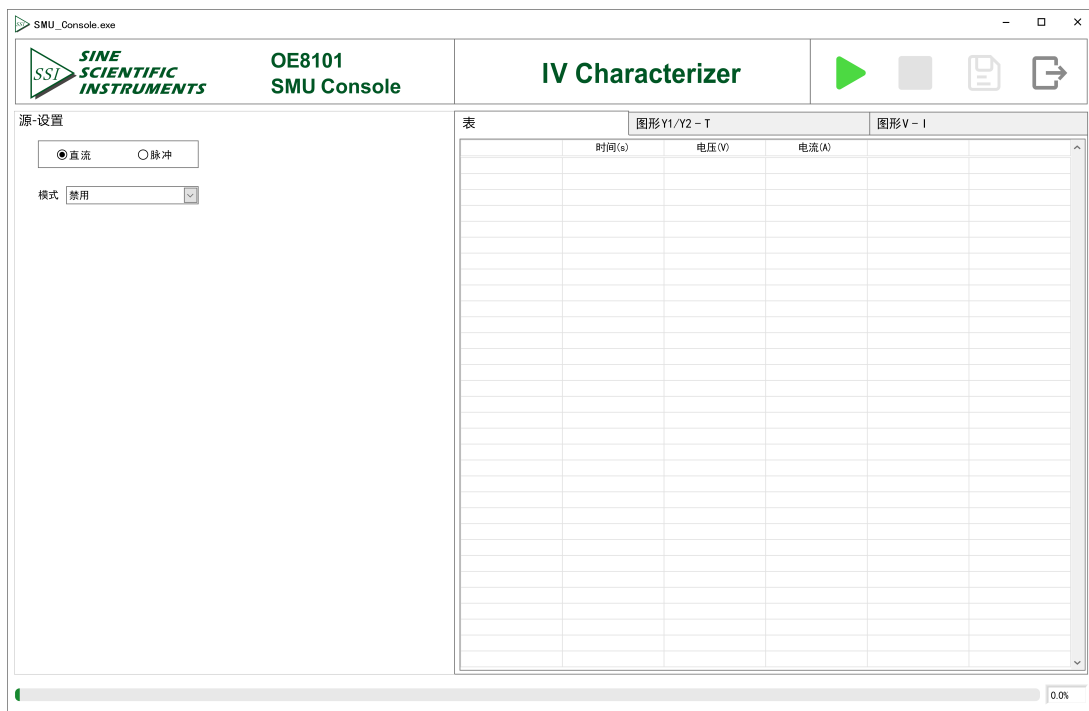


图 46. 上位机工作界面

6.1 选择源模式

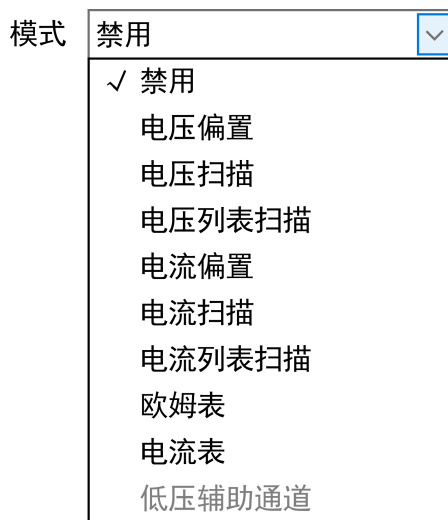


图 47. 选择源模式

OE8101 支持电压偏置、电压扫描、电压列表扫描、电流偏置、电流扫描、电流列表扫描。OE8101 不支持低压辅助通道。

- **电压偏置/电流偏置：**此模式进行单次测量。
- **电压/电流扫描：**此模式进行源扫描测量（目前仅支持线性扫描）。
- **电压/电流列表扫描：**此模式进行自定义源列表扫描测量。

关于扫描详细信息，请参阅 [扫描操作](#)（第 60 页）。

6.2 上位机应用示例

以“电压扫描”源模式和电阻测量功能为例演示上位机使用，在源模式中选择“电压扫描”进入所示界面。

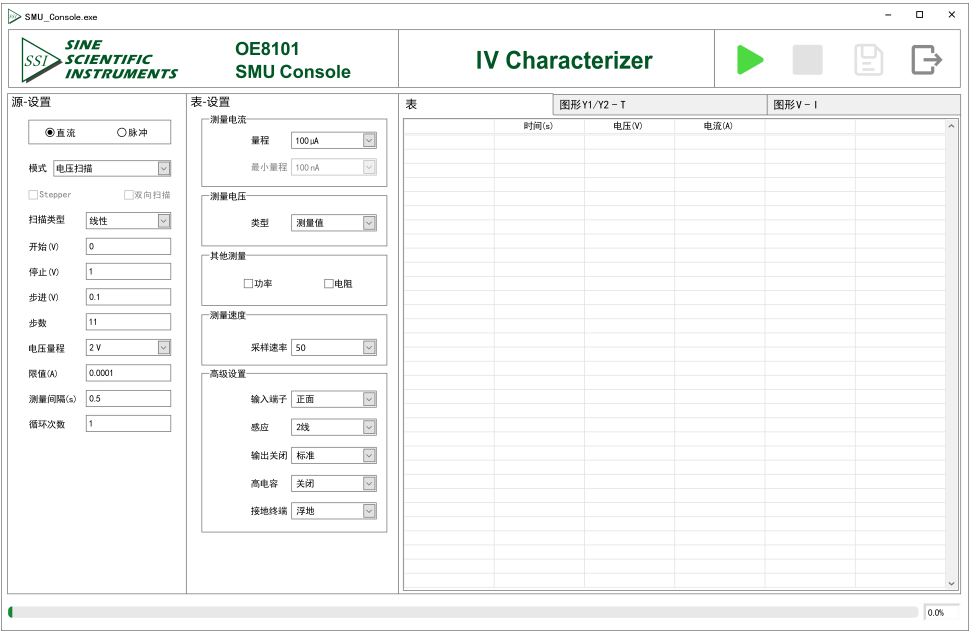


图 48. 工作区界面

6.2.1. 源配置

☒ 直流

☐ 脉冲

模式

电压扫描

☐ Stepper

☐ 双向扫描

扫描类型

线性

开始(V)

0

停止(V)

1

步进(V)

0.1

步数

11

电压量程

2 V

限值(A)

0.0001

测量间隔(s)

0.5

循环次数

1

图 49. 源配置区域

在该区域可配置源为直流或脉冲模式、扫描相关配置（目前仅支持线性扫描）、电压量程、电流限制值。电流限制值不会超过电流测量量程的 105%。

☐ 直流	☒ 脉冲
模式	电压脉冲扫描
☐ Stepper	☐ 双向扫描
扫描类型	线性
开始(V)	0
停止(V)	1
步进(V)	0.1
步数	11
电压量程	2 V
限值(A)	0.0001
偏置(V)	0
脉宽(s)	0.5
间隔(s)	0.5
起始延迟(s)	1
循环次数	1

图 50. 源配置区域

当源配置为脉冲模式时，源模式下拉列表会自适应为脉冲相关模式，配置增加偏置、脉宽、间隔、起始延迟设置，如图 50。脉冲模式下暂不支持测量量程为自动量程（auto）。

6.2.2. 其他配置

其他相关配置如图 51 其他配置所示，各个设置选项介绍如下：

- **测量电流**：此区域设置测量量程。如果设置为自动量程（auto），则可以选择自动测量最小量程。
- **测量电压**：此区域设置源回读。OE8101 默认开启源回读。
- **其他测量**：可以选择是否将电阻、功率计算结果显示。
- **测量速度**：选择采样率。
- **高级设置**：选择输入端子（正面或反面）、二线感应或四线感应、输出关闭状态、高电容模式。

Figure 51 displays the 'Other Configuration' (其他配置) settings for the OE8101 Source Measure Unit. The interface is organized into five distinct sections, each with a title and specific configuration options:

- 测量电流 (Current Measurement):** Includes a '量程' (Range) dropdown set to '100 μ A' and a '最小量程' (Minimum Range) dropdown set to '100 nA'.
- 测量电压 (Voltage Measurement):** Includes a '类型' (Type) dropdown set to '测量值' (Measurement Value).
- 其他测量 (Other Measurements):** Includes two checkboxes: '功率' (Power) and '电阻' (Resistance), both of which are currently unchecked.
- 测量速度 (Measurement Speed):** Includes a '采样速率' (Sampling Rate) dropdown set to '50'.
- 高级设置 (Advanced Settings):** Includes five dropdown menus: '输入端子' (Input Terminal) set to '正面' (Front), '感应' (Sensing) set to '2线' (2-wire), '输出关闭' (Output Off) set to '标准' (Standard), '高电容' (High Capacitance) set to '关闭' (Off), and '接地终端' (Ground Terminal) set to '浮地' (Floating Ground).

图 51. 其他配置

配置完成后，点击界面右上角绿色运行控件▶可开始测量，测量数据会显示在右侧表中，点击■中止测量。

[illegible]

图 52. 测量结果

点击“图形 Y1/Y2-T”可以看到电压电流值随时间的变化曲线，如图 53 所示；点击“图形 V-I”可以看到伏安特性曲线，如图 54 所示。

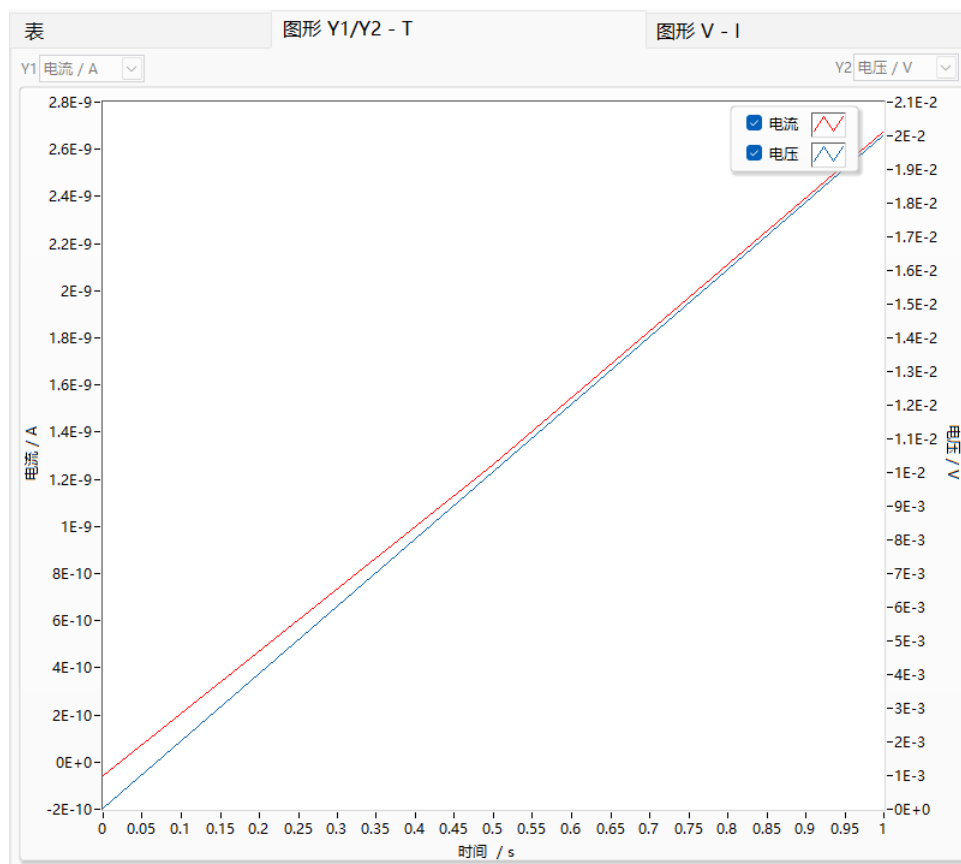


图 53. Y1/Y2-T 曲线

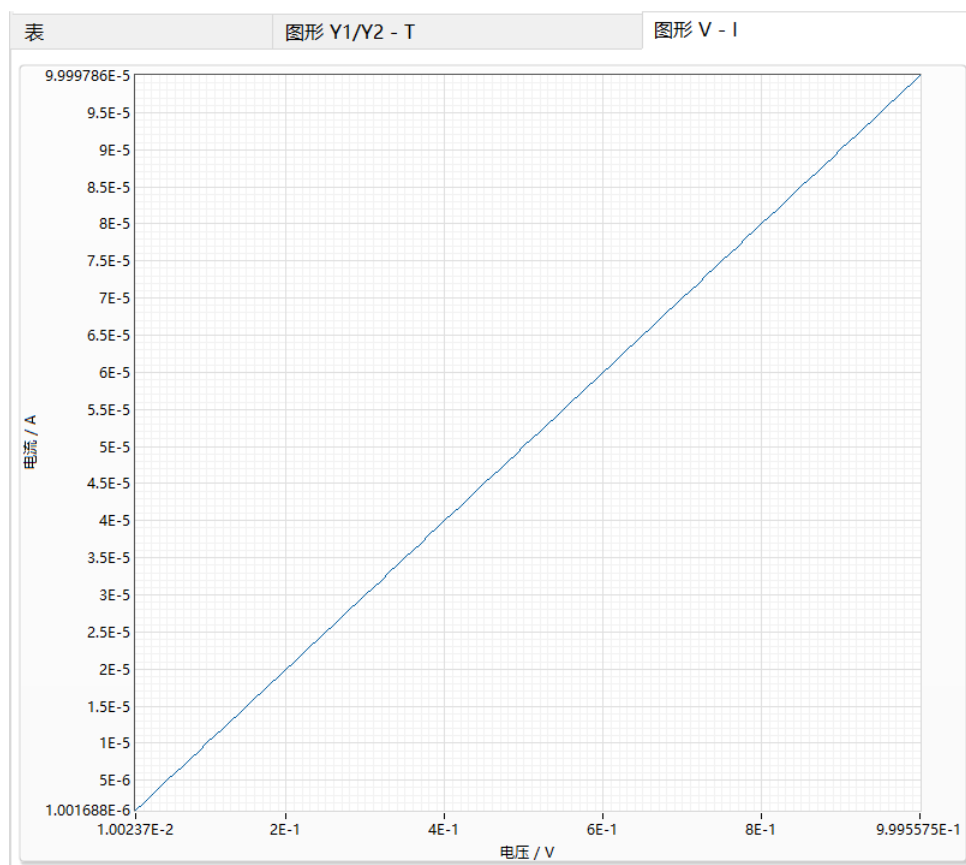


图 54. V-I 特性曲线查看

6.2.4. 保存数据

测量完毕后，点击保存数据。

第 7 章 远程通信指令

OE8101 支持 SCPI 编程指令。

7.1 SCPI 指令基础

7.1.1. 指令格式

SCPI (可编程仪器标准命令) 是一种用于控制测试和测量仪器的编程语言。SCPI 提供了具有标准化命令语法和风格的仪器控制，以及标准化的数据交换格式。

SCPI 有两种类型的命令，通用命令和子系统命令。指令结尾必须附加换行符 (line feed, \n, 十六进制 0x0A) 或回车符 (carriage return, \r, 十六进制 0x0D)；连续多条指令可以用分号 (;) 分隔。

7.1.1.1. 通用命令

通用命令由 IEEE 488.2 标准定义，用于执行常见的接口功能，如复位、状态和同步。所有通用命令均由星号开头的三个字母助记符组成，如:*RST、*IDN?、*CLS。通用命令属于 IEEE-488.2 通用命令组。

7.1.1.2. 子系统命令

子系统命令执行特定的仪器功能。它们可以是单个命令或一组命令，这些组由一个或多个级别低于根的命令组成。以下示例显示了子系统命令树的一部分，用户可通过该命令树访问沿各种路径位置的命令。其中，包括了一些 [可选] 命令。

* 输出子系统:

```
:OUTPut
  :SMODe <CPD>
  [:STATe] <Bool>
```

* 源子系统:

```
:SOURce
  :FUNctIon
    :[MODE] <CPD>
    :TYPE <CPD>
  :VOLTage
    :RANGe <range>
    [:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]
```

* 测量子系统:

```
[:SENSe]
  :DRATe<NRf+>
  :VOLTage[:DC]
  :RANGe:AUTO <B>
```


7.1.1.3. 多指令

多个 SCPI 命令可以组合在一起并作为一个具有一个消息终止符的单个消息发送。在一条消息中发送多个命令时，有两个重要的注意事项：

- 使用分号分隔消息中的命令。
- 有一个隐含的根目录会影响仪器如何解释命令。

根目录可以被认为是消息中每个命令之前插入的字符串。对于消息中的第一个命令，根目录是空字符串。对于每个后续命令，根目录定义为组成消息中前一个命令的头的字符，直到最后一个冒号分隔符。具有两个命令的消息示例是：

```
:OUTPut:STATe OFF;LOW GROund
```

它显示了使用分号分隔两个命令，并说明了根目录的概念。请注意，在第二个命令中，省略了前导头“OUTPut”，因为在“OUTPut:STATe OFF”命令之后，根目录被定义为“OUTPut”，因此仪器将第二个命令解释为：

```
:OUTPut:LOW GROund
```

事实上，在第二个命令中显式包含“OUTPut”，指令为：

```
:OUTPut:STATe OFF;OUTPut:LOW GROund
```

在语法上是不正确的，因为对于第二个指令，将其与根目录组合后的结果将是：

```
:OUTPut:OUTPut:LOW GROund
```

这是不正确的。若要重新声明根目录则需加上冒号，如：

```
:OUTPut:STATe OFF;;OUTPut:LOW GROund
```

7.1.1.4. 子系统之间跳转

为了组合来自不同子系统的命令，必须在消息中将根目录重置为空字符串。这是通过以冒号(:) 开始命令来完成的，它会丢弃任何先前的根目录。例如，用户可使用单个消息开启输出保护功能并打开输出继电器，方法是使用根说明符，如下所示：

```
:SOURce:VOLTage:PROTection:STATe ON;;OUTPut:STATe ON
```

以下消息显示了如何组合来自不同子系统以及同一子系统内的命令：

```
:SOURce:VOLTage MIN;VOLTage:PROTection:STATe ON;;OUTPut:STATe ON
```

7.1.1.5. 查询指令

使用查询指令时请注意以下事项。

- 在查询指示符(?) 和任何后续参数(如通道列表) 之间添加空格。
- 为返回的数据分配适当数量的变量。
- 在向仪器发送另一个命令之前，先读回查询的所有结果。否则将发生错误，未返回的数据将丢失。

7.2 通用命令

7.2.1. *IDN?

查询仪器 ID 和固件版本号。

举例：

*IDN?	返回示例： Sine Scientific Instruments,OE8101,S10072502,V2.01-1.09-1.50
-------	---

7.2.2. *RST

复位，将机器设置为开机时候的默认配置。

7.2.3. *CLS

清除 eventlog。

7.3 子系统命令

7.3.1. :FETCh?

类型	默认值
仅查询	无

该命令请求从读数缓冲区中获取最新的读取值。如果发送此命令多次且没有新读取值，则返回相同的值。如果读数缓冲区为空，则不返回。

用法：

```
:FETCh?
:FETCh? "<bufferName>"
:FETCh? "<bufferName>", <bufferElements>
```

参数：

<bufferName>	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
<bufferElements>	缓冲区元素选择项，默认为 READing，也就是 sense 的测量值。

要更改远程命令读取返回的数字位数，请使用 `:FORMat:ASCIi:PRECision` 命令。

<bufferElements> 参数选项描述：

选项	描述
READing	缓冲区元素选择项，默认为 READing，也就是 sense 的测量值。
SOURce	源测量值，如仪器设置为电压源，该值则表示实际输出的电压。
RELative	表示测量时的相对时间，单位为 s， 一般第一个测量点的相对时间为 0 s。
SOURUNIT	SOURce 读数的单位，有： 电压：Volt DC 电流：Amp DC
UNIT	READing 读数的单位，有： 电压：Volt DC 电流：Amp DC 电阻：Ohm 功率：Watt DC

举例：

<code>:FETCH?</code> <code>"defbuffer1",READ,SOURce</code>	同时查询 defbuffer1 缓冲区的 source 值和 reading 值 返回示例： +3.006450e-12,+1.000002e+00
---	--

7.3.2. :MEASure?

该命令进行测量，将其存储在读数缓冲区中，并返回最后一个读取值。

类型	默认值
仅查询	无

用法：

```
:MEASure?
:MEASure? "<bufferName>"
:MEASure? "<bufferName>", <bufferElements>
```

参数：

<bufferName>	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
<bufferElements>	缓冲区元素选择项，见 :FETCh? 指令

该命令进行测量，并将其存储在读数缓冲区中。如果未定义函数参数，则使用当前选择的测量函数。

该查询进行由 [:SENSe]:COUNt 指定的读取次数。如果进行多次读取，则所有读取值保存在读数缓冲区中。但是，只有最后一个读取值作为查询命令的结果返回。

要获取多个读取值，请使用 :TRACe:DATA? 命令。

如果指定了特定的读数缓冲区，则该缓冲区必须在进行测量之前存在。使用 :TRACe:MAKE 命令可以创建一个新的用户定义的读数缓冲区。

发送此命令会将测量函数更改为由 <function> 指定的函数。该函数在测量完成后仍保持选中状态。

:MEASure? 命令的执行与 :READ? 命令相同。

:MEASure:<function>? 命令与 [:SENSe]:FUNCTion 加上 :READ? 命令相同。

举例：

<code>:MEAS:CURR? "defbuffer1"</code>	测量电流，将其存储在缓冲区 defbuffer1 中，并返回最后一个读取值。 返回示例： +5.000286e-05
---------------------------------------	--

7.3.3. :READ?

该命令进行测量，将其存储在读数缓冲区中，并返回最后一个读取值。

类型	默认值
仅查询	无

用法：

```
:READ?
:READ? "<bufferName>"
:READ? "<bufferName>", <bufferElements>
```

参数：

<bufferName>	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
<bufferElements>	缓冲区元素选择项，见 :FETCh? 指令

该命令进行测量，并将其存储在读数缓冲区中。如果未定义函数参数，则使用当前选择的测量函数。

该查询进行由 [:SENSe]:COUNt 指定的读取次数。如果进行多次读取，则所有读取值保存在读数缓冲区中。但是，只有最后一个读取值作为查询命令的结果返回。

命令 :READ? 与 :MEASure? 相同，但 :READ? 命令不支持 <function> 参数。

举例：

<code>:READ? "defbuffer1"</code>	测量电流，将其存储在缓冲区 defbuffer1 中，并返回最后一个读取值。 返回示例： +5.000026e-05
----------------------------------	--

7.3.4. OUTPut 子系统

该子系统提供控制输出源的信息和设置。

7.3.4.1. :OUTPut:<function>:SMODE

此指令定义当输出关闭时源的状态。

类型	默认值
命令和查询	NORMAL

用法：

```
:OUTPut:<function>:SMODE <state>
:OUTPut:<function>:SMODE?
```

参数：

<function>	应用此设置的功能： 电流：CURRent[:DC] 电压：VOLTage[:DC]
<state>	输出关闭状态设置，设为以下值之一： 正常：NORMal 高阻抗：HIMPedance 零：ZERO

此命令为选定的功能设置源关闭时的状态。当设为输出关闭正常状态（NORMal），关闭源时进行以下设置：

- (1) 测量设为二线。
- (2) 选择电压源并设为 0 V。
- (3) 电流限值设为当前测量功能自动量程值的 10%。

当设为输出关闭高阻抗状态（HIMPedance），关闭源时进行以下设置：

- (1) 测量设为二线。
- (2) 输出继电器断开，断开仪器与负载的连接。

断开继电器将外部电路与仪器内部的输入和输出断开。为防止输出继电器过度损耗，请勿将此输出关闭状态用于频繁打开和关闭输出的测试。

当仪器连接到电源或其他源测量仪器时，应使用高阻抗输出关闭状态。在某些情况下，它也适用于电容等器件。

当设为输出关闭零输出状态（ZERO），关闭源时进行以下设置：

- (1) 测量设为二线。
- (2) 选择电压源并设为 0 V。
- (3) 量程设为当前选择的量程（关闭自动量程）。
- (4) 如果源为电压，电流限值不变。
- (5) 如果源为电流，电流限值设为编程的源电流值或当前电流量程满量程的 10%（取两者中的较大值）。
- (6) 选择输出关闭零输出状态时，由于仪器输出 0 V，用户可将仪器用作电流表。

举例：

:OUTP:CURR:SMOD HIMP	设置电流源功能的输出关闭状态为高阻，使仪器在输出关闭时断开输出继电器。
:OUTP:VOLT:SMOD?	查询电压源功能的输出关闭状态。 返回示例： NORMal

7.3.4.2. :OUTPut[:STATe]

该命令使能或关闭源输出。

类型	默认值
命令和查询	0(OFF)

用法：

```
:OUTPut[:STATe] <state>
:OUTPut[:STATe]?
```

参数：

<state>	关闭：0 或 OFF 开启：1 或 ON
---------	-------------------------

举例：

:OUTPut ON	开启输出。
:OUTPut 1	开启输出（同上）。
:OUTPut:STATe ON	开启输出（同上）。
:OUTPut:STATe 1	开启输出（同上）。
:OUTPut:STATe?	查询仪器当前输出是否开启。 返回示例： 1

7.3.4.3. :OUPTPut:INTerlock:TRIPped?

该命令用于查询高压输出使能状态

类型	默认值
查询	没有应用

用法：

```
:OUTPut:INTerlock:TRIPped?
```

返回值：

0	高压输出处于未开启状态，输出端口允许输出最大 36 V 电压
1	高压输出处于使能状态，输出端口允许输出最大 200 V 电压

7.3.4.4. :OUTPut:INTerlock:STATe

该命令用于查询/设置高压锁状态

类型	默认值
命令和查询	1 (ON)

用法：

```
:OUTPut:INTerlock:STATe <state>
:OUTPut:INTerlock:STATe?
```

参数：

<state>	ON：高压锁上锁，限制高压输出 OFF：高压锁解锁，允许高压输出
---------	-------------------------------------

举例：

<code>:OUTPut:INTerlock:STAtE OFF</code>	设置高压锁为解锁状态，以使能高压输出。
<code>:OUTPut:INTerlock:STAtE?</code>	查询当前高压锁设置状态。
	返回示例： 0
<code>:OUTPut:INTerlock:TRIPped?</code>	查询高压锁触发状态。
	返回示例： 1

7.3.4.5. :OUTPut:LOW

该命令设置/获取低端（Force Low 和 Sense Low）的连接状态

类型	默认值
命令和查询	GROund

用法：

```
:OUTPut:LOW <state>
:OUTPut:LOW?
```

参数：

<state>	低端接地：GROund 低端浮地：FLOat
---------	---------------------------

根据测试系统的需要，该指令可以设置低端接地或者浮地。

举例：

<code>:OUTPut:LOW FLOat</code>	设置系统输出引脚的低端（Force Low）浮地
--------------------------------	--------------------------

当输出开启时，设置该指令会导致输出关闭。

7.3.5. ROUTe 子系统

该子系统用于选择要启用的输入和输出端子（前面板或后面板）。

7.3.5.1. :ROUTe:TERMinals

该命令用于指定仪器使用哪组输入和输出端子。

类型	默认值
命令和查询	FRONt

用法：

```
:ROUTe:TERMinals <location>
:ROUTe:TERMinals?
```


参数：

<location>	使用前面板输入和输出端子：FRONT 使用后面板输入和输出端子：REAR
------------	---

输出开启状态时，切换端子会导致输出关闭。

举例：

:ROUTe:TERMinals FRONT :ROUTe:TERMinals?	设置输出端子为前面板输出端子。 查询当前输出端子设置。 返回示例： FRONT
---	--

7.3.6. SENSE 子系统

该子系统的指令用于配置和控制仪器的测量功能。许多指令是针对特定功能设置的（电流或电压）。用户可为每个功能设置量程，这些设置会随功能一起保存。

7.3.6.1. [:SENSe]:DRATe

该指令查询/设置所有测量功能（电流测量和电压测量）的采样率。

类型	默认值
命令和查询	50

用法：

```
[:SENSe]:DRATe <sample rate>
[:SENSe]:DRATe?
```

参数：

<sample rate>	采样速率： [2.5,7200] UP DOWN MINimum MAXimum DEFault
---------------	---

举例：

DRAT 100 DRAT?	设置所有测量功能采样率为 100。 查询采样率。 返回示例： 100,100
-------------------	---

当前仪器只支持 2.5, 5, 10, 16.6, 20, 50, 60, 100, 400, 1200, 2400, 4800, 7200 等采样率。系统采样时间（APERture）与采样率有一一对应关系，对应关系如表 4 所示。

7.3.6.2. [:SENSe]:<function>:RANGe:AUTO

此指令确定/查询测量量程是手动设置还是自动设置。

类型	默认值
命令和查询	ON(1)

表 4. 采样率和采样时间映射关系

采样率 (sample/second)	采样时间 (ms)
2.5	400.4
5	200.4
10	100.4
16.6	60.35
20	50.35
50	20.35
60	17.02
100	10.35
400	2.855
1200	1.188
2400	0.771
4800	0.563
7200	0.494

用法：

```
[ :SENSe]:<function>:RANGe:AUTO <state>
[ :SENSe]:<function>:RANGe:AUTO?
```

参数：

<function>	测量功能： 电流：CURRent[:DC] 电压：VOLTage[:DC]
<state>	设置为手动模式：OFF 或 0 设置为自动模式：ON 或 1

当启用自动量程时，仪器会自动选择最适合的量程，用于测量输入信号。当启用自动量程时，且输入信号达到量程的 100% 时，增加量程。当输入信号小于量程标称值的 10% 时，降低量程。

当此命令设置为 off 时，用户必须设置量程。如果不设置量程，仪器将保持自动量程最后选择的量程。如果通过前面板或远程命令手动选择了量程，此命令会自动设置为 off。

举例：

CURR:RANG:AUTO ON	设置电流测量量程为自动选择。
-------------------	----------------

7.3.6.3. [:SENSe]:<function>:RANGe:AUTO:LLIMit

此指令设置/查询自动选择测量量程时的最低量程。

类型	默认值
命令和查询	电流：10 nA 电压：20 mV

用法：

```
[ :SENSe]:<function>:RANGe:AUTO:LLIMit <n>
[ :SENSe]:<function>:RANGe:AUTO:LLIMit <DEF|MIN|MAX>
[ :SENSe]:<function>:RANGe:AUTO:LLIMit?
[ :SENSe]:<function>:RANGe:AUTO:LLIMit? <DEF|MIN|MAX>
```

参数：

<function>	测量功能： 电流：CURRent[:DC] 电压：VOLTage[:DC]
<n>	最低量程值： 电流：10 nA ~ 1 A 电压：20 mV ~ 200 V
<DEF MIN MAX>	DEFault(默认值)，MINimum(最小值)，或 MAXimum(最大值)

该功能在自动量程开启后才能使用。

举例：

:VOLT:RANG:AUTO:LLIM 15 :VOLT:RANG:AUTO:LLIM?	设置电压测量最低量程为 20 V。 查询电压测量最低量程。 返回示例： 20
--	---

7.3.6.4. [:SENSe]:<function>:RANGe[:UPPer]

此指令查询/设置测量量程。

类型	默认值
命令和查询	电流：100 μ A 电压：2 V

用法：

```
[ :SENSe]:<function>:RANGe[:UPPer] <n>
[ :SENSe]:<function>:RANGe[:UPPer] <DEF|MIN|MAX>
[ :SENSe]:<function>:RANGe[:UPPer]?
[ :SENSe]:<function>:RANGe[:UPPer]? <DEF|MIN|MAX>
```

参数：

<function>	测量功能： 电流：CURRent[:DC] 电压：VOLTage[:DC]
<n>	档位量程值： 电流：10 nA ~ 1 A 电压：20 mV ~ 200 V
<DEF MIN MAX>	DEFault(默认值)，MINimum(最小值)，或 MAXimum(最大值)

举例：

CURR:RANG 1	设置电流测量量程为 1 A。
-------------	----------------

7.3.6.5. [:SENSe]:<function>:RSENse

此指令查询/设置二线（Local）或四线（Remote）测量。

类型	默认值
命令和查询	0(OFF)

用法：

```
[:SENSe]:<function>:RSENse <state>
[:SENSe]:<function>:RSENse?
```

参数：

<function>	测量功能： 电流：CURREnt[:DC] 电压：VOLTage[:DC]
<state>	二线（Local）测量：0 或 OFF 四线（Remote）测量：1 或 ON

当被测端距离较远时，由于线损此时无法忽略，使用四线测量时，电源会根据 SENSE 线测得的电压或电流，自动调整输出，以补偿导线电阻引起的电压或电流损失。

举例：

VOLT:RSEN ON	设置电压为四线（Remote）测量。
--------------	--------------------

7.3.6.6. [:SENSe]:COUNT

此指令查询/设置一次测量的点数。

类型	默认值
命令和查询	1

用法：

```
[:SENSe]:COUNT <n>
[:SENSe]:COUNT <DEF|MIN|MAX>
[:SENSe]:COUNT?
[:SENSe]:COUNT? <DEF|MIN|MAX>
```

参数：

<n>	测量的点数：1~100000
<DEF MIN MAX>	DEFault(默认值)，MINimum(最小值)，或 MAXimum(最大值)

举例：

:SENS:FUNC CURR :TRAC:CLEAR :COUN 10	设置 sense 测量功能为电流测量。 清除缓冲区数据。 设置单次测量点数为 10（用于 :MEASure 和 :READ 命令，每次命令测量 10 个点，但返回最后 1 个）。
:MEAS?	测量 10 次，但返回最后一次测试结果。 返回示例： -5.693831e-05
:TRAC:DATA? 1,10	读取所有十次测量。 返回示例： -7.681046e-05,-2.200288e-04,-9.086048e-05, -6.388056e-05,-7.212282e-05,-4.874761e-05, -4.741654e-04,-6.811028e-05,-5.110232e-05, -5.693831e-05

7.3.6.7. [:SENSe]:FUNction[:ON]

此指令查询/设置系统测量开启功能。

类型	默认值
命令和查询	电流 (CURRent)

用法：

```
[:SENSe]:FUNction[:ON] <function>
[:SENSe]:FUNction[:ON]?
```

参数：

<function>	测量功能： 电流：CURRent 电压：VOLTage 电阻：RESistance
------------	--

举例：

:FUNC VOLT	设置开启电压测量功能。
------------	-------------

7.3.7. SOURce 子系统

该子系统的指令用于配置和控制仪器的电压驱动和电流驱动功能。

7.3.7.1. :SOURce:<function>:HIGH:CAPacitance

此指令查询/设置驱动大电容模式。

类型	默认值
命令和查询	0(OFF)

用法：

```
:SOURce:<function>:HIGH:CAPacitance <state>
:SOURce:<function>:HIGH:CAPacitance?
```

参数：

<function>	驱动功能： 电流：CURREnt[:DC] 电压：VOLTage[:DC]
<state>	关闭大电容模式：OFF 或 0 打开大电容模式：ON 或 1

当仪器在测量低电流并驱动容性负载时，可能会出现超调、振铃和不稳定现象。用户可启用大电容模式以尽量减少这些问题。但大电容模式会降低系统带宽，延长输出的上升时间等。

举例：

:SOURce:voltage:HIGH:CAPacitance 1	开启电压源模式下的大电容模式。
:SOURce:voltage:HIGH:CAPacitance?	查询大电容模式设置。 返回示例： 1

7.3.7.2. :SOURce:<function>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]

此指令查询/设置驱动 DC 值。

类型	默认值
命令和查询	电流：50 μ A 电压：1 V

用法：

```
:SOURce:<function>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <value>
:SOURce:<function>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude] <DEF|MIN|MAX>
:SOURce:<function>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]?
:SOURce:<function>[:LEVel][:IMMediate][:AMPLitude]? <DEF|MIN|MAX>
```

参数：

<function>	驱动功能： 电流：CURREnt 电压：VOLTage
<value>	幅值： 电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
<DEF MIN MAX>	DEFault(默认值)，MINimum(最小值)，或 MAXimum(最大值)

设置/查询驱动 DC 值的最大、最小、默认值与设置的驱动量程有关，比如设置的电压驱动量程为 20 V，则设置驱动 DC 值最大为 21 V，最小为-21 V。

举例：

:SOURce:VOLTage:LEVel:IMMediate: AMPLitude 2	将输出电压源设置为 2 V。
:SOUR:VOLT 2	将输出电压源设置为 2 V (同上)。
:SOUR:VOLT?	查询电压源设置值。 返回示例： 2

7.3.7.3. :SOURce:<function>:<x>LIMit[:LEVel]

此指令查询/设置相应功能限制值。

类型	默认值
命令和查询	电流: 105 μ A 电压: 1 V

用法：

```
:SOURce:CURRent:VLIMit[:LEVel] <value>
:SOURce:CURRent:VLIMit[:LEVel] <DEF|MIN|MAX>
:SOURce:CURRent:VLIMit[:LEVel]?
:SOURce:CURRent:VLIMit[:LEVel]? <DEF|MIN|MAX>
:SOURce:VOLTage:ILIMit[:LEVel] <value>
:SOURce:VOLTage:ILIMit[:LEVel] <DEF|MIN|MAX>
:SOURce:VOLTage:ILIMit[:LEVel]?
:SOURce:VOLTage:ILIMit[:LEVel]? <DEF|MIN|MAX>
```

参数：

<function>	驱动功能： 电流: CURRent[:DC] 电压: VOLTage[:DC]
<x>	限制功能： 电流: I 电压: V
<value>	限制值： 电流: 1 nA-1.05 A 电压: 0.02 V-210 V
<DEF MIN MAX>	DEFault(默认值)，MINimum(最小值)，或 MAXimum(最大值)

在电压源模式下限制电流值，电流源模式下限制电压制，从而限制特定功率。

举例：

:SOURce:VOLTage:ILIMit:LEVel 6e-05	设置电压源模式下的电流限制值。
:SOURce:VOLTage:ILIMit:LEVel?	查询电压源模式下的电流限制值。 返回示例： 6e-05

7.3.7.4. :SOURce:<function>:RANGe

此指令查询/设置驱动量程。

类型	默认值
命令和查询	电流：100 μ A 电压：2 V

用法：

```
:SOURce:<function>:RANGe <value>
:SOURce:<function>:RANGe <DEF|MIN|MAX>
:SOURce:<function>:RANGe?
```

参数：

<function>	驱动功能： 电流源：CURRent 电压源：VOLTage
<value>	电流：10 nA~1 A 电压：20 mV~200 V
<DEF MIN MAX>	DEFAult(默认值)，MINimum(最小值)，或 MAXimum(最大值)

举例：

:SOURce:VOLTage:RANGe MINimum	设置电压源的量程为最小量程，并查询。
:SOURce:VOLTage:RANGe?	返回示例： 0.02

7.3.7.5. :SOURce:VOLTage:PROTection[:LEVel]

此指令查询/设置过压保护值。

类型	默认值
命令和查询	NONE

用法：

```
:SOURce:VOLTage:PROTection[:LEVel] <n>
:SOURce:VOLTage:PROTection[:LEVel]?
```


参数：

<n>	过压保护值设置为 <n>, <n> 为 PROT2, PROT5, PROT10, PROT20, PROT40, PROT60, PROT80, PROT100, PROT120, PROT140, PROT160, PROT180, 或 NONE
-----	---

举例：

:SOURce:VOLTage:PROTection:level prot160	设置过压保护值为 160 V。
:SOURce:VOLTage:PROTection:level?	查询过压保护值。 返回示例： PROT160

7.3.7.6. :SOURce:LIST:<function>

此指令设置/获取列表模式的列表值。该列表用于 sweep 模式。

类型	默认值
命令和查询	没有应用

用法：

```
:SOURce:LIST:CURREnt <list>
:SOURce:LIST:CURREnt?
:SOURce:LIST:VOLTage <list>
:SOURce:LIST:VOLTage?
```

参数：

<list>	电流: -1.05 A~1.05 A 电压: -210 V~210 V
--------	--

此命令定义了一个最多包含 100 个源值的源列表。

该列表由 :SOURce:SWEep:<function>:LIST 命令使用, 以定义扫描的源值。

当开始扫描时, 仪器将依次输出列表中的每个电流或电压值。在每个源值都会进行一次测量。

如果已存在列表, 它将被新列表替换。当发送此命令时, 如果功能设置为电流, 仪器将创建一个名为 CurrCustomSweepList 的源配置列表; 如果功能设置为电压, 将创建一个名为 VoltCustomSweepList 的源配置列表。

要向现有列表添加源值, 请使用 :SOURce:LIST:<function>:APPend 命令。

举例：

*RST :SOURce:LIST:VOLTage 0,0.5,1.0,1.5,2.0 :SOURce:LIST:VOLTage?	重置仪器。 设置电压源列表为: 0 V, 0.5 V, 1.0 V, 1.5 V, 2 V, 共 5 个值。 查询列表值。 返回示例: 0,0.5,1,1.5,2
--	---

该列表只用于 sweep 模式不用于 pulse sweep 模式, pulse sweep 模式的列表请用

:SOURce:PULSe:LIST:<function> 指令进行设置。

7.3.7.7. :SOURce:LIST:<function>:APPend

此命令设置驱动 list 模式时列表值添加。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:SOURce:LIST:CURREnt:APPend <list>
:SOURce:LIST:VOLTage:APPend <list>
```

参数：

<list>	电流: -1.05 A~1.05 A 电压: -210 V~210 V
--------	--

举例：

:SOURce:LIST:VOLTage:APPend 1.5,1.0,0.5,0 :SOURce:LIST:VOLTage?	在原有电压源列表后添加: 1.5 V, 1.0 V, 0.5 V, 0 V。 查询列表值。 返回示例: 0,0.5,1,1.5,2,1.5,1,0.5,0
---	--

7.3.7.8. :SOURce:LIST:<function>:POINts?

此指令获取特定驱动 list 模式的列表长度。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SOURce:LIST:CURREnt:POINts?
:SOURce:LIST:VOLTage:POINts?
```

举例：

:SOURce:LIST:VOLTage: POINts?	查询电压源列表长度 (个数) 返回示例: 9
----------------------------------	------------------------------

7.3.7.9. :SOURce:SWEep:<function>:LINear

此指令设置特定驱动线性扫描配置 (使用步数)。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:SOURce:SWEep:<function>:LINear <start>, <stop>, <points>
:SOURce:SWEep:<function>:LINear <start>, <stop>, <points>, <delay>
:SOURce:SWEep:<function>:LINear <start>, <stop>, <points>, <delay>,
<count>
```

参数：

<function>	电流扫描:CURRent[:DC] 电压扫描:VOLTage[:DC]
<start>	扫描开始位置： 电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
<stop>	扫描结束位置： 电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
<points>	开始值和结束值之间扫描的点数。如果想设置的步长为 Step，那么 点数 Points=[(Stop-Start)/Step]+1。
<delay>	测量点之间的延时。
<count>	执行扫描的循环次数，默认为 1。

举例：

*RST :SOUR:FUNC VOLT :SOUR:VOLT:RANG 2 :SENS:FUNC CURR :SENS:CURR:RANG 100e-6 :SOURce:SWEep:volt:LINear 1,2,5,1,2 :INIT	重置仪器。 设置驱动为电压。 设置驱动量程为 2 V。 设置测量功能为电流。 设置测量量程为 100 μA。 设置线性扫描，1 V 到 2 V 共 5 个点，测量点间延时 1 s，循环 2 次。 开始扫描。
:trace:data? 1,10, "defbuffer1", source, reading,relative	读取 buffer 中的所有 10 个测试点数据。 返回示例：电压 (V)，电流 (A)，时间 (s) +1.000028e+00,+9.946382e-07,+0.000000e+00, +1.250033e+00,+1.245058e-06,+1.021884e+00,

7.3.7.10. :SOURce:SWEep:<function>:LINear:STEP

此指令设置特定驱动线性扫描配置（使用步进）。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:SOURce:SWEep:<function>:LINear:STEP <start>, <stop>, <steps>
:SOURce:SWEep:<function>:LINear:STEP <start>, <stop>, <steps>, <
delay>
:SOURce:SWEep:<function>:LINear:STEP <start>, <stop>, <steps>, <
delay>, <count>
```

参数：

<function>	电流扫描:CURRent[:DC] 电压扫描:VOLTage[:DC]
<start>	扫描开始位置: 电流: -1.05 A~1.05 A 电压: -210 V~210 V
<stop>	扫描结束位置: 电流: -1.05 A~1.05 A 电压: -210 V~210 V
<steps>	扫描时改变的步长, 必须大于 0。Points=[(Stop-Start)/Step]+1。
<delay>	测量点之间的延时。
<count>	执行扫描的循环次数, 默认为 1。

举例：

*RST SOUR:FUNC VOLT SOUR:VOLT:RANG 2 SENS:FUNC CURR SENS:CURR:RANG 100e-6 :SOURce:SWEep:volt:LINear: step 1,2,0.1,1,2 :INIT	重置仪器。 设置驱动为电压。 设置驱动量程为 2 V。 设置测量功能为电流。 设置测量量程为 100 μ A。 设置线性扫描, 1 V 到 2 V, 步进 0.1 V, 测量点间延时 1 s, 循环 2 次。 开始扫描。
:trace:actual?	查询当前 buffer 中有多少组测试数据。 返回示例: 22

7.3.7.11. :SOURce:SWEep:<function>:LIST

此指令设置特定驱动列表扫描配置。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:SOURce:SWEep:<function>:LIST <startIndex>
:SOURce:SWEep:<function>:LIST <startIndex>, <delay>
:SOURce:SWEep:<function>:LIST <startIndex>, <delay>, <count>
```

参数：

<function>	电流扫描:CURRent[:DC] 电压扫描:VOLTage[:DC]
<startIndex>	配置列表中扫描开始的索引; 默认值为 1
<delay>	测量点之间的延时。
<count>	执行扫描的循环次数, 默认为 1。 无限循环: 0 有限循环: 1~268435455

举例：

此例子用:SOURce:LIST:<function> 指令设置列表配置供扫描使用。

<pre>*RST DRATE 7200 SENS:FUNC CURR SENS:CURR:RANG:AUTO ON SENS:CURR:RSEN OFF SOUR:FUNC VOLT SOUR:VOLT:RANG 20 SOUR:VOLT:ILIM 1 SOUR:LIST:VOLT 1, 5,1,5,1,5 SOUR:SWE:VOLT:LIST 1,0.2,2 INIT</pre>	*RST 复位。 设置采样率为 7.2 kSPS。 设置测量功能为电流。 设置测量自动档位。 关闭四线法采样。 设置为电压源模式。 设置电压源量程为 20 V。 设置电流限制值为 1 A。 设置电压驱动依次为 1 V, 5 V, 1 V, 5 V, 1 V, 5 V。 从列表的第 1 个开始输出，每个测试点 200 ms，循环 2 次。 开始扫描。
<pre>:trace:data? 1,12, "defbuffer1", source, reading,relative</pre>	读取 buffer 中的所有 12 个测试点数据。 返回示例：电压 (V)，电流 (A)，时间 (s) +1.000152e+00,+1.002914e-06,+0.000000e+00, +5.000261e+00,+4.991457e-06,+2.020260e-01,

7.3.7.12. :SOURce:PULSe:LIST:<function>

此指令设置/获取脉冲列表值。

类型	默认值
命令和查询	没有应用

用法：

```
:SOURce:PULSe:LIST:CURRent <list>
:SOURce:PULSe:LIST:CURRent?
:SOURce:PULSe:LIST:VOLTage <list>
:SOURce:PULSe:LIST:VOLTage?
```

参数：

<list>	电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
--------	--------------------------------------

举例：

<pre>*RST :SOURce:PULSe:LIST:voltage 0.5,0,1,0,1.5,0,2,0 :SOURce:PULSe:LIST:voltage?</pre>	重置仪器。 设置 pulse 列表。 查询 pulse 列表。 返回示例： 0.5,0,1,0,1.5,0,2,0
--	---

7.3.7.13. :SOURce:PULSe:LIST:<function>:APPend

此指令设置驱动脉冲列表模式的拓展列表。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:SOURce:PULSe:LIST:CURRent:APPend <list>
:SOURce:PULSe:LIST:VOLTage:APPend <list>
```

参数：

<list>	电流： -1.05 A~1.05 A 电压： -210 V~210 V
--------	--

举例：

:SOURce:PULSe:LIST:VOLTage: APPend 1,0,2,0 :SOURce:PULSe:LIST:voltage?	添加 4 个点到 pulse 列表。 查询 pulse 列表。 返回示例： 0.5,0,1,0,1.5,0,2,0,1,0,2,0
--	--

7.3.7.14. :SOURce:PULSe:LIST:<function>:POINTs?

此指令获取脉冲驱动列表模式的列表长度。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SOURce:PULSe:LIST:CURRent:POINTs?
:SOURce:PULSe:LIST:VOLTage:POINTs?
```

举例：

:SOURce:PULSe:LIST:voltage:POINTs?	查询电压 pulse 列表的个数。 返回示例： 12
------------------------------------	----------------------------------

7.3.7.15. :SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear

此指令设置特定驱动线性扫描配置（使用步数）。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear <biasLevel>,<start>,<stop>,<
points>,<pulseWidth>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear <biasLevel>,<start>,<stop>,<
points>,<pulseWidth>,<measEnable>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear <biasLevel>,<start>,<stop>,<
points>,<pulseWidth>,<measEnable>, "defbuffer1"
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear <biasLevel>,<start>,<stop>,<
points>,<pulseWidth>,<measEnable>, "defbuffer1",<delay>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear <biasLevel>,<start>,<stop>,<
points>,<pulseWidth>,<measEnable>, "defbuffer1",<delay>,<offTime>
,<count>
```

参数：

<function>	电流脉冲扫描：CURRent[:DC] 电压脉冲扫描：VOLTage[:DC]
<biasLevel>	在 pulse 之前以及 pulse 之间（offTime 时）的输出幅度值
<start>	扫描开始位置： 电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
<stop>	扫描结束位置： 电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
<points>	开始值和结束值之间扫描的点数。如果想设置的步长为 Step，那么 点数 $Points = [(Stop - Start) / Step] + 1$ 。
<pulseWidth>	脉冲宽度
<measEnable>	是否开启测量
"defbuffer1"	缓冲区名称 <bufferName>；当前只允许使用默认缓冲区"defbuffer1"
<delay>	第一个 pulse 之前，输出保持在 biasLevel 的时间：0~10,000 s 默认 = <pulseWidth>
<offTime>	每个 pulse 之后，输出保持在 biasLevel 的时间：0~10,000 s 默认 = <pulseWidth>
<count>	执行扫描的循环次数，默认为 1。

举例：

<pre>*RST :sour:func volt :sour:volt:rang 2 curr:rang 1e-5 sour:volt:ilim 1e-5 :sour:puls:swe:volt:lin 0,-1,1,11,0.5,1, "defbuffer1",1,0.5,2 :INIT</pre>	重置仪器。 设置为电压源。 电压量程设为 2 V。 电流档位设置为 10 μA 档。 限流设置为 10 μA。 从 -1 V 到 1 V, 11 个点, 脉宽 0.5 s, 使能测量, 测试数据存储于默认的 defbuffer1, 测量延时为 1 s, offtime 为 0.5 s (周期为 1 s), 扫描 2 次 (共 22 个点)。 使用 INITiate 指令触发扫描。
<pre>:TRACe:ACTual?</pre>	查询默认缓冲区中有几组数据。 返回示例： 22
<pre>:TRACe:data? 1,22, "defbuffer1",source, reading</pre>	返回示例：电压 (V), 电流 (A) -1.00003e+00,-1.00293e-06, -8. 00027e-01,-8.03120e-07, -6.00033e-01,-6.03244e-07,

7.3.7.16. :SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear:STEP

此指令设置特定驱动线性扫描配置（使用步进）。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear:STEP <biasLevel>,<start>, <
  stop>, <steps>, <pulseWidth>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear:STEP <biasLevel>,<start>, <
  stop>, <steps>, <pulseWidth>, <measEnable>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear:STEP <biasLevel>,<start>, <
  stop>, <steps>, <pulseWidth>, <measEnable>, "defbuffer1",<delay>,
  <count>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LINear:STEP <biasLevel>,<start>, <
  stop>, <steps>, <pulseWidth>, <measEnable>, "defbuffer1",<delay>
  >,<offTime>,<count>
```

参数：

<function>	电流扫描：CURRENT[:DC] 电压扫描：VOLTage[:DC]
<biasLevel>	在 pulse 之前以及 pulse 之间 (offTime 时) 的输出幅度值

<start>	扫描开始位置： 电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
<stop>	扫描结束位置： 电流：-1.05 A~1.05 A 电压：-210 V~210 V
<steps>	扫描时改变的步长，必须大于 0。Points=[(Stop-Start)/Step]+1。
pulseWidth	脉冲宽度
measEnable	是否开启测量
"defbuffer1"	缓冲区名称 <bufferName>；当前只允许使用默认缓冲区"defbuffer1"
<delay>	第一个 pulse 之前，输出保持在 biasLevel 的时间：0~10,000 s 默认 =<pulseWidth>
<offTime>	每个 pulse 之后，输出保持在 biasLevel 的时间：0~10,000 s 默认 =<pulseWidth>
<count>	执行扫描的循环次数，默认为 1。

举例：

<pre>*RST SOUR:FUNC VOLT SOUR:VOLT:RANG 2 SENS:FUNC CURR SENS:CURR:RANG 100e-6 :SOURce:Pulse:SWEep:volt: LINear:step 0,1,2,0.1,0.5, 1,"defbuffer1", 1,0.5,1 :INIT</pre>	重置仪器。 设置驱动为电压。 设置驱动量程为 2 V。 设置测量功能为电流。 设置测量量程为 100 μA。 设置线性扫描，1 V 到 2 V，步进 0.1 V，脉宽 0.5 s，使能测试，存储于默认 buffer，delay 1 s，offtime 0.5 s，循环 1 次。 开始扫描。
---	---

7.3.7.17. :SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LIST

设置电流脉冲列表扫描配置

类型	默认值
命令和查询	电压源模式 (VOLTage)

用法：

```
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LIST <pulseWidth>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LIST <pulseWidth>, <measEnable>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LIST <pulseWidth>, <measEnable>, "
  defbuffer1",<startIndex>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LIST <pulseWidth>, <measEnable>, "
  defbuffer1",<startIndex>, <count>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LIST <pulseWidth>, <measEnable>, "
  defbuffer1",<startIndex>, <count>, <delay>
:SOURce:PULSe:SWEep:<function>:LIST <pulseWidth>, <measEnable>, "
  defbuffer1",<startIndex>, <count>, <delay>, <offTime>
```

参数：

<function>	电流扫描: CURRent[:DC] 电压扫描: VOLTage[:DC]
<pulseWidth>	脉冲宽度
<measEnable>	是否开启测量
"defbuffer1"	缓冲区名称 <bufferName>; 当前只允许使用默认缓冲区"defbuffer1"
<startIndex>	配置列表中扫描开始的索引; 默认值为 1
<count>	执行扫描的循环次数, 默认为 1。
<delay>	第一个 pulse 之前, 输出保持在 biasLevel 的时间。
<offTime>	每个 pulse 之后, 输出保持在 biasLevel 的时间: 0~10,000 s 默认 =<pulseWidth>

举例:

<pre>*RST DRATE 7200 SOUR:FUNC VOLT SOUR:VOLT:RANG 2 SENS:FUNC CURR SENS:CURR:RANG 100e-6 :SOURce:PULSe:LIST:voltage 0.5,1,1.5,2.0 :SOURce:PULSe:SWEep:voltage: LIST 0.1, 1,"defbuffer1", 1, 1, 0.2, 0.1 :INIT</pre>	重置仪器。 设置采样率为 7.2 kSPS。 设置驱动为电压。 设置驱动量程为 2 V。 设置测量功能为电流。 设置测量量程为 100 μA。 设置扫描点为 0.5, 1.0, 1.5, 2.0 V。 设置脉宽为 0.1 s, 使能测量, 使用默认 buffer, 从 list 第 1 个点开始, 循环 1 次, delay 时间 0.2 s, offtime 时间 0.1 s。 开始扫描。
--	--

7.3.7.18. :SOURce:PULSe:TRain:<function>

设置电流脉冲列表扫描配置

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法:

```
:SOURce:PULSe:TRain:<function> <biasLevel>, <pulseLevel>, <
  pulseWidth>, <count>
:SOURce:PULSe:TRain:<function> <biasLevel>, <pulseLevel>, <
  pulseWidth>, <count>, <measEnable>
:SOURce:PULSe:TRain:<function> <biasLevel>, <pulseLevel>, <
  pulseWidth>, <count>, <measEnable>, "<bufferName>"
:SOURce:PULSe:TRain:<function> <biasLevel>, <pulseLevel>, <
  pulseWidth>, <count>, <measEnable>, "<bufferName>", <delay>
:SOURce:PULSe:TRain:<function> <biasLevel>, <pulseLevel>, <
  pulseWidth>, <count>, <measEnable>, "<bufferName>", <delay>, <
  offTime>
```

参数:

<function>	电流扫描: CURRent 电压扫描: VOLTage
<biasLevel>	在 pulse 之前以及 pulse 之间 (offTime 时) 的输出幅度值
<pulseLevel>	脉冲幅度
<pulseWidth>	脉冲宽度
<count>	执行脉冲的次数
<measEnable>	是否开启测量
"defbuffer1"	缓冲区名称 <bufferName>; 当前只允许使用默认缓冲区 "defbuffer1"
<delay>	第一个 pulse 之前, 输出保持在 biasLevel 的时间。
<offTime>	每个 pulse 之后, 输出保持在 biasLevel 的时间: 0~10,000 s 默认 =<pulseWidth>

举例:

*RST DRATE 7200 SOUR:FUNC VOLT SOUR:VOLT:RANG 2 SENS:FUNC CURR SENS:CURR:RANG 100e-6 :SOURce:PULSe:TRain: Voltage 0,2,0.5,10,1, "defbuffer1",1,0.5 :INIT	重置仪器。 设置采样率为 7.2 kSPS 设置驱动为电压。 设置驱动量程为 2 V。 设置测量功能为电流。 设置测量量程为 100 μ A。 设置 biasLevel = 0 V, 脉冲幅度为 2 V, 脉冲宽度为 0.5 s, 脉冲次数为 10, 使能测量, 存储于默认 buffer, delay 时间 1 s, offtime 时间为 0.5 s 开始扫描。
:TRACe:ACTual?	查询默认缓冲区中有几组数据 返回示例: 10
:trace:data? 1,10, "defbuffer1", source, reading,relative	读取 buffer 中的所有 10 个测试点数据。 返回示例: 电压 (V), 电流 (A), 时间 (s) +1.999997e+00,+1.983652e-06,+0.000000e+00, +1.999999e+00,+1.984771e-06,+9.999994e-01, +2.000001e+00,+1.986833e-06,+2.000000e+00,

7.3.7.19. :SOURce:FUNCTION[:MODE]

此指令设置/获取驱动模式。

类型	默认值
命令和查询	电压源模式 (VOLTage)

用法:

```
:SOURce:FUNCTION[:MODE] <function>
:SOURce:FUNCTION[:MODE]?
```

参数:

<function>	电压源模式: VOLTage 电流源模式: CURRent
------------	----------------------------------

举例：

:SOUR:FUNC CURR	设置驱动功能为电流源。
:SOUR:FUNC?	查询驱动功能。
	返回示例： CURRent

在 OUTPUT 的为 ON 的情况下不能更改驱动模式。

7.3.8. SYSTem 子系统

该子系统包含仪器整体运行的指令，例如通信、事件日志、核心温度。

7.3.8.1. :SYSTem:COMMunication:LAN:CONFigure

此指令设置/获取以太网配置。

类型	默认值
命令和查询	AUTO

用法：

```
:SYSTem:COMMunication:LAN:CONFigure "AUTO"
:SYSTem:COMMunication:LAN:CONFigure "MANual,<IPAddress>"
:SYSTem:COMMunication:LAN:CONFigure "MANual,<IPAddress>,<NETmask>"
:SYSTem:COMMunication:LAN:CONFigure "MANual,<IPAddress>,<NETmask>,<GATeway>"
:SYSTem:COMMunication:LAN:CONFigure?
```

参数：

AUTO	使用自动配置的局域网设置（默认）
MANual	使用手动配置的局域网设置
<IPAddress>	局域网 IP 地址；必须是一个以点分十进制表示的字符串；如果模式设置为手动，则此项为必填（默认值为"0.0.0.0"）
<NETmask>	局域网子网掩码；必须是一个以点分十进制表示的字符串（默认值为"255.255.255.0"）
<GATeway>	局域网默认网关；必须是一个以点分十进制表示的字符串（默认值为"0.0.0.0"）

举例：

:SYSTem:COMMunication:LAN:CONFigure?	查询当前的以太网配置。
	返回示例： auto,192.168.1.10,255.255.255.0,192.168.1.1

7.3.8.2. :SYSTem:COMMunication:LAN:MACAddress?

此指令获取硬件 MAC 地址。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:COMMunication:LAN:MACaddress?
```

举例：

:SYSTem:COMMunication: LAN:MACaddress?	查询当前的以太网 MAC 地址。 返回示例： 4C:01:6C:A0:51:29
---	--

7.3.8.3. :SYSTem:ERRor[:NEXT]?

此指令获取下一个错误信息。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:ERRor[:NEXT]?
```

举例：

:SYSTem:ERRor:COUNT?	查询当前错误数量。 返回示例： 4
:SYSTem:ERRor:NEXT?	获取下一个错误信息。 返回示例： -113,"Undefined header"
:SYSTem:ERRor:NEXT?	获取下一个错误信息。 返回示例： -101,"Invalid character"
:SYSTem:ERRor:COUNT?	再次查询当前错误数量。 返回示例： 2

7.3.8.4. :SYSTem:ERRor:COUNT?

此指令获取目前的错误数量。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:ERRor:COUNT?
```

举例：

:SYSTem:ERRor:COUNT?	查询当前错误数量。 返回示例： 4
----------------------	-------------------------

7.3.8.5. :SYSTem:VERsion?

此指令获取系统 SCPI 指令集版本。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:VERsion?
```

举例：

:SYSTem:VERsion?	获取系统 SCPI 指令集版本。 返回示例： 1999.0
------------------	-------------------------------------

7.3.8.6. :SYSTem:TEMPerature:CORe?

此指令获取 CPU 核心温度值。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:TEMPerature:CORe?
```

举例：

:SYSTem:TEMPerature:CORe?	获取 CPU 核心温度值。 返回示例： +79.0865
---------------------------	------------------------------------

7.3.8.7. :SYSTem:TEMPerature:PSEnSor?

此指令获取正端散热片温度值。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:TEMPerature:PSensor?
```

举例：

:SYSTem:TEMPerature:PSensor?	获取正端散热片温度值。 返回示例： +37.9375
------------------------------	----------------------------------

7.3.8.8. :SYSTem:TEMPerature:NSensor?

此指令获取负端散热片温度值。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:TEMPerature:NSensor?
```

举例：

:SYSTem:TEMPerature:NSensor?	获取负端散热片温度值。 返回示例： +32.2500
------------------------------	----------------------------------

7.3.8.9. :SYSTem:TEMPerature:OVERload?

此指令获取温度是否超过阈值。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:TEMPerature:OVERload?
```

举例：

:SYSTem:TEMPerature:OVERload?	获取温度是否超过阈值。 返回示例： 0
-------------------------------	---------------------------

7.3.8.10. :SYSTem:OLOop?

此指令获取当前是否处于开环。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:SYSTem:OLOop?
```

举例：

:SYSTem:OLOop?	查询当前是否处于开环状态。 返回示例： 0
----------------	-----------------------------

7.3.9. TRACe 子系统

此子系统包含控制读数缓冲区的指令。

7.3.9.1. :TRACe:ACTual?

此指令指定读数缓冲区中的读取数。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:TRACe:ACTual?
:TRACe:ACTual? "defbuffer1"
```

参数：

"defbuffer1"	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
--------------	-------------------------------

举例：

:TRACe:ACTual?	返回 defbuffer1 中的读数数量。 返回示例： 247
----------------	---------------------------------------

7.3.9.2. :TRACe:ACTual:END?

此指令指示读数缓冲区中的最后一个索引。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:TRACe:ACTual:END?
:TRACe:ACTual:END? "defbuffer1"
```

参数：

"defbuffer1"	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
--------------	-------------------------------

举例：

:TRACe:ACTual:END?	返回默认缓冲区" defbuffer1" 的最后一个索引。 返回示例： 247
--------------------	---

7.3.9.3. :TRACe:ACTual:START?

此指令指示读数缓冲区中的起始索引。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:TRACe:ACTual:START?
:TRACe:ACTual:START? "defbuffer1"
```

参数：

"defbuffer1"	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
--------------	-------------------------------

举例：

:TRACe:ACTual:START?	返回默认缓冲区" defbuffer1" 中的第一个索引。 返回示例： 1
----------------------	---

7.3.9.4. :TRACe:CLEar

此指令清除指定缓冲区中的所有读数和数据。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:TRACe:CLEar
:TRACe:CLEar "defbuffer1"
```

参数：

"defbuffer1"	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
--------------	-------------------------------

举例：

:TRACe:CLEar	清除默认缓冲区" defbuffer1" 的所有读数和数据。 返回示例： 1
:TRACe:ACTual?	返回 defbuffer1 中的读数数量。 返回示例： 0

7.3.9.5. :TRACe:DATA?

此指令从指定的读数缓冲区返回指定的数据元素。

类型	默认值
仅查询	没有应用

用法：

```
:TRACe:DATA? <startIndex>, <endIndex>
:TRACe:DATA? <startIndex>, <endIndex>, "defbuffer1"
:TRACe:DATA? <startIndex>, <endIndex>, "defbuffer1", <bufferElements>
```

参数：

<startIndex>	返回缓冲区的起始索引；必须为 1 或更大
<endIndex>	要返回的缓冲区的结束索引
"defbuffer1"	缓冲区名称；当前只能使用默认缓冲区"defbuffer1"
<bufferElements>	缓冲区数据中需要打印的部分。如果没有指定，则打印读数。

<bufferElements> 可供选择的参数描述如下：

选项	描述
READing	测量的读数。如果 <bufferElements> 没有设定，则这个选项被使用。
RELative	测量数据点的相对时间
SOURce	源值。

举例：

:TRACe:ACTual?	返回默认缓冲区 defbuffer1 中的读数数量。 返回示例： 104
:TRACe:DATA? 1,10	读取默认缓冲区 defbuffer1 中的读数 (reading 值)，索引 1~10，共 10 个数据。 返回示例（复位后默认是电流）： +1.001946e-05,+1.001934e-05,+1.001931e-05, +1.001932e-05,+1.001932e-05,+1.001931e-05, +1.001932e-05,+1.001934e-05,+1.001931e-05, +1.001931e-05
:TRACe:DATA? 101,104, "defbuffer1",reading, source	读取默认缓冲区 defbuffer1 中的 reading 值和 source 值，索引 101~104，共 4 组数据。 返回示例： +1.001929e-05,+1.000016e+00, +1.001930e-05,+1.000017e+00, +1.001929e-05,+1.000017e+00, +1.001925e-05,+1.000017e+00

7.3.9.6. :TRACe:DELeTe

此指令删除用户定义的读数缓冲区。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:TRACe:DELeTe "<bufferName>"
```

参数：

<bufferName>	用户定义的缓冲区名称。
--------------	-------------

该指令暂无应用，后续固件版本将提供缓冲区新建和删除功能。

7.3.9.7. :TRACe:FILL:MODE

此指令设置/查询读数缓冲区是连续填充还是一次填充。

类型	默认值
命令和查询	defbuffer1:CONT 用户定义: ONCE

用法:

```
:TRACe:FILL:MODE <fillType>
:TRACe:FILL:MODE <fillType>, "<bufferName>"
:TRACe:FILL:MODE?
:TRACe:FILL:MODE? "<bufferName>"
```

参数:

<fillType>	连续填充: CONTInuous 填充一次: ONCE
<bufferName>	缓冲区名称; 未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"

当读数缓冲区设置为填充一次时, 缓冲区中没有数据被覆盖。当缓冲区数据填满时, 不再有数据存储在缓冲区中, 新的读数被丢弃。

当读数缓冲区设置为连续填充时, 最旧的数据会在以下时间被最新的数据覆盖缓冲区已满。

当更改缓冲区的填充模式时, 缓冲区中的所有数据都将被清除。

举例:

<pre>TRACe:MAKE "myBuffer", 100 TRACe:FILL:MODE? "myBuffer" TRACe:FILL:MODE CONT, "myBuffer" TRACe:FILL:MODE? "myBuffer" TRACe:FILL:MODE?</pre>	创建一个“myBuffer”读数缓冲区, 容量为 100。 查询“myBuffer”填充模式 (输出 ONCE, 当前固件返回 CONT)。 设置“myBuffer”填充模式为 CONT。 查询“myBuffer”填充模式 (返回 CONTInuous)。 查询“defbuffer1”填充模式 当前固件只允许使用 CONTInuous 模式。 返回示例: CONTInuous
--	--

7.3.9.8. :TRACe:POINts

此指令设置读数缓冲区的容量。

类型	默认值
命令和查询	没有应用

用法:

```
:TRACe:POINts <newSize>
:TRACe:POINts <newSize>, "<bufferName>"
:TRACe:POINts?
:TRACe:POINts? "<bufferName>"
```

参数:

<newszie>	缓冲区新的大小
<bufferSize>	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"

举例：

TRACe:MAKE "testData",100	创建一个名为“testData”的读数缓冲区，大小为100。
TRACe:POINts 300, "testData"	修改“testData”大小为300。
TRACe:POINts? "testData"	查询“testData”的容量。 返回示例： 300
TRACe:POINts?	查询默认缓冲区容量。 返回示例： 100000

当前固件不允许修改缓冲区大小，后续更新固件才支持。

7.3.9.9.:TRACe:TRIGger

使用当前测量模式进行一次测量，并存到 buffer 中。

类型	默认值
仅命令	没有应用

用法：

```
:TRACe:TRIGger
:TRACe:TRIGger "<bufferName>"
```

参数：

<bufferName>	缓冲区名称；未指定则使用默认缓冲区"defbuffer1"
--------------	-------------------------------

举例：

:TRACe:actual?	查询默认缓冲区“defbuffer1”中的读数数量。 返回示例： 104
:TRACe:TRIGger	触发一次测量并存储。
:TRACe:actual?	再次查询默认缓冲区“defbuffer1”中的读数数量。 返回示例： 105

7.3.10. TRIGer 子系统

7.3.10.1.:INITiate

该命令启动触发模块。

类型	默认值
仅命令	无

用法：

:INITiate

举例:

*RST SOUR:FUNC VOLT SOUR:VOLT:RANG 2 SENS:FUNC CURR SENS:CURR:RANG 100e-6 :SOURce:SWEep:volt:LINear 1,2,5,1,2 :INIT	重置仪器。 设置驱动为电压。 设置驱动量程为 2 V。 设置测量功能为电流。 设置测量量程为 100 μ A。 设置线性扫描, 1 V 到 2 V 共 5 个点, 测量点间 延时 1 s, 循环 2 次。 启动触发 (开始扫描)。
--	--

7.3.10.2. :ABORt

该命令停止所有触发模块。

类型	默认值
仅命令	无

在扫描, list 等模式下, :INITiate 开始进行连续的输出及测量, 该指令可以终止。

举例:

:ABORt	停止所有触发, 关闭输出。
--------	---------------

第 8 章 远程通信操作实例

8.1 串口调试

本实例将演示 OE8101 远程控制串口环境搭建以及调试操作，需准备一条 Type-B 转 Type-A USB 线，步骤如下：

- (1) 请用 USB 线连接 OE8101 的 USB 插口跟电脑上的任一 USB 插口。
- (2) 电脑会自动识别到 USB 设备，然后提示安装驱动程序。如果电脑操作系统为 Windows 7/8/8.1/10 系统，系统一般就会自动在网络上搜索驱动程序并自动安装，这个过程需要等待一段时间。如果安装失败（电脑没有连接网络会导致失败）就需要手动去安装 USB 的驱动。
- (3) 打开 U 盘文件中串口调试工具文件夹，双击 UartAssist.exe 文件 (串口调试助手)，弹出软件界面如图 55 所示。

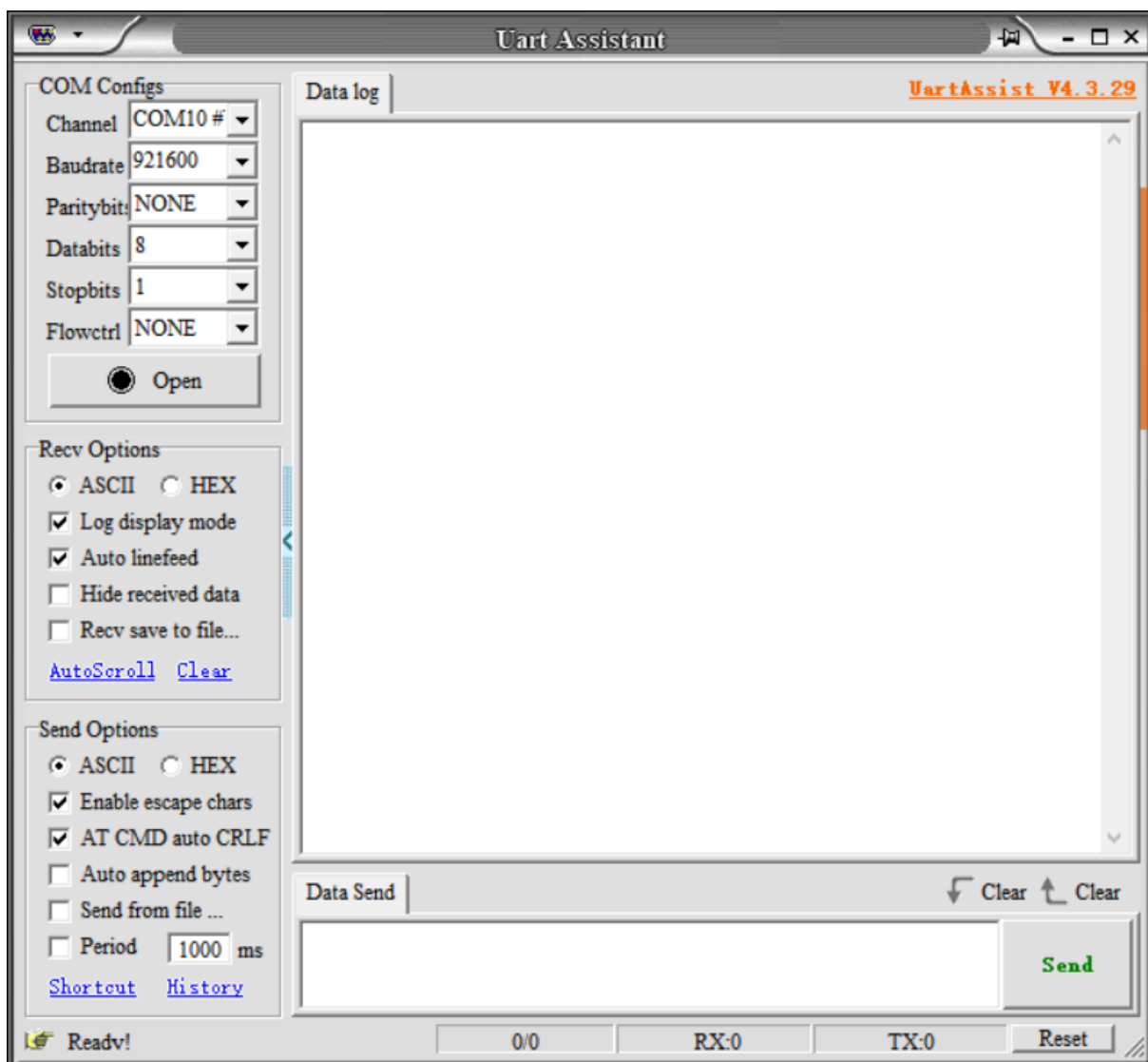


图 55. 串口调试助手软件界面

该串口调试软件包含了通讯设置，接收区设置，发送区设置，接收区，以及发送区。

OE8101 默认波特率为 921600，校验位无，数据位 8 位，停止位 1 位。

串口号需要选择电脑为 OE8101 USB 接口自动分配的 COM 口，COM 端口编号可通过设备管理器中的端口（COM 和 LPT）选项来查看（计算机右键→ 属性→ 设备管理器→ 端口），如图 56 所示：

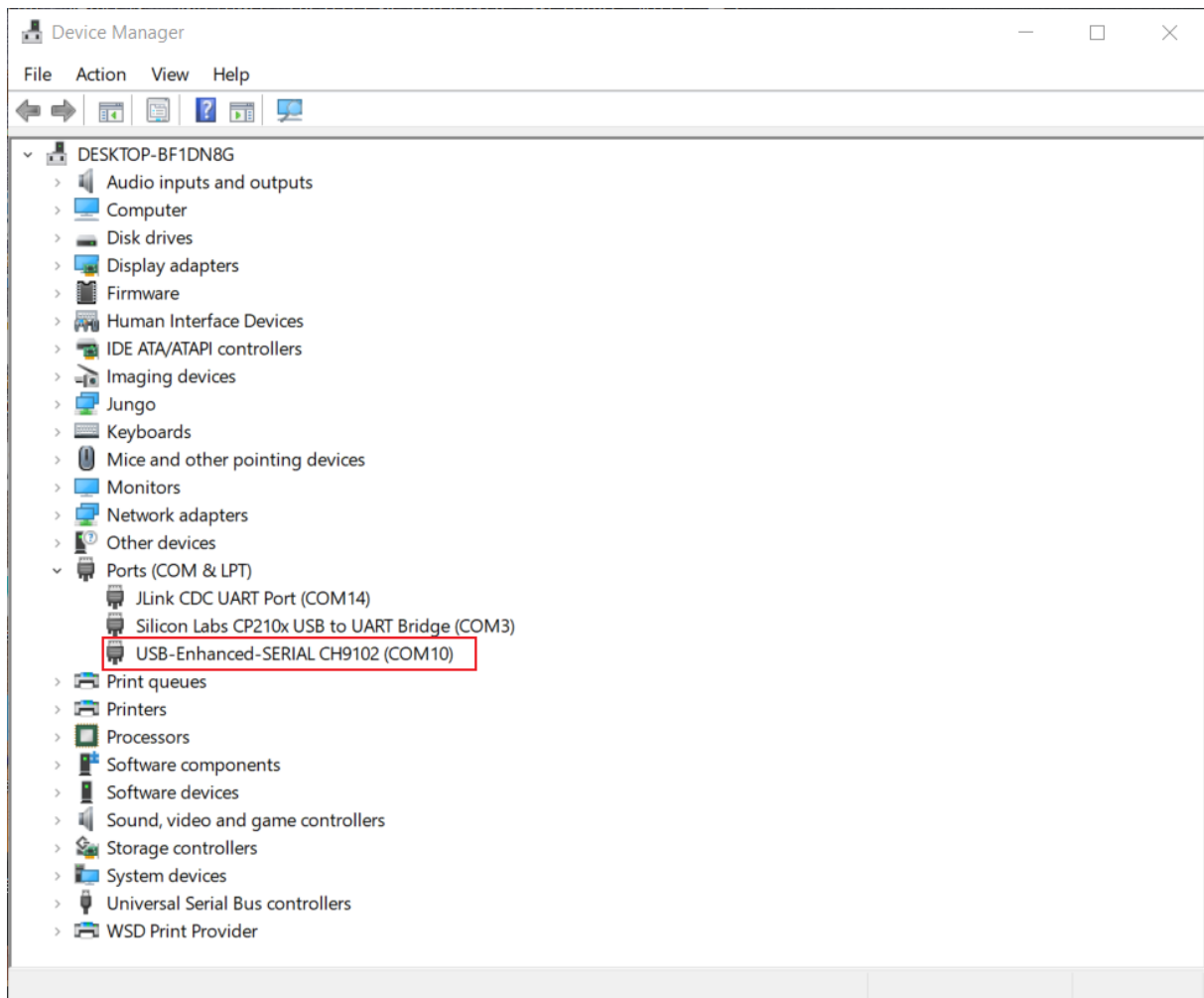


图 56. 查看 COM 端口号

当配置好了端口号、波特率、校验位、数据位、停止位之后，如果连接按钮左边小圆圈为黑色熄灭状态（ Open），需要点击一次改变按钮状态显示为红色点亮状态（ Close），如果按钮为红色点亮状态就表明电脑跟当前串口号设备已连接成功，若多次点击连接不成功，请检查端口号是否选择合适，然后再尝试连接。连接成功如图 57 所示：

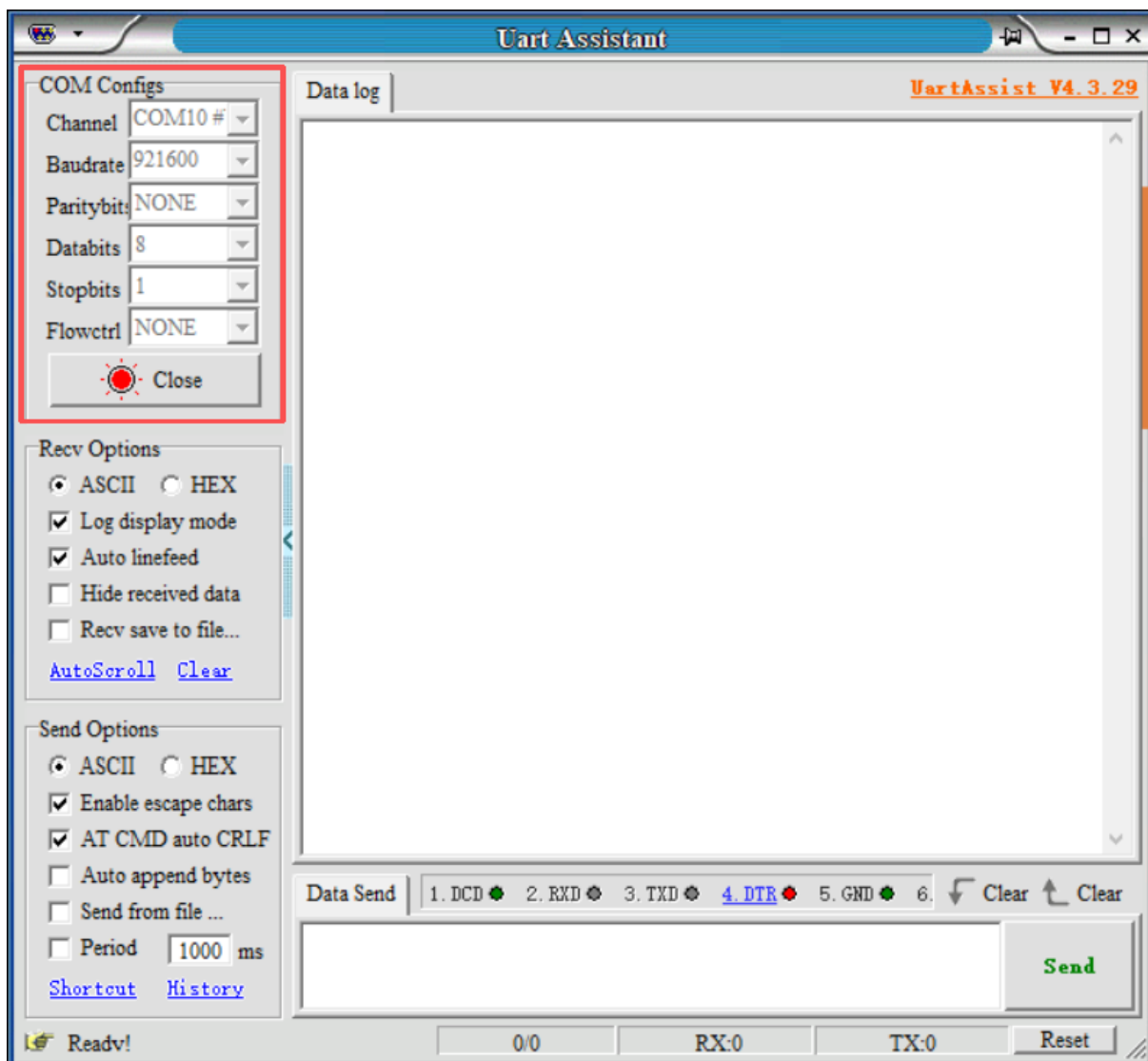


图 57. 串口调试助手连接成功状态

完成以上操作之后，即可向 OE8101 发送指令来进行通讯：

OE8101 指令格式请参阅 [指令格式](#)（第 77 页）。指令结尾必须附加换行符（line feed, \n, 十六进制 0x0A）或回车符（carriage return, \r, 十六进制 0x0D）；连续多条指令可以用分号（;）分隔。

发送指令时首先在发送区输入指令，然后输入回车，最后点击发送按钮发出指令。如图 58、图 59 所示：

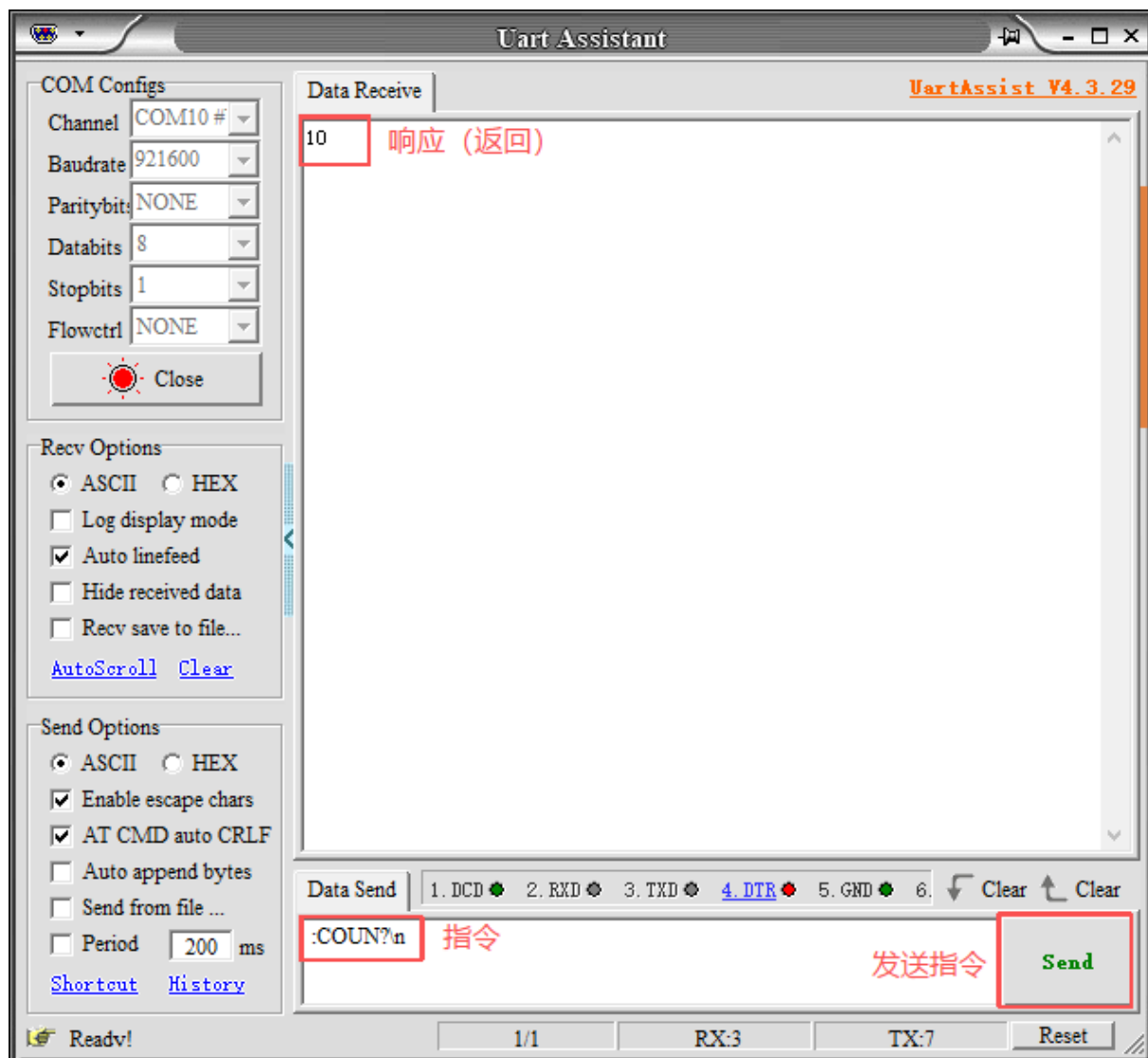


图 58. ASCII 码形式发送指令和接收响应

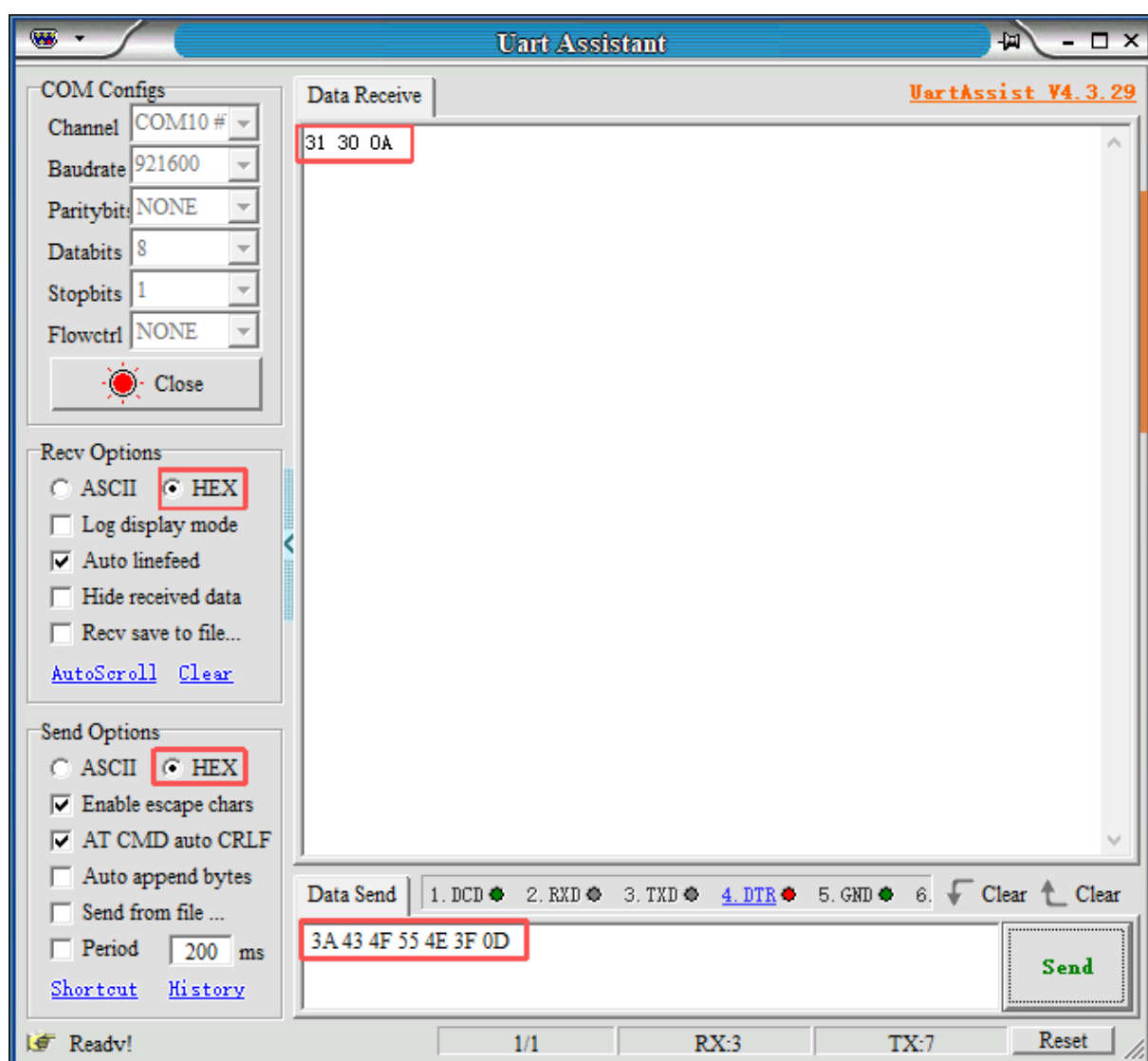


图 59. 十六进制格式发送指令和接收响应

同时，串口调试助手可配置自动添加发送回车符 0x0D。勾选发送区设置的“自动发送附加位”选项，在弹出的附加位设置窗口中选择固定位，并将附加值设置为十六进制值“0D”即可。配置如图 60 所示：

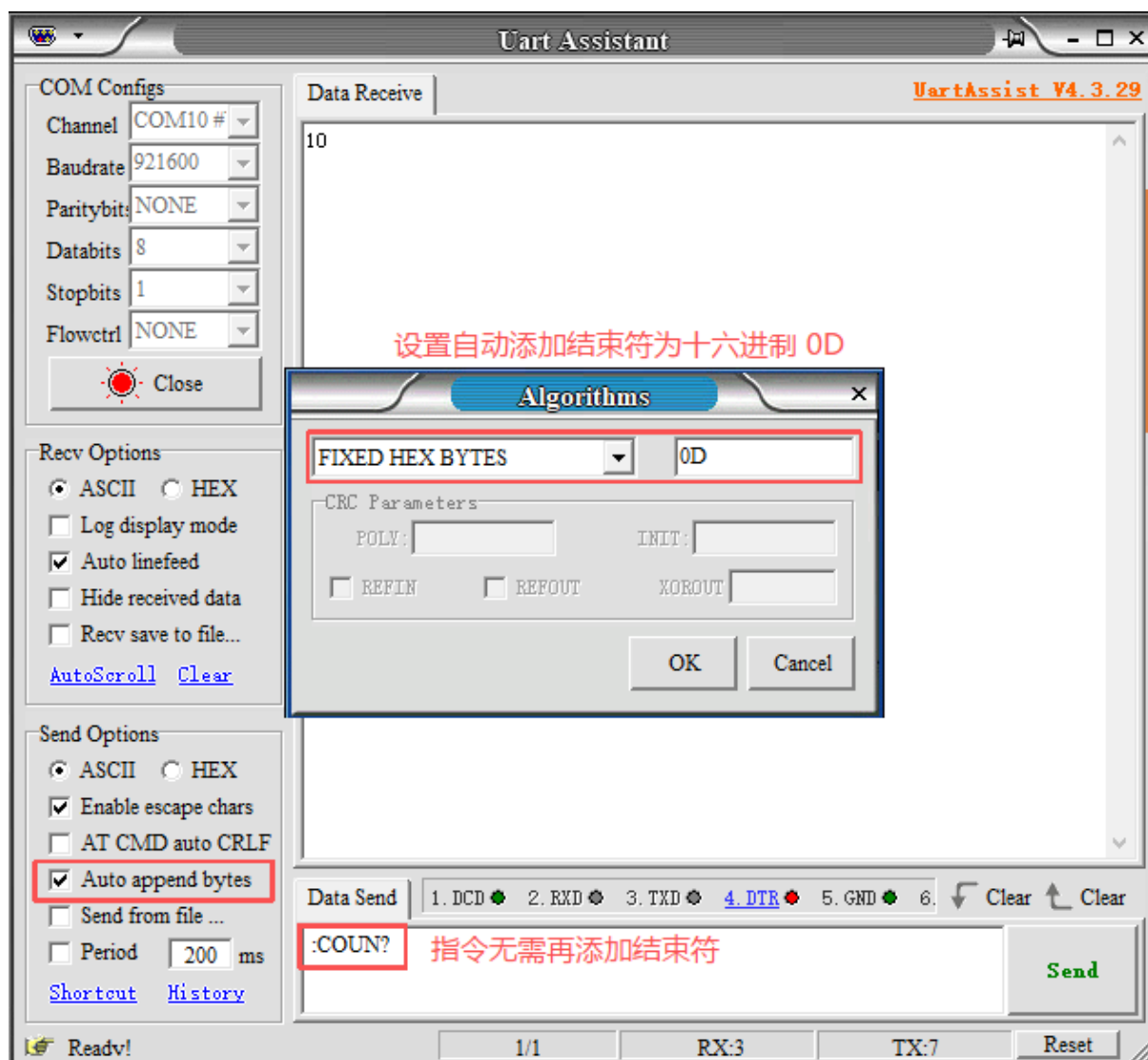


图 60. 设置自动添加回车符

发送多个指令时，需要使用“;”号进行分隔。例如，发送指令“:COUN?;:COUN 10;:COUN?”，效果如图 61 所示：

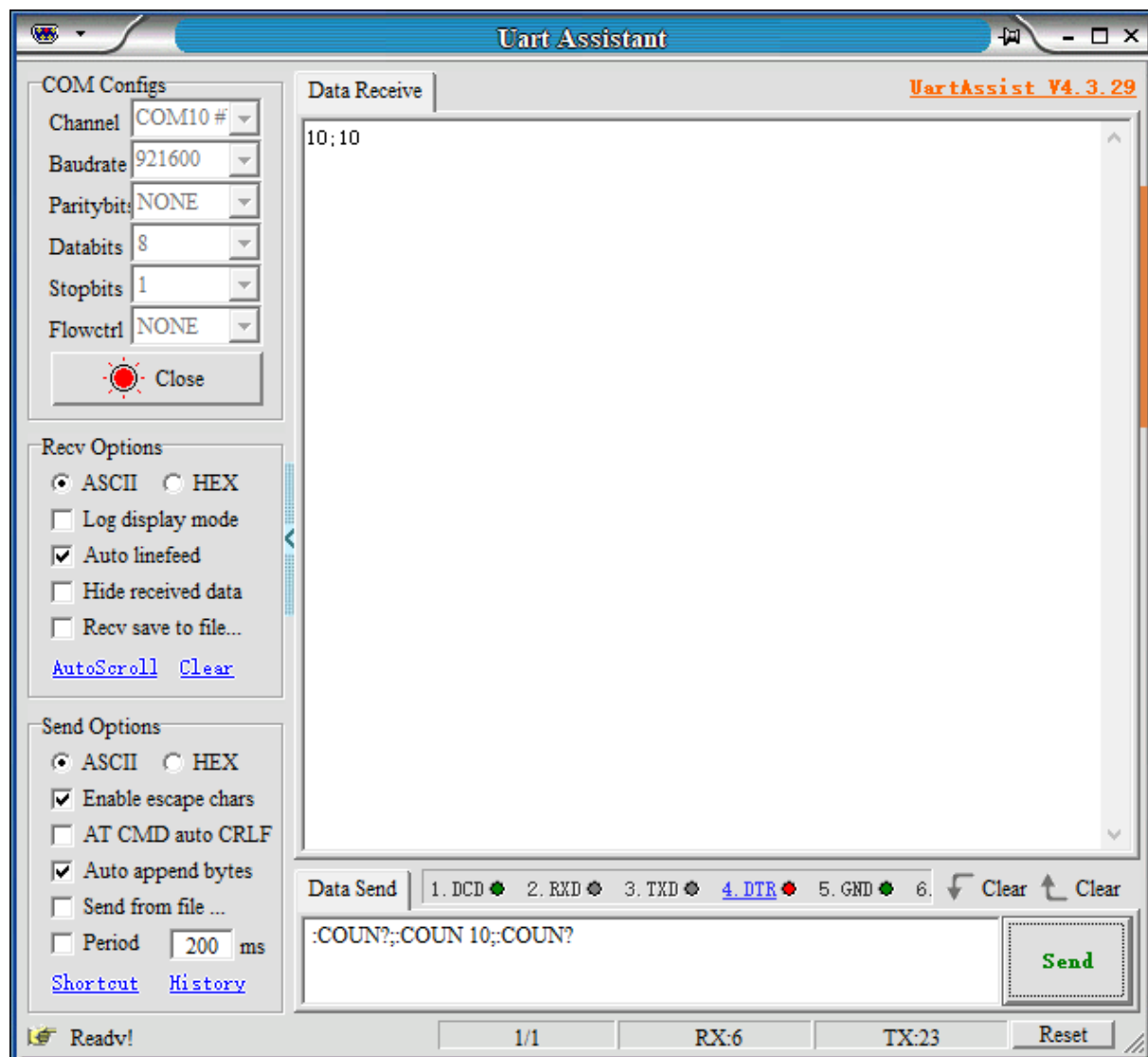


图 61. 发送多重指令

连续读取 OE8101 的测量值，可以设置串口调试助手软件的周期性发送功能，配置如图 62 所示：

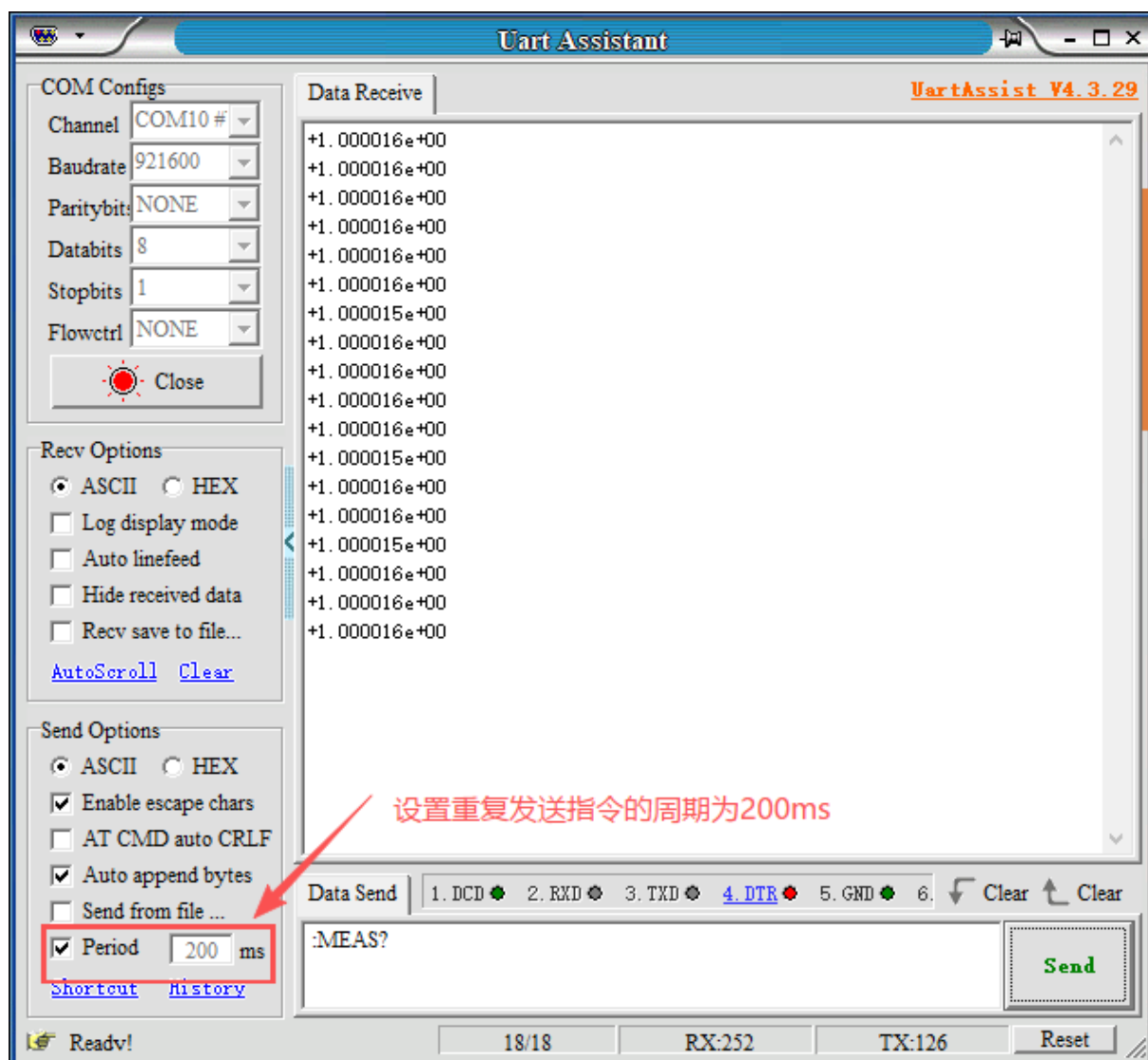


图 62. 连续读取测量值

OE8101 不只是单一兼容以上这款串口调试助手的远程控制，目前网络上许多的串口调试工具都能很好地兼容，操作步骤也基本类似。

8.2 GPIB 通信实例

本节包含关于 GPIB 标准、总线连接和地址选择的信息。OE8101 GPIB 接口符合 IEEE 标准 488.1, 并支持 IEEE 标准 488.2 的通用命令和状态模型拓扑。一个 GPIB 总线最多可连接 15 个设备。为确保通信可靠, 请遵守以下最大电缆长度限制:

- 相邻设备之间的电缆长度: 2 米。
- 总线总长度: 20 米。

如果忽略这些限制, 可能会导致总线运行不稳定。

8.2.1. 安装 GPIB 驱动程序

查阅 GPIB 控制器文档, 以获取有关驱动程序下载位置的信息。建议检查 GPIB 控制器网站, 以获取最新版本的驱动程序或软件。重要的是, 在连接硬件之前安装驱动程序, 这可以防止将错误的驱动程序关联到硬件。

以使用 NI(National Instruments) GPIB-USB-HS 数据采集卡为例, 用户可能需要到 NI 官网安装 NI-VISA 和 NI-488.2 驱动以正常与仪器进行通信。

8.2.2. 将 GPIB 电缆连接到仪器

要将仪器连接至 GPIB 接口, 需要准备一条 GPIB 连接器, 如下图所示。



图 63. GPIB 连接器电缆

要将仪器连接到 GPIB：

- (1) 将电缆连接器与 OE8101 后面板上的连接端口对齐，连接端口的位置如图 64 所示。
- (2) 连接连接器，紧拧螺钉但不要过度拧紧。
- (3) 确保电缆的另一端与控制器正确连接。

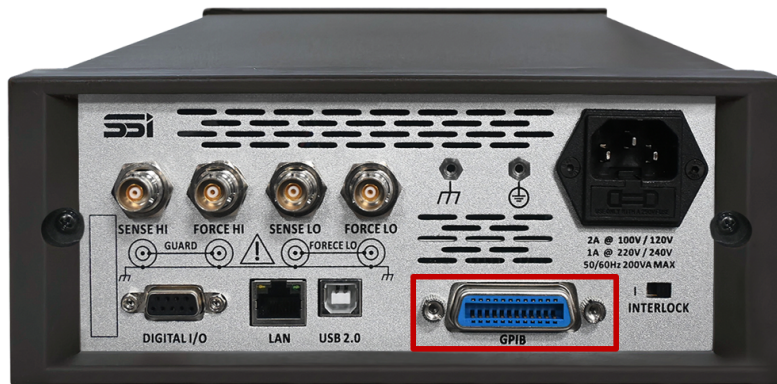


图 64. GPIB 连接线位置

若成功安装并正确连接，如图 65 所示，可在计算机设备管理器看到 GPIB Interfaces。

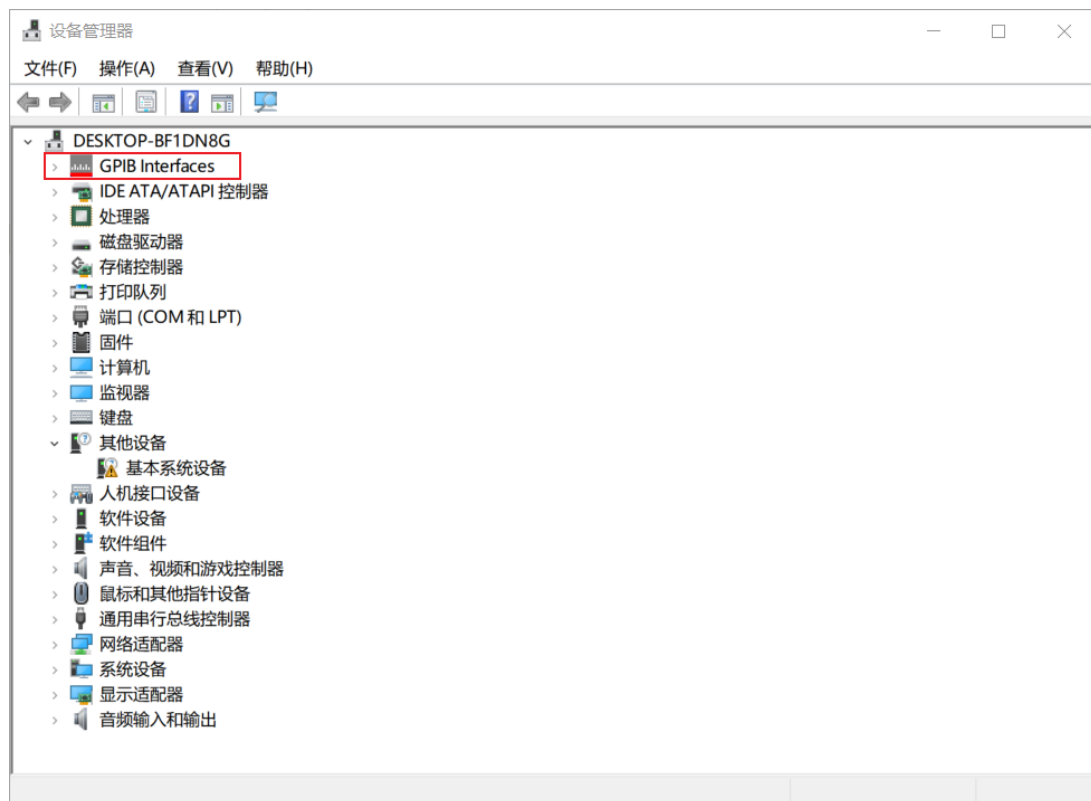


图 65. 计算机设备管理器

8.2.3. 使用 pyvisa 与仪器进行通信

在开始之前，确保已经安装 PyVISA 库，用户可使用 pip 来完成安装：

```
pip install pyvisa
```

首先，用户需要确定仪器在 VISA 资源管理器中的标识符。如有必要，用户可列出可用的端口名称和对应的仪器名称。参考 [GPIB 通信](#) (第 36 页) 中的示例代码。本例 OE8101 的 GPIB 地址为 “GPIB1::5::INSTR”。

```
import pyvisa
rm = pyvisa.ResourceManager()
OE8101 = rm.open_resource('GPIB1::5::INSTR')
```

发送命令：使用.write() 方法向仪器发送命令，比如

```
OE8101.write(':SOUR:FUNC CURR')
```

查询数据：使用.query() 方法发送请求并接收响应，如

```
response = OE8101.query('*IDN?')
print(response)
```

配置仪器参数：根据仪器文档，可能需要发送特定的 SCPI 命令来配置仪器的工作模式、测量量程等。使用完毕后需要释放资源：

```
OE8101.close()
```