

Series 2281S

- 仿真电池在充电周期和放电周期中的输出特性
- 创建、编辑、导入和导出电池模型
- 使用电池测试模式根据测量结果自动建立电池模型库
- 显示被仿真电池的 SOC、Voc 和 Vt 的实时变化
- 计算用安时 (Amp-Hour) 表示的电池容量和等效串联电阻 (ESR)
- 设置电池 SOC、Voc、电池容量和电阻
- 提供两种仿真模式：动态仿真模式和静态仿真模式
- 监测充电 / 放电电流和电压
- 输出高达 120W 的低噪声线性调节功率
- 以高准确度监测从 100nA 到 6A 的负载电流
- 6 位半分辨率，测量电压和电流
- 吸收高达 1A 的电流，提供高达 6A 的电流
- 内置图表功能，简化趋势分析和电压或电流波形显示
- 高清 TFT 显示器和基于软键 / 图标的用户界面，简化电源操作
- 数字 I/O，与其他设备和仪器直接通信
- GPIB、USB 和 LAN 接口
- 通过网络浏览器仿真前面板显示和控件，简化自动控制和监测

电池仿真器和精密 DC 电源



Series 2281S 电池仿真器和精密直流电源以创新方式把电池测试、电池仿真与高精度电源功能整合在一起。它能够分析被测器件的直流功耗，测试电池，根据电池充电过程生成电池模型，然后根据电池模型仿真电池。2281S-20-6 可以输出高达 20V 的功率和 6A 的电流，吸收高达 1A 的电流。

2281S 采用线性调节，保证低输出噪声和杰出的负载电流测量灵敏度。采用高清彩色晶体管 (TFT) 屏幕显示与测量有关的各种信息。软键按钮和导航轮与 TFT 显示器相结合，提供了一个浏览方便的用户界面，加快仪器设置和操作。此外，内置绘图功能可以监测各种趋势，如漂移。这些功能提供了台式和自动测试应用要求的灵活性。此外，2281S 提供了列表模式、触发和其他速度优化功能，最大限度地减少自动测试应用中的测试时间。

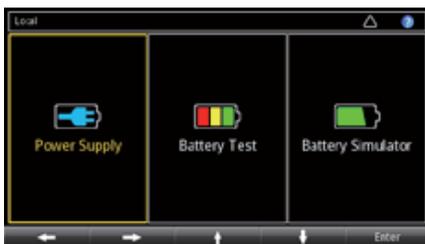


图 1. Series 2281S 启动屏幕。



图 2. 电池仿真器主屏。

基于电池模型进行电池仿真

在 2281S 的电池仿真器功能中，可以根据选择的电池模型仿真实际电池输出性能。充电状态 (SOC) 和开路电压 (Voc) 可以设置成任何状态，在特定条件下测试设备。有两种模式可供选择：

- 静态模式：在静态仿真过程中，Voc 和 SOC 保持相同。
- 动态模式：在动态仿真过程中，Voc 和 SOC 和实际电池一样根据充电和放电变化。还可以设置较小的电池容量，加快充电和放电过程，改善测试效率。

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com.cn

A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY
A Tektronix Company

Series 2281S

订货信息

**2281S-20-6 精密直流电源和
电池仿真器，
20V, 6A**

提供的附件

快速入门指南
KickStart 快速入门指南
用户文档光盘
LAN 电缆
电源线
背面板接插连接器，带保护罩

提供的附件

2280-001	后面板接插连接器和保护罩
2280-TEST-LEAD	源测试线套件, 1000VA, 20A 额定值
2450-TLINK	触发链路电缆, 把 2281S 数字 I/O 连接到其他吉时利仪器的触发链路 I/O 上
4299-8	单固定机架安装套件
4299-9	双固定机架安装套件
4299-10	双固定机架安装套件, 用于一台 2U 图形显示仪器和一台 Series 26xx 仪器
4299-11	双固定机架安装套件, 用于一台 2U 图形显示仪器和一台 Series 24xx、Series 2000 或 2U 安捷伦仪器
CA-180-3A	局域网交叉电缆
7007-05	双屏蔽优质 IEEE-488 接口电缆, 0.5 米 (1.6 英尺)
7007-1	双屏蔽优质 IEEE-488 接口电缆, 1 米 (3.2 英尺)
7007-2	双屏蔽优质 IEEE-488 接口电缆, 2 米 (6.5 英尺)
7007-3	双屏蔽优质 IEEE-488 接口电缆, 3 米 (10 英尺)
7007-4	双屏蔽优质 IEEE-488 接口电缆, 4 米 (13 英尺)
KPCI-488LPA	IEEE-488.2 接口电路板, 用于 PCI 总线
KUSB-488B	IEEE-488.2 USB-GPIB 接口适配器, 用于 USB 端口, 带有 2 米 (6.6 英尺) 电缆
USB-B-1	USB 电缆 A 型到 B 型, 1 米 (3.3 英尺)

提供的服务

2281S-20-6-EW	增加一年出厂保修 (总共 4 年)
2281S-20-6-3Y-STD	购买三年内校准三次
2281S-20-6-3Y-DATA	购买三年内校准三次 (ANSI-Z540-1 标准)
2281S-20-6-3Y-17025	购买三年内校准三次 (ISO 17025 认可)
2281S-20-6-5Y-STD	购买五年内校准五次
2281S-20-6-5Y-DATA	购买五年内校准五次 (ANSI-Z540-1 标准)

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com.cn

电池仿真器和精密 DC 电源

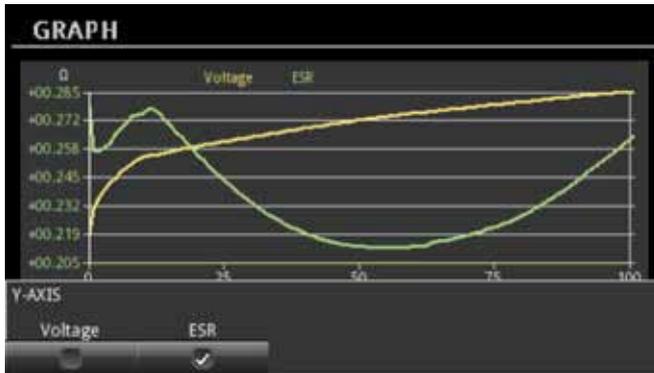


图 3. Voc、ESR 和 SOC 图。

确定 SOC 和 ESR, 在电池测试过程中创建电池模型

在 2281S 电池测试功能中, 可以在电池上执行充电 / 放电测试。充电电流在 0 ~ 6A 之间, 最大放电电流是 1A。在充电期间, 可以设置内部 6 位半万用表的采样间隔, 连续采样充电电流和电压。通过这种方式, 可以自动计算电池的容量及其内部电阻 (ESR 值)。

在测试后, 可以根据电池充电过程的测量结果生成电池模型。可以以 CSV 文件格式编辑、创建、导入或导出电池模型。



图 4. 电池测试显示。



图 5. 电池模型。

A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY
A Tektronix Company

Series 2281S 电池仿真器和精密 DC 电源

简便查看和控制电池测试与仿真功能的每个参数

高亮度 4.3 英寸 TFT 显示器用大的易读字符显示电压、电流和安时读数、源设置及许多其他设置。基于图标的主菜单提供了用户可以控制和设置的所有功能，可以快速进入源设置、测量设置、显示格式、触发选项和系统设置。菜单简短，所有选项容易查找且描述清楚，可以使用导航轮、数字键盘或软键迅速设置测试参数。许多设置参数，如电压和电流设置，可以直接从主屏输入；不复杂的测试无需进入主菜单进行设置，就可以在主屏上使用软菜单进行调节。不管测试要求简单还是复杂，Series 2281S 电源都为设置所有要求的参数提供了一种简便方式。



图 6. 电池测试菜单。

精密直流电源，拥有 DMM 质量的高分辨率、低电流测量功能

与传统电源不同，Series 2281S 电源拥有高达 120W、20V 和 6A 输出，还可以以高达 6 位半的分辨率进行测量。电压输出测量精度可以达到 $100\ \mu\text{V}$ 。这些电源测量 100nA 到几安培的负载电流。四种负载电流量程 (10A、1A、100mA 和 10mA) 支持以 DMM 质量精度测量设备的全部负载电流、待机模式电流和小的睡眠模式电流。高分辨率使得用户能够满怀信心地区分小的负载电流变化。还可以在低电流值和高电流值中以杰出的精度进行广泛的测量或单个量程测量。

为生产测试优化的性能

Series 2281S 是功能强大的生产测试系统，因为它们为研发工作台上提供了巨大的灵活性。它们为所有测量功能提供了 SCPI 命令。此外，多种其他功能有助于最大限度地降低自动系统的测试时间。例如，外部触发输入支持与测试系统中其他仪器实现硬件同步和控制。对电池测试和电池仿真器功能，数字 I/O 可以配置为输入或输出。如果数据 I/O 配置为输入，可以由外部信号触发测量；如果数字 I/O 配置为输出，数字 I/O 引脚将在测量完成时发出一个信号。此外，为缩短测量时间，可以把采集时间从 16.6ms (或 20ms) 降低到 $33\ \mu\text{s}$ ($40\ \mu\text{s}$)，提高读取速度。

用户可以选择前面板端子或后面板端子，增强连接的灵活性。为实现最大电压精度，4 线远程传感保证编程的输出电压是应用到负载的实际电平。此外，它监测传感线路，检测其中的任何中断。这些功能保证了可以迅速识别和校正任何生产问题。可以通过内置 GPIB、USB 或 LAN 接口控制 Series 2281S 电源。USB 接口符合测试测量系统标准 (TMC)。符合 LXI 核心标准的 LAN 接口支持远程控制和监测 Series 2281S 电源，因此测试工程师可以一直接入电源，查看测量数据，即使电源和测试系统位于不同的两大洲。



图 7. 2281S 后面板。

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com.cn

A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY
A Tektronix Company

Series 2281S 电池仿真器和精密 DC 电源

技术数据 23°C ± 5°C, 仪器预热一小时后。

直流额定输出

电压: 0 ~ 20V。
电流: 0 ~ 6A。
最大功率: 120W。

电压¹

源设置精度: ±(0.02% + 3mV)。
分辨率: 1mV。

测量² (0.5V 过量程)

精度: ±(0.02% + 2 mV)。
分辨率: 0.1mV。

更快的测量设置时额外的偏置

5 位半 (0.1 PLC): 0.21mV。
4 位半 (0.01 PLC): 1.44mV。
3 位半 (0.002 PLC): 7.60mV。

调节

负载: ±(0.01% + 2mV)。
线路: ±(0.01% + 1mV)。

输出纹波和噪声

带宽 20Hz-20MHz: <1mV_{RMS}, <6mV_{p-p}。

负载瞬态恢复时间: 电阻性负载从 50% 负载变为 100% 负载或从 100% 负载变为 50% 负载: <50μs 恢复到 V-set 的 15mV 以内。

转换速率: 上升电压和下降电压: 10V/s ~ 100V/s。限定条件下最高 1000V/s 3, 100V/s (默认)。

每条引线最大电压下跌 (保持指定电压精度): 1V。

最大 SENSE HI 和 SENSE LO 引线电阻 (保持指定电压精度): 2Ω。

电流

限流设置

满刻度电流: 6.1A。
精度: ±(0.05% + 5mA)。
分辨率: 0.1mA。

测量⁴ (120% 过量程, 10A 除外)

量程	分辨率	精度
10 mA	10 nA	±(0.04% + 10μA)
100 mA	100 nA	±(0.04% + 10μA)
1 A	1μA	±(0.04% + 250μA)
10 A	10μA	±(0.05% + 250μA)

快速测量设置时增加的偏置⁹

测量分辨率和 (NPLC)	量程	分辨率
5 位半 (0.1 PLC)	10 mA	5.0μA
	100 mA	20μA
	1 A	80μA
	10 A	2.0 mA
4 位半 (0.01 PLC)	10 mA	20μA
	100 mA	40μA
	1 A	500μA
	10 A	10 mA
3 位半 (0.002 PLC)	10 mA	30μA
	100 mA	250μA
	1 A	20 mA
	10 A	75 mA

电流脉冲测量⁵

最小脉宽 (10mA 和 100mA 范围)⁶: 2ms。

最小脉宽 (1A 和 10A 量程)⁶: 140 μs。

捕获两个连续脉冲的最小时间: 0.5ms。

调节

负载: ±(0.01% + 0.25 mA)。
线路: ±(0.01% ± 0.25 mA)。

输出纹波和噪声

带宽 20Hz-20MHz: <3mA RMS。

最大连续平均接收电流

不可编程: 1.02A ± 0.1A (典型值)。

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com.cn

A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY
A Tektronix Company

Series 2281S 电池仿真器和精密 DC 电源

系统测量速度

读数 / 秒	设置	并发 (V+I)	
	测量分辨率和 (NPLC)	自动清零开 60 Hz (50 Hz)	自动清零关 60 Hz (50 Hz)
'Read?', 总线传送	6 位半 (5 PLC)	2.0 (1.5)	5.4 (4.5)
	6 位半 (1 PLC)	9.0 (8.0)	20 (18)
	5 位半 (0.1 PLC)	48 (38)	50 (48)
**TRG 和 TRACe:	4 位半 (0.01 PLC) ⁷	680 (646)	
DATA?, 总线传送	3 位半 (0.002 PLC) ⁷	845 (833)	

其他定时数据

CV 到 CC 跳变时间 (V-Set = 5V, I-limit = 0.5A, 电阻负载从 25Ω 变为 2.5Ω): 2.4ms。

CC 到 CV 跳变时间 (V-Set = 5V, I-limit = 0.5A, 电阻负载从 2.5Ω 变为 25Ω): 1.1ms。

功能变化 (从检测总线命令变为完成功能变化): 10ms (典型值)。

输出关闭 / 打开 (从检测到总线命令到电压开始下降): 5ms (典型值)。

反向引线驱动: >1.5ms。

保护

过压保护 (OVP)

设置精度: $\pm(0.25\% + 0.25V)$ 。

分辨率: 125mV。

响应时间: <1.5ms。

过流保护 (OCP)

设置精度: $\pm(0.25\% + 0.10A)$ 。

分辨率: 25mA。

响应时间: <1.5ms。

温度过高保护 (OTP)

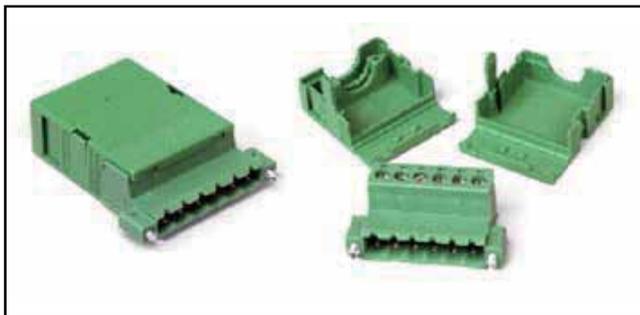
输出关闭温度: >93° C (典型值)。

响应时间: <1.5 ms (典型值)⁸。

备注

1. 技术数据基于使用四线供电方法连接。对 2 线连接, 要增加 0.5mV/A 的偏置 (前面端子)。
2. 6 位半分辨率, 1 PLC 读取速率, 滤波器开, 自动清零开。
3. 100V/s ~ 1000V/s 转换速率限于 2281S-20-6 电源最大 3A 时变化 5V。
4. 6 位半分辨率, 1 PLC 读取速率, 滤波器开, 自动清零开。
5. 设置: 自动清零关, 0.002 PLC, 准备源: 外部, 触发源: 直接。
6. 时间包括触发检测、时延加测量开始抖动以及测量积分时间 0.002 PLC。
7. 设置: 自动清零关, 输出开, 输出延迟关, 固定源: 电压。
8. 设置: 自动清零关, 输出开, 输出延迟关, 固定源: 电压, 准备或测量数: 1000。

Series 2280S 附件



Model 2280-001: 后面板安装连接器和保护罩 (左面是组装好的图, 右面单独显示了连接器及顶部和底部保护罩)



Model 2280-TEST-LEAD: 电源测试线套件, 1000V, 20A 额定值: 包含 122 厘米 (4 英尺) 电缆, 平接线片适配器, 鳄鱼夹。

1.888.KEITHLEY (U.S. only)

www.keithley.com.cn

A Greater Measure of Confidence

KEITHLEY
A Tektronix Company

Series 2281S 电池仿真器和精密 DC 电源

整体特点

共模电流: < 6 μ A 峰峰值 (典型值)。

机箱隔离度: ± 240 V, 任何端子到机箱。>1G Ω , 并联 <6.8nF。

温度系数: 对 0 $^{\circ}$ ~18 $^{\circ}$ C 和 28 $^{\circ}$ ~40 $^{\circ}$ C, 在超出 23 $^{\circ}$ C $\pm 5^{\circ}$ C 范围时在所有精度指标中增加下述指标: (0.15 \times 指标)/ $^{\circ}$ C。

测量显示模式: 电压和电流, 仅电压, 仅电流。

测量采集控制: 连续, 手动, 外部数字输入, PC 总线。

列表模式: 存储的最大列表数量: 9。

列表中的点数: 2~99。

列表存储位置: 内存或 U 盘。

数学和滤波功能:

REL: 从电流读数显示画面中去掉偏置, 范围: -1×10^6 到 $+1 \times 10^6$ 。

Mx+b: 读数 = x, M = -1×10^6 到 $+1 \times 10^6$, b = -1×10^6 到 $+1 \times 10^6$ 。

滤波: 移动平均, 数量: 2~100, 窗口: 0.01% ~ 100%。

内存缓冲器:

2500 个位置; 每个位置包含: 电压测量, 电流测量, CV/CC 模式, 时间标记。9 个内存时隙, 保存电池模型。

NVRAM。

显示器: 4.3 英寸前面板彩色显示器, 分辨率: 480 像素 \times 272 像素。

显示模式:

实时电压和电流读数和设置。

存储数据图: 电压相对于数据点关系, 电流相对于数据点关系, 电压和电流相对于数据点关系, 100 点分辨率。

图中还可以显示统计数据: 中间值, 最大值, 最小值, 峰峰值, 标准偏差。

存储的数据表: 时间 / 日期, 电压, 电流。

软按钮和导航轮控制。

通信:

GPIB: IEEE-488.2 标准和状态模型拓扑。

LAN: RJ-45 连接器, 10/100BT, 自动 MDIX。

IP 配置: 静态或 DHCP。

LXI Core 2011, 第 1.4 版。

USB: USB2.0 设备端口 (后面板, B 型), 符合 USBTMC 标准。

USB2.0 主控端口 (前面板, A 型), 全速, 支持 U 盘驱动器。

输入连接:

前面: (2 线)。可调节支撑装置、安全香蕉护套、平接线片或导线。

后面: (4 线传感)。6 针拆卸螺钉端子, 安全护罩盖, 可拔出本地传感跳线。

实时时钟: 容性充电, 23 $^{\circ}$ C 和 $\leq 50\%$ 相对湿度时开机周期间隔 20 天。

数字 I/O: 9 针孔式 D-sub。6 个输入 / 输出引脚。

输入信号电平:

0.7V (最大逻辑值低)。

3.7V (最小逻辑值高)。

输入电压极限:

-0.25V (绝对最小值)。

+5.25V (绝对最大值)。

最大源电流: +2.0mA @ >2.7V (每个引脚)。

最大接收电流: -50mA @ 0.7V (每个引脚, 有固态熔丝保护)。

5V 电源, 限于 0.5A @ >4V (有固态熔丝保护)。

触发输入最小脉冲 $\geq 4\mu$ s, 逻辑值低脉冲。

仪表就绪型脉冲, 15~30 μ s, 逻辑值低脉冲。

EMC: 满足欧盟 EMC 指令。

安全:

美国 NRTL 列表: UL61010-1 3rd ed 2012。

加拿大认证: CAN/CSA C22.2 No. 61010-1 3rd ed 2012。

欧盟标准: 低压指令, EN/IEC 61010-1 3rd ed 2010。

冷却: 强制通风, 侧面入风, 后面出风。

电源: 100V/120V/220V/240V $\pm 10\%$ 。

电源线频率: 50/60Hz ± 3 Hz, 开机时自动感应。

功耗: 630VA 峰值。

工作环境: 0 $^{\circ}$ ~40 $^{\circ}$ C, 35 $^{\circ}$ C 及以下时 $\leq 80\%$ 相对湿度, 无冷凝。

高度: 最高 2000 米。

存储环境: -25 $^{\circ}$ ~70 $^{\circ}$ C。

兼容 LXI 网络浏览器的操作系统和软件: 兼容 Windows 2000、Win 7 和 XP, 使用 Java 插件支持网络浏览器 (要求 Java 插件 1.7 或更高版本)。网页由 Model 2281S 提供服务。

机架尺寸: (宽 \times 高 \times 厚), 没有缆套: 213.8 \times 88.4 \times 383.3 毫米 (8.42 \times 3.48 \times 15.1 英寸)。

机架尺寸: (宽 \times 高 \times 厚), 有缆套: 255.3 \times 107.2 \times 415.0 毫米 (10.1 \times 4.22 \times 16.34 英寸)。

毛重: 13.29 公斤 (29.3 磅)。

净重: 10.85 公斤 (23.9 磅)。

保修: 3 年。

泰克科技(中国)有限公司

上海市浦东新区川桥路1227号

邮编: 201206

电话: (86 21) 5031 2000

传真: (86 21) 5899 3156

泰克北京办事处

北京市海淀区花园路4号

通恒大厦1楼101室

邮编: 100088

电话: (86 10) 5795 0700

传真: (86 10) 6235 1236

泰克上海办事处

上海市徐汇区宜山路900号

科技大楼C座7楼

邮编: 200233

电话: (86 21) 3397 0800

传真: (86 21) 6289 7267

泰克深圳办事处

深圳市福田区南园路68号

上步大厦21层G/H/I/J室

邮编: 518031

电话: (86 755) 8246 0909

传真: (86 755) 8246 1539

泰克成都办事处

成都市锦江区三色路38号

博瑞创意成都B座1604

邮编: 610063

电话: (86 28) 6530 4900

传真: (86 28) 8527 0053

泰克西安办事处

西安市二环南路西段88号

老三届世纪星大厦26层C座

邮编: 710065

电话: (86 29) 8723 1794

传真: (86 29) 8721 8549

泰克武汉办事处

武汉市洪山区珞喻路726号

华美达大酒店702室

邮编: 430074

电话: (86 27) 8781 2760

泰克香港办事处

香港九龙尖沙咀弥敦道132号

美丽华大厦808-809室

电话: (852) 2585 6688

传真: (852) 2598 6260

技术数据如有变更, 恕不另行通告。所有吉时利商标和商号均为吉时利仪器公司的资产。所有其他商标和商号均为各自公司的资产。

如需进一步了解怎样购买或寻找销售合作伙伴, 敬请访问: www.keithley.com/buy。

© 2015 年吉时利仪器公司版权所有

在美国印刷

No. 1KC-60206-0 8.19.15

KEITHLEY
A Tektronix Company