

“0”电压-高电流

# 燃料电池研发测试

## SCL系列负载



- ◆ 在最大工作电流下，加载至最低0.6 V，或 0 V(SCL ZV)
- ◆ 基本工作模式：CC、CV、CR、CP
- ◆ 组合运行模式：CC+CV，CR+CC+CV，CP+CC+CV，CV+CC
- ◆ 可调电流保护和欠压保护
- ◆ 方波、PWM波形，和任意波调制功能
- ◆ 具有同步数据采集功能的列表(List)函数
- ◆ 光伏电池最大功率跟踪(MPP)功能
- ◆ 储能装置的试验
- ◆ 电池内阻测量功能
- ◆ 主从控制用于并联扩展
- ◆ 直接将数据存储到USB闪存驱动器
- ◆ 标准I/O接口
- ◆ 可选的电隔离I/O接口
- ◆ 标准数字程控接口

## SCL系列-概述

SCL系列负载，电流高达1200 A，应用于燃料电池研发和测试，或其它大电流储能装置和电源测试。

二种配置：SCL-std, 1200A@最低电压 600 mV  
SCL ZV, 1200A@最低电压为 0 mV

电流扩展：2000A-6000A，5台SCL并联

测试软件：内置储能装置测试功能

操作界面：4.3英寸触摸屏，为用户提供了舒适的，如同智能手机般的体验

微缩体积：仅19英寸-2U高度，提供了400 A - 1200 A 不同功率等级的各种型号

控制接口：标配 LAN, RS232, USB, CAN, 和模拟量接口，选配GPIB

### 程控接口

- RS-232
- USB
- LAN
- GPIB
- CAN
- Analog
- Analog isolated

● Standard    ○ Option    — not available

## 工作模式

基本工作模式为恒流、恒压、恒阻、恒功率(CC、CV、CR、CP模式)。此外, 还可设置欠压和过流保护值。

还可以实现CC+CV、CR+CC+CV、CP+CC+CV、CV+CC的组合运行模式。

## 保护、监控

- 过电流保护 可以调整过流和欠压保护值, 并永久激活。
- 欠压保护 欠压保护可以下面二种方式组合运行:
  - 控制模式转换 (例如, 电池放电时CC-CV运行)
  - 临时转换 (例如, 在输入电压突变时, 出现短暂的时间停顿)
- 功率保护
- 过热保护
- 过电压指示
- 反极性指示

## 最大载荷

SCL系列负载允许连接的DUT在最大电流下加载至最小电压0.6 V;

SCL ZV系列甚至可以加载低至0 V。

## 冷却方式

SCL通过无级风扇控制方式, 空气冷却。

## I/O端口

标准I/O端口用于:

### 实时模拟信号

输出:

- 模拟电压控制输出 0...10 V
- 模拟电流控制输出 0...10 V
- 负载输入状态激活
- 过载状态
- 可编程逻辑输出
- 触发输出

输入:

- 负载模拟电压和电流设置为0...5 V和0...10 V
- 模拟保护电压和电流设置为0...10 V
- 负载触发
- 选择操作模式CC - CV
- 控制速度选择
- 远程关闭
- 可读数字输入
- 触发输入

## 隔离I/O端口 (选件SCL06)

可安装选件SCL06, 用于模拟I/O端口与负载电路的电流隔离。

使用选件SCL06, 可以保护接地回路, 并且可以使两个设备用共同的模拟控制来测试双极电压。

## 工厂校准证书 (FCC-SCLxx)

2 x for free

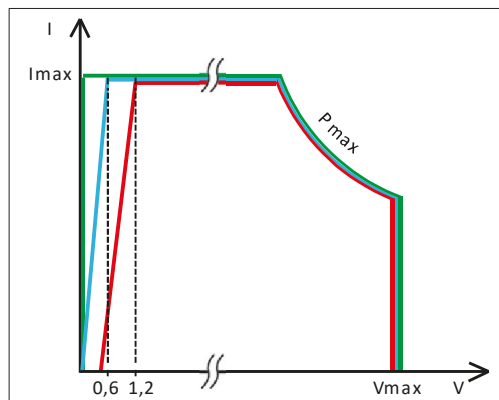
我们的设备可提供免费的工厂校准证书(FCC)。校准过程根据DIN EN ISO 9001进行监督。本校准证书记录了对国家标准的可追溯性, 以说明物理设备符合国际单位制(SI)。在质保期内, 如果相关设备在以下情况下已注册, 我们将免费进行第二次校准:

<https://www.hoecherl-hackl.com/service/device-registration>

在实验室条件下使用, H&H建议校准间隔为2年。这是一个经验值, 可作为第一次使用的指南。根据预期用途、使用寿命、应用相关性和环境条件, 操作员应相应调整此时间间隔。

## 工作条件

### 最低工作电压



不同直流负载的工作范围

与标准负载不同，  
SCL满载电流的最低电压在600mV，  
SCL ZV最低电压甚至为0伏。

— 标准电子负载  
— SCL系列  
— SCL ZV

## 结构与选件

### 机械结构

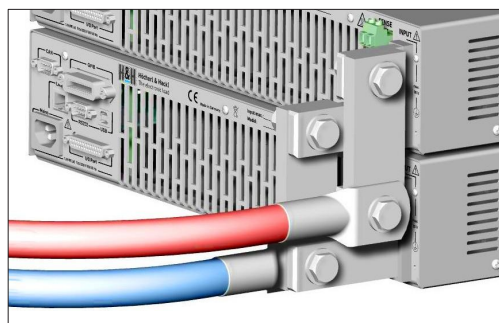
SCL系列采用标准19英寸技术设计，即可以作为桌面装置使用，若安装在19英寸机柜中时，无需任何额外的安装套件。

### 负载端子

在SCL系列的所有型号中，负载连接均采用实心扁平铜排。每根铜排的两侧最大可使用M12螺钉来固定2个电缆接线头，每个接线头的最大接触面积为150mm<sup>2</sup>

### 并联连接器

- 2个设备并联铜排 (SCL08)
- 3个设备并联铜排 (SCL09)
- 4个设备并联铜排 (SCL10)
- 5个设备并联铜排 (SCL11)

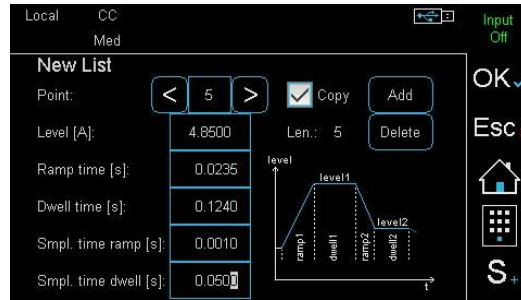


并联连接器

为了便于并联连接，根据设备的数量，  
将适当的铜排连接到负载输入端。

## 功能

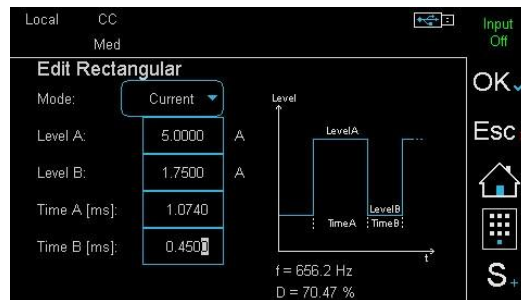
### 负载波形曲线 (列表函数)



在CC、CV、CR、CP各种的工作模式下，电子负载均可通过List函数生成负载曲线。可变保持时间和爬坡时间最多可以设置到300个。

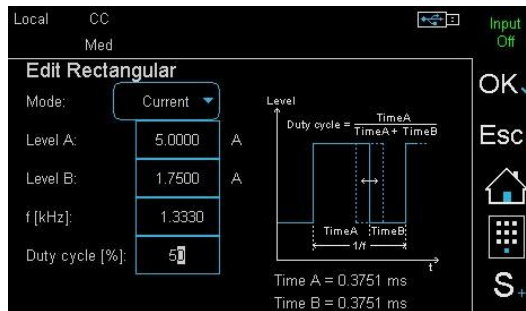
每段曲线的采样时间可以独立设置。电子负载同步测量电压和电流，并以设定的时间间隔来保存数据。

### 矩形函数



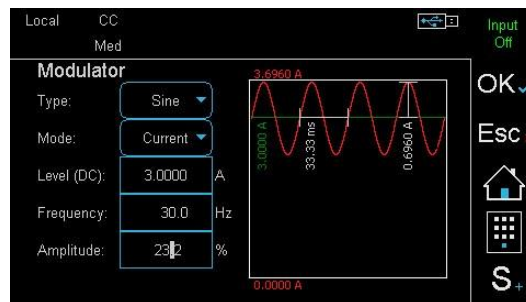
矩形函数提供了一种通过输入绝对时间和振幅值来生成矩形波形的简易方法。

### PWM功能



通过PWM功能，在手动操作时，可以设置两个幅值的开关频率和占空比

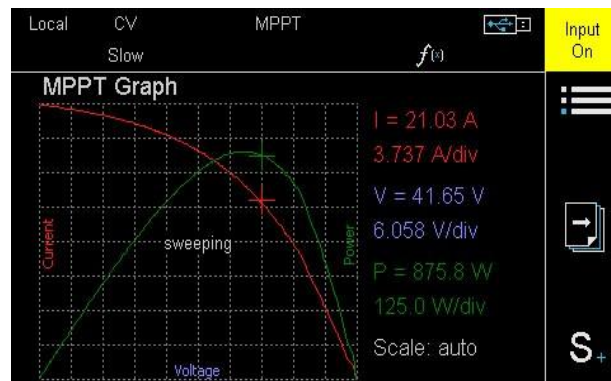
### 波形调制器



在CC或CV模式下，调制器将一个正弦波、方波、三角波或任意波形的信号添加到一个常数=1，设定点=1024的存储器，作为基波。

基波在实际的使用中，可以调制频率和幅度形成实际测试波形。

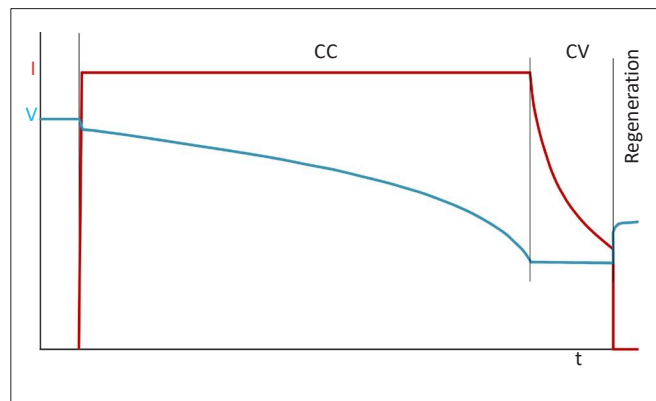
## MPP跟踪



在用户界面上显示V/I和V/P的特性

最大功率点跟踪(MPPT)功能包括扫描和跟踪两个子功能，它们在一个可调的间隔连续交替。如果在启动时测量的开路电压高于最小电压，电子负载将进行扫描，然后调整发现全部的MPP。扫描的V/I曲线和V/P曲线还在用户界面的函数图中显示。当前确定的MPP在图中由“+”标记。V/I特性可以通过数据接口读取。

## 放电功能 储能试验



IUa discharge with follow-up time

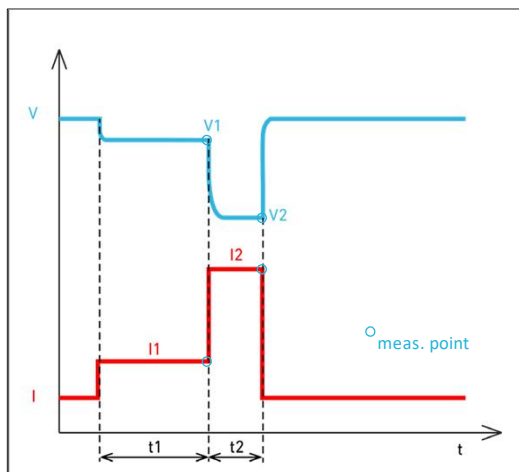
放电功能是通过在CC、CP或CR模式下对蓄电池、超级电容和电解电容等储能装置进行放电测试。

放电功能可与列表功能相结合，从而实现脉冲放电。

IUa 放电 (CC+CV放电) 也是可以的：放电的测试对象以恒定电流一直放电到设定的电压。设定电压保持恒定，直到达到定义的最小电流。停止的判定标准是充电，能量，时间，电流和电压。

在数据记录期间，可以定义一个跟踪时间来观察电压回生阶段。

## 内阻测试



Ri calculation timing

电子负载可测量所连接DUT的内部直流电阻。内阻 $R_i$ 的测定标准是基于各种电池和蓄电池规定测试标准，例如：

DIN EN 61951、DIN EN 61960。

每隔几秒钟，负载在两个定义的负载水平(I1, I2)上测量DUT (V1, V2)的终端电压，并由此计算 $R_i$ 。

负载水平I1和I2及其持续时间是可调的。在手动模式下，只要按一下按钮，负载就可以将参数和测量结果存储到USB大容量存储设备上，因此可以实现多个DUT的数据高速传输。

## 数据采集 (DAQ)

该电子负载能够在规定的时间间隔内同步存储电压和电流的数据记录。多达40000条数据记录可存储在设备内存中，也可以通过数据接口读取。记录完成后，还可以将数据传输到硬盘，或外接的U盘。

对于存储间隔在秒级内的测试进程，数据也可以直接通过USB存储在外接的U盘中。

## 触发模式

可以通过可配置的触发器模型来触发多个功能或设置：

- 激活/禁用负载输入
- 启动/停止列表功能
- 启动/停止数据采集
- 设置所有工作模式的触发设置

可用触发来源：

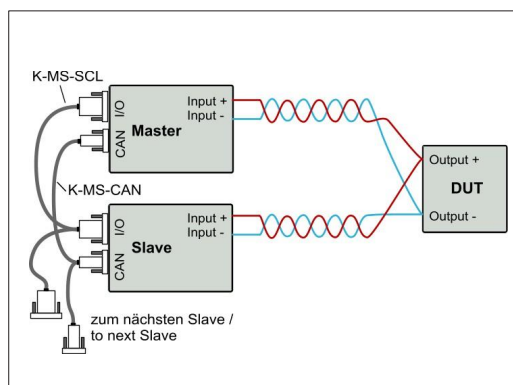
- 外部
- 公共
- 手动
- 电压
- 电流

## 改变调节速度

有些特殊的DUT或很长的负载电缆需要对电子负载的可调节的时间常数进行修改，以避免震荡，可以使负载稳定的运行

可调节的速度有：慢、中、快三种。详情参见手册中的描述。

## 主/从操作



主从系统连接图

为了增加功率或电流，最多可将5个相同的设备<sup>1)</sup>以主/从的方式进行并联连接。系统从外部操作，就好像它是一个单一的设备。主单元控制系统的总电流，显示总测量值，在通过数据接口查询时可以提供所有的测量值<sup>2)</sup>。

### 连接线：

所有从机上的K-MS-TRL和K-MS-CAN主/从电缆各一组(可从H&H购买，也可由用户自己制作)。

当使用主从电缆K-MS-TRL时，为了能够访问监控信号等，我们提供了一个SubD25倍频器作为附件。

## 看门狗功能

在数字远程操作中，电子负载具有“看门狗”功能，如果先前编程的“看门狗”延迟过期后而没有重置“看门狗”，则负载输入将自动断开。

“看门狗”延迟时间由SCPI命令设置的。另一个命令则是激活“看门狗”功能。然后控制程序必须确保在延迟时间到期之前定时将重置的“看门狗”命令发送到电子负载。

## 保存设置

为了能够快速重建重复的测试任务，电子负载中的激活设置可以存储在非易失性存储器(内部硬盘或外部U盘)中，以便于在以后重新加载。设备中有9个存储位置。

负载可以在上电时设置复位值，最后的活动设置在下电时存储到内存位置的1到9之中。

1. 相同型号和相同固件版本  
2. 主从模式降低了操作功能的范围，不能通过CAN端口进行控制

型号	SCL604	SCL1204	SCL1804
最高输入电压 V <sub>max</sub>	40 V	40 V	40 V
最低输入电压 V <sub>min</sub> <sup>1)</sup>	0.6 V	0.6 V	0.6 V
最大电流 I <sub>max</sub>	400 A	800 A	1,200 A
最大功率 P <sub>max</sub> <sup>2)</sup>	600 W	1,200 W	1,800 W
电压量程	0 ... 40 V	0 ... 40 V	0 ... 40 V
电流量程	0 ... 400 A	0 ... 800 A	0 ... 1,200 A
电阻量程	0.0015 ... 1.008 Ω	0.00075 ... 0.504 Ω	0.0005 ... 0.336 Ω
功率量程	0 ... 600 W	0 ... 1,200 W	0 ... 1,800 W
上升 / 下降时间 fast / medium / slow <sup>3)</sup>	2 / 10 / 100 ms	2 / 10 / 100 ms	2 / 10 / 100 ms
输入电容	16 μF	33 μF	50 μF
系统交流电压 <sup>4)</sup>	1/N/PE AC 230 V 50 ... 60 Hz	1/N/PE AC 230 V 50 ... 60 Hz	1/N/PE AC 230 V 50 ... 60 Hz
系统功率消耗	70 VA	80 VA	100 VA
系统噪声 <sup>5)</sup>	67 dB(A)	68 dB(A)	69 dB(A)
负载输入端子 <sup>6)</sup>	FKS30/10-SM12	FKS30/10-SM12	FKS30/10-SM12
重量	16 kg	19 kg	22 kg
安装尺寸 <sup>7)</sup>	19", 2 U / SCL_M1	19", 2 U / SCL_M1	19", 2 U / SCL_M1

型号	SCL601ZV	SCL1201ZV	SCL1801ZV
最高输入电压 V <sub>max</sub>	12 V	12 V	12 V
最低输入电压 V <sub>min</sub> <sup>1)</sup>	0 V	0 V	0 V
最大电流 I <sub>max</sub>	400 A	800 A	1,200 A
最大功率 P <sub>max</sub> <sup>2)</sup>	600 W	1,200 W	1,800 W
电压量程	0 ... 12 V	0 ... 12 V	0 ... 12 V
电流量程	0 ... 400 A	0 ... 800 A	0 ... 1,200 A
电阻量程	0 ... 1.008 Ω	0 ... 0.504 Ω	0 ... 0.336 Ω
功率量程	0 ... 600 W	0 ... 1,200 W	0 ... 1,800 W
上升 / 下降时间 fast / medium / slow <sup>3)</sup>	2 / 10 / 100 ms	2 / 10 / 100 ms	2 / 10 / 100 ms
输入电容	16 μF	33 μF	50 μF
系统交流电压 <sup>4)</sup>	1/N/PE AC 230 V 50 ... 60 Hz	1/N/PE AC 230 V 50 ... 60 Hz	1/N/PE AC 230 V 50 ... 60 Hz
系统功率消耗	650 VA	1,250 VA	1,800 VA
系统噪声 <sup>5)</sup>	67 dB(A)	68 dB(A)	69 dB(A)
负载输入端子 <sup>6)</sup>	FKS30/10-SM12	FKS30/10-SM12	FKS30/10-SM12
重量	16 kg	19 kg	22 kg
安装尺寸 <sup>7)</sup>	19", 2 U / SCL_M1	19", 2 U / SCL_M1	19", 2 U / SCL_M1

1. 最大静态负载电流的最小输入电压。在较低电压下，负载电流的线性降额。为ZV
2. 变型时，必须考虑与电流相关的功率降低(1 V \* 设定电流)。
3. 最大电流的上升和下降时间为10。。。90%和90。。。10% (恒流模式，公差±20%)。
4. 市电电压公差±10%。
5. 测量距离为1米。
6. 可用终端的描述从手册第131页开始。
7. 1 U = 44.45 mm。具体尺寸和3D模型可以从网站[www.hoecherl-hackl.com/downloads](http://www.hoecherl-hackl.com/downloads)下载

## 选件和附件

Order number	Article	Description
52-200-001-28	SCL02	GPIO interface extension
67-004-030-28	K-RS-SNM 9-9	RS-232 cable (null-modem cable)
53-100-002-28	SCL06-N	Galvanically isolated I/O port instead of standard I/O port with new device
53-100-001-28	SCL06	Galvanically isolated I/O port for retrofitting of existing device
64-404-000-28	SCL08	Parallel connectors for 2 devices
64-405-000-28	SCL09	Parallel connectors for 3 devices
64-406-000-28	SCL10	Parallel connectors for 4 devices
64-407-000-28	SCL11	Parallel connectors for 5 devices
67-008-020-28	K-MS-SCL+K-MS-CAN	Cable set master-slave, consisting of K-MS-SCL and K-MS-CAN (2 m each)
67-036-020-28	K-MS-SCL	Master-slave cable I/O port (2 m)
67-037-020-28	K-MS-CAN	Master-slave cable CAN (2 m)
63-000-009-28	SubD25 Doubler	Adapter 1x Sub-D 25 male connector to 2x Sub-D25 female connector for I/O port
65-002-000-28	FCC-SCLxx	Factory Calibration Certificate
63-000-005-28	PH2/7.62-ST16	Additional mating connector for sense terminal
63-000-003-00	SENSADAPT/PH2/POK/60V	Sense-Adapter from Phoenix PH2 to 4 mm binding post, max. 60 V
		Load cables see starting at page 135





## 操作模式/功能介绍

基本操作模式	CC, CP, CR, CV
组合运行模式	CC+CV, CR+CC+CV, CP+CC+CV, CV+CC
功能介绍	DC load MPP Tracking for solar panel test energy storage device test internal resistance measurement List function rectangular function PWM function modulation (sine, triangle, square) data acquisition (internally or to USB flash drive) save and recall of device settings watchdog in remote operation master-slave mode for power extension
用户界面	4.3" TFT touch display

## 设定精度

	of setting	of corresponding range
电压	±0.2 %	±0.05 %
电流	±0.2 %	±0.05 %
电阻 (at 5 % to 100 % of voltage range)	±1.4 %	±0.5 % of resistance range ±0.3 % of current range
功率 (at V and I > 30 % of range)	±0.35 %	±0.1 %
(at V and I > 5 % and < 30 % of range)	±0.7 %	±0.25 %
分辨率	14 bits	

## 保护精度调节

	of setting	of corresponding range
过电流保护	±1.4 %	±0.3 %
欠压保护	±1.4 %	±0.3 %
分辨率	12 bits	

## 缓慢测量精度

	of measured value (real value)	of corresponding range
电压	±0.05 %	±0.02 %
电流	±0.2 %	±0.05 %
电阻	is calculated from current and voltage	
功率	is calculated from current and voltage	
分辨率	23 bits	
采样时间	250 ms, not triggerable	

## 显示精度

设置小数点位数	4 + prefix conversion of unit
精度	accuracy of measurement slow ±1 digit of the display value

## 快速测量精度

	of measured value (real value)	of corresponding range
电压	±0.2 %	±0.05 %
电流	±0.2 %	±0.1 %
电阻	is calculated from current and voltage	
功率	is calculated from current and voltage	
分辨率	16 bits	
采样时间	200 μs ... 1,000 s, resolution 200 μs	

## 触发电压和电流的精度

触发电压	±1 % of voltage range
触发电流	±1 % of current range
采样时间	200 μs

## 动态函数列表

工作模式	CC, CV, CR, CP
负载水平的数量	max. 300, with corresponding ramp and dwell times
负载水平的精度	see accuracy of setting
延迟时间 <sup>1)</sup>	200 μs ... 1,000 s
斜坡时间 <sup>1)</sup>	0 ... 1,000 s
分辨率	200 μs
设定时间的精度	±0.02 %
采样时间	see accuracy of measurement fast
触发启动延迟	max. 300 μs

## 动态矩形函数

工作模式	CC, CV, CR
负载水平数量	2
负载水平的精度	see accuracy of setting
脉冲时间 <sup>1)</sup> , 分辨率	1 μs ... 9999.999 ms, resolution 1 μs
设定时间的精度	0.02 %

## 动态PWM函数

工作模式	CC, CV, CR
负载水平数量	2
负载水平的精度	see accuracy of setting
频率 <sup>1)</sup> , 分辨率	0.1 Hz ... 10 kHz, resolution 0.1 Hz
工作比, 分辨率	1 ... 99 %, resolution 1 %

## 动态功能调节

工作模式	CC, CV
波形	sine, square, triangle
频率 <sup>1)</sup> , 分辨率	0.1 Hz ... 10 kHz, resolution 0.1 Hz
调节深度	0 ... 100 %

## 采集数据

到外接U盘	
采样时间	0.1 ... 30.0 s, resolution 0.1 s
测量数据	timestamp, voltage, current
测量点数量	limited by flash drive memory capacity
文件格式	.csv
精度	see accuracy of measurement slow

## 储存在设备内部

采样时间	200 μs ... 1,000 s, resolution 200 μs, synchronized with dynamic function
测量数据	timestamp, voltage, current
测量点数量	max. 40,000
精度	see accuracy of measurement fast

## 设置存储器

内存位置的 数量	9, selectable (incl. programmed list) 1 for last device settings at power-off or power failure
-------------	---

## I/O端口: 模拟控制精度 0...5V,或 0...10V

	of setting	of corresponding range
电压	±0.2 %	±0.1 %
电流	±0.2 %	±0.1 %
过载保护 <sup>3)</sup>	±1 %	±0.4 %
欠压保护 <sup>3)</sup>	±1 %	±0.4 %
	input resistance of analog inputs >10 kΩ	

环境温度为23±5℃。当检测线连接时，当单元连接到未受干扰的电压(纹波和噪声< 0.1%)时，指定的精度是有效的。在扰动值较高的电压下，精度会变得更差。

1) 适用的时间或频率范围受各自型号上升/下降时间的限制。

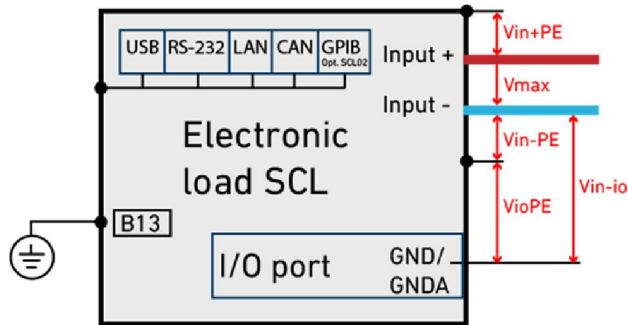
2) 直流正/负电压或交流正弦波电压的RMS值

3) only 0 ... 10 V

## 技术参数

I/O端口：模拟测量精度0...10V		
	of analog signal of actual value	offset voltage
电压	±0.2 %	±15 mV
电流	±0.2 %	±15 mV
	minimum load > 2 kΩ	

I/O 端口：规定电压		
	standard I/O port	isolated I/O port (option SCL06)
Vin - I/O (GND - neg. Load input)	max. 2 V	max. 185 V <sup>2)</sup>
VioPE (GND - PE)	max. 60 V <sup>2)</sup>	max. 125 V <sup>2)</sup>



I/O 端口：输入/输出	
输出	analog voltage monitor output 0 ... 10 V analog current monitor output 0 ... 10 V load input activation state (low active) overload status (OV, OCP, OPP, OTP, low active) programmable logic output (by SCPI command) trigger output (low active)
输出等级	5 V, max. 10 mA
输入	analog load setting I and V with 0 ... 5 V and 0 ... 10 V analog protection setting I and V with 0 ... 10 V load input activation (low active) operating mode selection CC/CV control speed selection remote shut-down (low active) readable digital input (by SCPI command) trigger input (high active) control input (activates analog signals, low active)
输入等级	3 ... 30 V

输入	
输入电阻	>50 kΩ when load input is off diode function at reverse polarity up to nominal current
输入功率	see model overview
并联工作	up to 5 equal devices in master-slave operation
最大输入电压 Vmax	see model overview
最小输入电压 Vmin	see model overview

输入：I/O 电压		
	standard I/O port	isolated I/O port (option SCL06)
Vin-PE (neg. load input - PE)	max. 60 V <sup>2)</sup>	max. 60 V <sup>2)</sup>
Vin+PE (pos. load input - PE)	max. 60 V <sup>2)</sup>	max. 60 V <sup>2)</sup>

功率	
额定功率	see model overview (at Ta=21°C)
降额	-1.2 %/°C for Ta>21°C

环境温度为23±5°C。检测线连接时，单元连接到未受干扰的电压(纹波和噪声< 0.1%)时，指定的精度是有效的。在扰动值较高的电压下，精度会变得更差。

- 1) 适用的时间或频率范围受各自型号上升/下降时间的限制。
- 2) 直流正/负电压或交流正弦波电压的RMS值
- 3) only 0 ... 10 V

保护与监测	
保护装置	overcurrent overpower overtemperature
监测	overvoltage indication reverse polarity indication undervoltage indication (if the input voltage is too low for the set current)

负载端子	
负载输入	see model overview
遥测输入	PH2/7.62-BU16, see starting at page 131

工作条件	
工作温度	5 ... 40 °C
存储温度	-25 ... 65 °C
最大工作高度	2,000 m above sea level
污染等级	2
市电电压等级	II
最大工作湿度	80 % at 31 °C, linear decreasing to 50 % at 40 °C
后背板最小间隔	70 cm
冷却系统	2-stage air cooling
噪音、重量	see model overview
市电电压	see model overview
功耗	see model overview

外壳	
外形尺寸	see model overview
颜色	
前面	RAL7035 (light grey)
后面	stainless steel
顶部	RAL7037 (dusty grey)
安全和电磁兼容 (EMC)	
密封等级	1
防护等级	IP20
测量类别	O (CAT I according to EN 61010:2004)
电气安规	DIN EN 61010-1 DIN EN 61010-2-030
电磁兼容 (EMC)	DIN EN 61326-1 DIN EN 55011 DIN EN 61000-3-2 DIN EN 61000-3-3

标准端口	
端口类型	RS-232, USB, LAN, CAN
I/O 端口	standard (not isolated)

可选端口	
端口类型 SCL02	GPIB
硬件扩展 SCL06	galvanically isolated I/O port

校准、保证	
FCC-SCLxx	Factory Calibration Certificate, twice for free <sup>4)</sup>
推荐校准间隔	2 years
保修	1 years



北京: 010-6500 7007, 131 4123 7170

邮箱: [info@comsun-tech.com](mailto:info@comsun-tech.com)

上海: 021-6451 5023, 136 0179 3242

邮箱: [ComsunShanghai@hotmail.com](mailto:ComsunShanghai@hotmail.com)

网站: [www.comsunpower.com](http://www.comsunpower.com)