

直流电子负载

便携式再生负载 TRL系列



- ◆ 能源回馈到本地电网
- ◆ 低热耗，非常静音
- ◆ 基本操作模式：CC, CV, CR, CP
- ◆ 组合操作模式：
CC+CV, CR+CC+CV, CP+CC+CV, CV+CC
- ◆ 负载的前后都有输入端和Sense端
- ◆ 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
- ◆ 电子保护功能
- ◆ 可选的电隔离I/O接口
- ◆ 标准数字程控接口

TRL系列—概述

TRL系列的直流负载可将吸收的能量反馈回本地的供电网络。

TRL系列不需要固定安装，只要连接到220V电源插座即可工作。负载工作时非常安静，没有噪声，所以非常适合实验室工作的开发人员使用。

负载操作界面采用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。

TRL系列控制接口：

标配LAN、RS232、USB和CAN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。

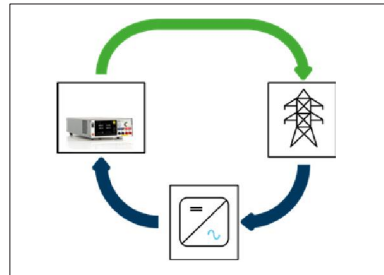
保护、监控

- 过电流保护
- 欠压保护
- 功率保护
- 过热保护
- 过电压指示
- 反极性指示

最大载荷

有3种电压等级，分别为80 V、400 V和1200 V。所有型号的最大功率为1000 W。

能源回收



能量回收原理

吸收的功率被反馈到市电电网¹⁾。仅这一点就能降低电力成本，而且工作环境温度低。

再生负载不需要风扇散热，这使得设备与线性负载相比安静宜人，因此非常适合在实验室操作。

为了保护人身安全，TRL负载有一个冗余断开装置。

隔离测试I/O端口

(选件 TRL06)

Analog signals
in realtime!

可选的I/O端口为外部控制提供模拟和数字信号。电流隔离可以保护接地回路，并且可以使用两个设备通过共地模拟控制测试双极电压。

输出：

- 模拟电压监控输出 0...10 V
- 模拟电流监控输出 0...10 V
- 负载输入激活状态
- 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或0...10 V
- 模拟保护电压和电流设置为0...10 V
- 负载输入触发
- 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

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。

1. 从发电进入公共电网的意义上来说，这种操作并没有提供这些能源回收负荷。

结构、选件和机柜安装

结构

TRL系列采用标准的19英寸技术设计，可以作为桌面设备使用，也可借助可选安装组件安装在机柜中使用。

桌面支架

standard



TRL1008

TRL10K12

安装组件(1台)

½ 19英寸, 2 U
(选件TRL10)



包括:

- 1个设备扩展连接器
- 2个带把手的连接支架
- 螺钉

安装组件(1台)

½ 19英寸, 2 U
(选件TRL11)



包括:

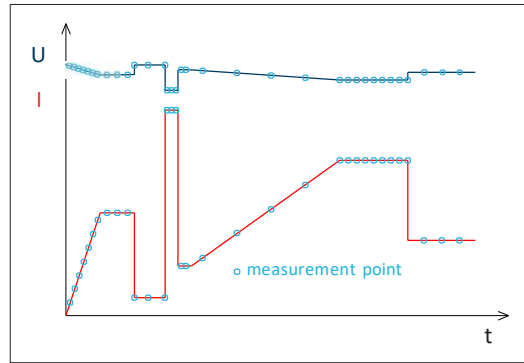
- 1个设备扩展连接器
- 2个带把手的连接支架
- 螺钉

保护罩

对于负载输入端的扁平铜排，接线后会裸露在外边，我们会提供了一个保护罩，作为负载输入（前部或后部）的保护，避免误触摸。因负载前、后都有输入端，未使用的负载输入端也会有一个保护盖。

功能

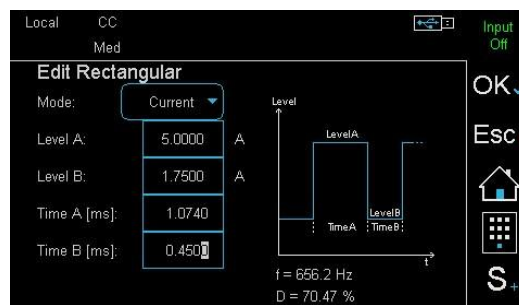
负载波形曲线 (列表函数)



通过列表函数生成负载曲线，并同步采集时间、电压、电流数据

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。可变保持时间和上升/下降时间最多可以设置到300阶。同步测量电压和电流，并用时间戳存储。可以为每个曲线段定义相关的采样时间。

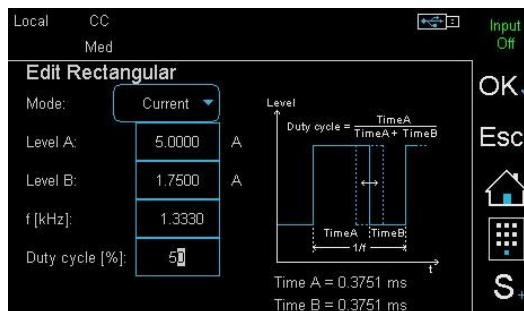
矩形函数



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。高分辨率与大范围的时间设置相匹配。

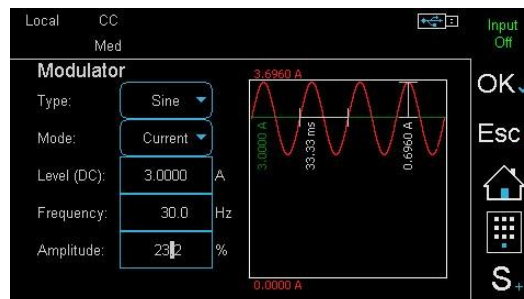
power regeneration

PWM 功能



通过PWM功能，在手动操作时，可以设置两个幅值，开关频率及占空比

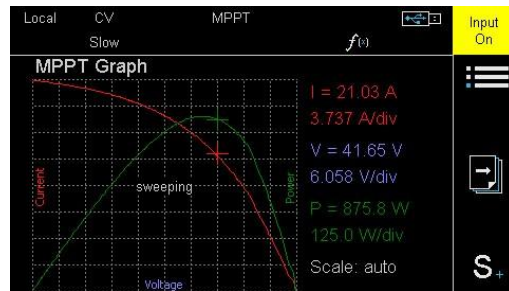
波形调制器



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



用户界面上的V/I和V/P特性

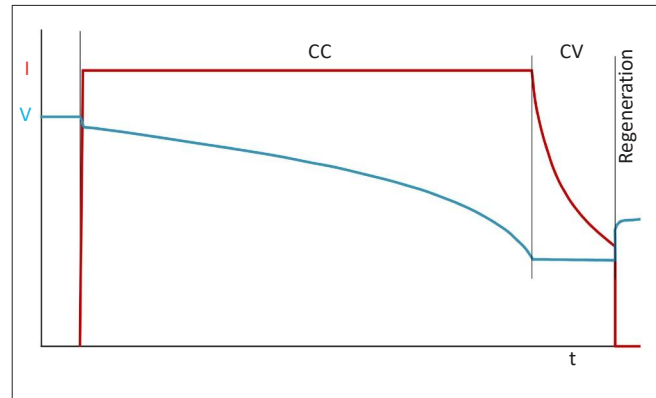
最大功率点跟踪(MPPT)功能包括扫描和跟踪两个子功能，它们交替连续地调整偏差，最终定位最大功率点。

如果在启动时测量的开路电压高于最小电压，电子负载会进行扫描，然后调整发现最佳的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。

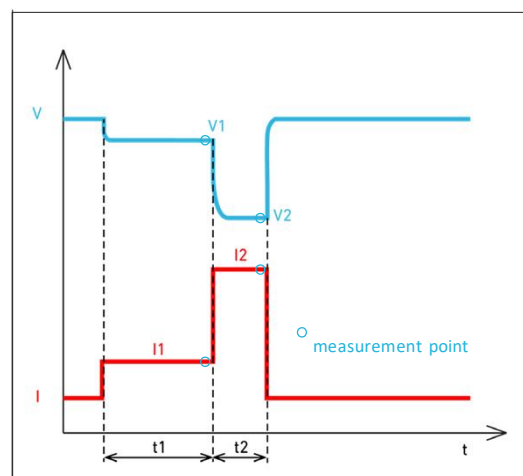
放电功能可与列表功能相结合，从而实现脉冲放电。

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



内阻(Ri)计算时序

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(I_1 , I_2)上测量DUT (V_1 , V_2)的终端电压，并由此计算 R_i 。

负载水平 I_1 和 I_2 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)

(内部存储器或USB闪存驱动器)

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：

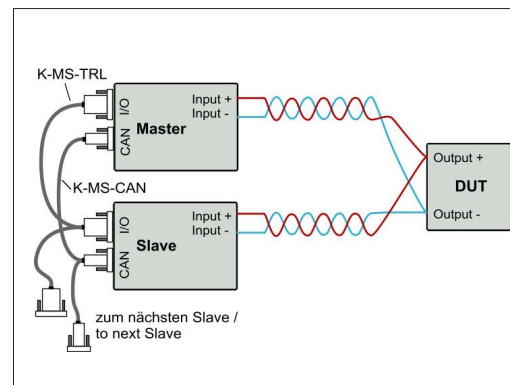
- 外部
- 公共
- 手动
- 电压
- 电流

调整速率

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¹⁾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²⁾。

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SubD25pin连接器作为附件。

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。

驱动程序



NI认证的LabVIEW驱动程序下载链接：

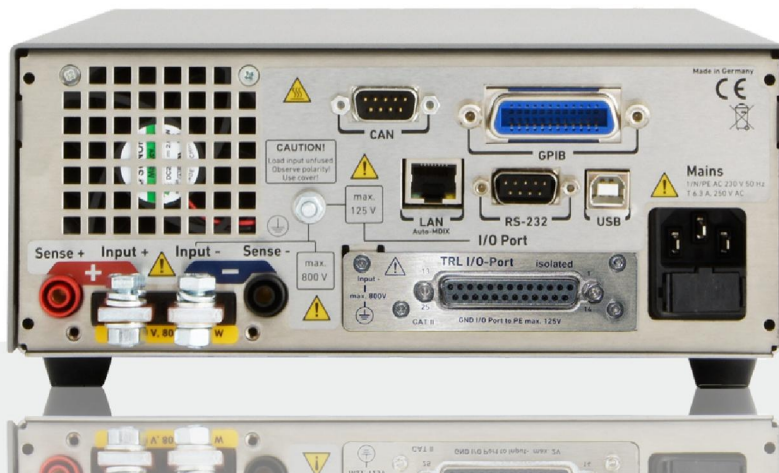
www.ni.com/downloads/instrument-drivers/

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

TRL1008



TRL1008



型号 (订单号)	TRL1008	TRL1040	TRL10K12
最大输出电压 V _{max}	80 V	400 V	1,200 V
最小输出电压 V _{min} ¹⁾	1 V	4 V	12 V
最大输出电流 I _{max}	60 A	15 A	5 A
额定功率	1,000 W	1,000 W	1,000 W
电压设定	0 ... 80 V	0 ... 400 V	0 ... 1,200 V
电流设定	0 ... 80 A	0 ... 15 A	0 ... 5 A
电阻设定	0.005 ... 10 Ω	0.14 ... 268 Ω	1 ... 2,400 Ω
功率设定	0 ... 1,000 W	0 ... 1,000 W	0 ... 1,000 W
上升/下降时间 fast / medium / slow ²⁾	10 / 50 / 250 ms	10 / 50 / 250 ms	10 / 50 / 250 ms
输入电容	400 μF	120 μF	25 μF
市电电压 ³⁾	1/N/PE AC230 V 50 Hz	1/N/PE AC230 V 50 Hz	1/N/PE AC230 V 50 Hz
功耗 ⁴⁾	85 VA	85 VA	85 VA
最大馈入功率	920 VA	920 VA	920 VA
效率 ⁵⁾	90 %	90 %	90 %
最大噪音值 ⁶⁾	48 dB(A)	48 dB(A)	48 dB(A)
负载终端 ⁷⁾	FKS15/4-SM6 with safety cover	SBU4-24	SBU4-24
重量	7.7 kg	7.2 kg	7.2 kg
外壳尺寸 / 3D 模型 ⁸⁾	½19 ", 2 U / TRL_M1	½19 ", 2 U / TRL_M2	½19 ", 2 U / TRL_M2

选件与附件

订单编号	物品名称	描述
52-200-001-26	TRL02	GPIO interface extension
67-004-030-26	K-RS-SNM 9-9	RS-232 cable (null-modem cable)
53-100-002-26	TRL06-N	Galvanically isolated I/O port instead of standard I/O port with new device
53-100-001-26	TRL06	Galvanically isolated I/O port
64-314-000-26	TRL10	19" installation kit for 1 device with 1/2 19", 2 U
64-315-000-26	TRL11	19" installation kit for 2 devices with 1/2 19", 2 U
67-008-020-26	K-MS-TRL+K-MS-CAN	Cable set master-slave, consisting of K-MS-TRL and K-MS-CAN (2 m each)
67-036-020-26	K-MS-TRL	Master-slave cable I/O port (2 m)
67-037-020-26	K-MS-CAN	Master-slave cable CAN (2 m)
63-000-007-26	SubD25 Doubler	Adapter 1x Sub-D 25 male connector to 2x Sub-D 25 female connector for I/O port
65-002-000-26	FCC-TRLxx	Factory Calibration Certificate
64-401-000-26	SAB-TRL	Additional safety cover for load terminals incl. cap for unused input terminals
63-000-002-00	SENSADAPT/4BAN/ PH2/1200V	Sense adapter from 4 mm banana plug to Phoenix PH2
		Load cables see starting at page 135

1. 最大静态负载电流的最小输入电压。
2. 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%)。
3. 通过冷设备插头进行移动连接。市电电压公差±10%。
4. 空载运行(无负载电流)时的功耗。
5. 最大可实现的效率。
6. 在前方以1米的距离测量。
7. 前后面板的负载和传感端子。可用终端的描述从第131页开始。
8. 1 U = 44.45 mm. 具体尺寸和3D模型可以从网站www.hoecherl-hackl.com/downloads下载

操作模式, 功能		
基本操作模式	CC, CP, CR, CV	
组合操作模式	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 (in local operation also in PWM mode) 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	±0.5 %	±0.05 %
电阻 (at 5 % to 100 % of voltage range)	±1.4 %	±0.3 % of current range ±0.5 % of resistance range
功率 (at V and I > 10 % of range)	±0.35 %	±0.1 %
功率 (at V or I 5 ... 10% of range)	±0.7 %	±0.25 %
分辨率	14 bits	
可调保护精度		
	of setting	of corresponding range
过电流保护	±1 %	±0.3 %
欠压保护	±1 %	±0.3 %
分辨率	12 bits	
缓慢测量精度		
	of measured value (real value)	of corresponding range
电压	±0.01 %	±0.025 %
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		
设置小数位数	4 + prefix conversion of unit	
精度	accuracy of measurement slow ±1 digit of the display value	
高速测量精度		
	of measured value (real value)	of corresponding range
电压	±0.1 %	±0.1 %
电流	±0.7 %	±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
保持时间 ¹⁾	200 µs ... 1,000 s
斜坡时间 ¹⁾	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

动态函数 (矩形)	
工作模式	CC, CV
负载水平的数量	2
负载水平的精度	see accuracy of setting
脉冲时间 ¹⁾ , 分辨率	0.1 µs ... 999.999 ms, resolution 0.1 µs
设定时间的精度	0.02 %

动态函数(PWM)	
工作模式	CC, CV, CR
负载水平的数量	2
负载水平的精度	see accuracy of setting
频率 ¹⁾ , 分辨率	1 Hz ... 100 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 ¹⁾ , 分辨率	0.1 Hz ... 100 kHz, resolution 0.1 Hz
调节深度	0 ... 100 %

数据采集	
存储到U盘	
采样时间	0.5 ... 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
存储到硬盘	
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

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 %	±0.05 %
电流	±0.2 %	±0.05 %
过载保护 ²⁾	±1 %	±0.3 %
欠压保护 ²⁾	±1 %	±0.3 %
	input resistance of analog inputs >10 kΩ	

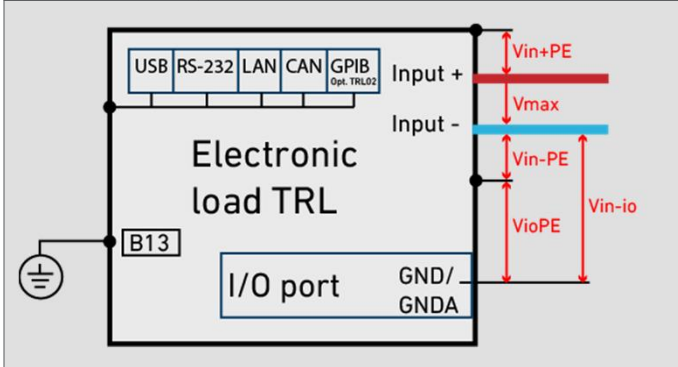
环境温度为 $23 \pm 5^\circ\text{C}$ 。当检测线连接时, 当单元连接到未受干扰的电压(纹波和噪声 < 0.1%)时, 指定的精度是有效的。在扰动值较高的电压下, 精度会变得更差。

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. 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
	permissible load > 2 kΩ	

I/O 端口: 规定电压	
Vin-io (GND - neg. load input)	max. 800 V ⁽¹⁾
VioPE (GND - PE)	max. 125 V ⁽¹⁾



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/24 V selectable, max. 10 mA
输入	analog load setting I and V0 ... 5 V and 0 ... 10 V analog protection setting I and V0 ... 5 V and 0 ... 10 V load input activation (low active) operating mode selection CC/CV control speed selection fast/slow 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 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	
Vin-PE (neg. load input - PE)	max. 800 V ⁽¹⁾
Vin+PE (pos. load input - PE)	Vmax + max. 800 V ⁽¹⁾

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

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)

1. 直流正/负电压或交流正弦波电压的RMS值
2. 如果是已注册的特定设备, 第二次校准免费

终端	
负载输入	see model overview
遥测输入	SBU4-24, 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
后背板最小间距	20 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
最大馈入功率	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	O(CAT I according to EN61010:2004)
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

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

可选端口	
端口类型 TRL02	GPIB
机械连接选项 TRL10	19" installation kit for 1 device with 1219", 2U
TRL11	19" installation kit for 2 devices with 1219", 2U
TRL08	additional safety cover for load input incl. cap for unused load terminals
硬件拓展 TRL06	galvanically isolated I/O port

校准, 保证	
FCC-TRLxx	Factory Calibration Certificate, twice for free ⁽²⁾
推荐校准间隔	2 years
保修	1 years



康讯科技

北京: 010-6500 7007, 131 4123 7170

邮箱: info@comsun-tech.com

上海: 021-6451 5023, 136 0179 3242

邮箱: ComsunShanghai@hotmail.com

网站: www.comsunpower.com