

操作指南

EL 9000 T

直流电子负载



注意！本文件仅对固件版本为“KE: 3.09”与“HMI: 2.05”，更高的产品有效。如要更新产品固件，请登录我们公司网站或与我们联系。

文件ID: EL9TCN
版本: 03
日期: 02/2022

目录

1 简介

1.1	关于本操作指南	5
1.1.1	保留与使用	5
1.1.2	版权	5
1.1.3	有效期	5
1.1.4	符号诠释	5
1.2	保修条款	5
1.3	责任范围	5
1.4	产品的最终处理	6
1.5	产品编码规则	6
1.6	预期用途	6
1.7	安全	7
1.7.1	安全须知	7
1.7.2	用户的责任范围	7
1.7.3	操作员职责	8
1.7.4	对用户的要求	8
1.7.5	警告信号	9
1.8	技术参数	9
1.8.1	允许操作条件	9
1.8.2	一般技术参数	9
1.8.3	详细技术参数	10
1.8.4	各面视图	12
1.8.5	控制部件	14
1.9	结构与功能	15
1.9.1	基本描述	15
1.9.2	原理图	15
1.9.3	送货清单	15
1.9.4	可配附件	15
1.9.5	控制面板 (HMI)	16
1.9.6	USB端口 (后板)	18
1.9.7	感测”连接器 (远程感测)	18
1.9.8	以太网端口	19
1.9.9	模拟接口	19

2 安装&调试

2.1	储存	20
2.1.1	包装	20
2.1.2	储存	20
2.2	拆包与目检	20
2.3	安装	20
2.3.1	安装与使用前的安全规范	20
2.3.2	前期准备	20
2.3.3	安装产品	20
2.3.4	与直流源的连接	21
2.3.5	直流输入端的接地	21
2.3.6	远程感测端的连接	21
2.3.7	连接模拟接口	22
2.3.8	连接USB端口 (产品后面)	22
2.3.9	初次调试	22
2.3.10	固件更新或长时间未使用时的调试	22

3 操作与应用

3.1	人身安全	23
3.2	操作模式	23
3.2.1	电压调整 / 恒压	23
3.2.2	电流调整 / 恒流 / 限流	24
3.2.3	内阻调整 / 恒阻	24
3.2.4	功率调整 / 恒功率 / 限功率	24
3.2.5	动态特性与稳定准则	25
3.3	报警条件	26
3.3.1	电源故障	26
3.3.2	过温	26
3.3.3	过压	26
3.3.4	过流	26
3.3.5	过功率	26
3.4	手动操作	27
3.4.1	给产品供电	27
3.4.2	关闭产品	27
3.4.3	经选单配置	27
3.4.4	调节极限	32
3.4.5	更改操作模式	32
3.4.6	设定值的手动调节	33
3.4.7	转换主屏幕视图	33
3.4.8	打开或关闭直流输入	34
3.4.9	记录到U盘 (日志记录)	35
3.5	远程控制	36
3.5.1	基本信息	36
3.5.2	控制位置	36
3.5.3	经数字接口的远程控制	36
3.5.4	经模拟接口 (AI)的远程控制	37
3.6	报警与监控	41
3.6.1	术语的定义	41
3.6.2	产品报警与事件的处理	41
3.7	控制面板 (HMI)的锁定	44
3.8	极限值的锁定	44
3.9	上传与储存用户配置文档	45
3.10	函数发生器	46
3.10.1	简介	46
3.10.2	基本信息	46
3.10.3	操作方式	46
3.10.4	手动操作	47
3.10.5	正弦波函数	48
3.10.6	三角波函数	48
3.10.7	矩形波函数	49
3.10.8	梯形函数	50
3.10.9	阶跃函数	50
3.10.10	任意函数	51
3.10.11	电池测试函数	55
3.10.12	MPP追踪函数	57
3.10.13	函数发生器的远程控制	60
3.11	其它应用	60
3.11.1	串联	60
3.11.2	并联	60

4 检修与维护

4.1	维护/清洁.....	61
4.2	故障查找/诊断/维修.....	61
4.2.1	更换不良的电源保险丝.....	61
4.2.2	固件更新.....	61
4.3	校准.....	62
4.3.1	前言.....	62
4.3.2	事前准备.....	62
4.3.3	校准程序.....	62

5 联系方式与技术支持

5.1	维修.....	64
5.2	联系信息.....	64

1. 简介

1.1 关于本操作指南

1.1.1 保留与使用

本操作指南要放置于产品附近，方便以后参考以及查看产品的操作步骤。它与产品存放在一起，当存放位置和/或用户变更时需一起移动。

1.1.2 版权

严禁对本操作指南进行全部或部分修改或作其它用途，否则将承担该行为导致的法律后果。

1.1.3 有效期

本操作指南只对下表列出的型号有效。

型号	产品编号
EL 9080-45 T	33 210 511
EL 9200-18 T	33 210 512
EL 9500-08 T	33 210 513

1.1.4 符号诠释

本文件下的警告段落、安全提示以及一般提示段落将以下面的符号出现于方框内：

	危及人生安全的符号
	一般安全提示（指示与损坏保护禁令）
	一般提示

1.2 保修条款

EA Elektro-Automatik保证产品性能符合标注参数。保修期起始于良品的发货日。

保修条款包含在EA Elektro-Automatik的基本条款文件（TOS）内。

1.3 责任范围

本操作指南内的所有阐述与说明都基于当前的标准与规范、最新的技术，以及我们长期积累的经验与知识。若因下列情况的出现，EA Elektro-Automatik将不负责由之造成的任何损失：

- 超出本产品设计之外的使用目的
- 由非专业受训人员使用
- 被客户重新组装过
- 技术变更
- 使用了非授权的零部件

实际发货之产品可能会因最新技术的变更或客制型号额外选项功能的增加而与此份文件中的说明或图解有出入。

1.4 产品的最终处理

根据欧盟的相关法律与法规（ElektroG, WEEE），除非操作该设备的人员或其他人就是执行报废处理的指定人员，否则应将报废产品返回EA Elektro-Automatik作报废处理。我们的设备都符合这些规定，因此标有以下符号：



1.5 产品编码规则

标贴上关于产品描述的编码解析如下，下面为一范例：

EL 9080 - 45 T

	结构/版本： T = 塔式外壳
	以 A 为单位的产品最大电流
	以 V 为单位的产品最大电压
	系列： 9 = 9000系列
	类型区别： EL = Electronic Load (电子负载)

1.6 预期用途

本产品可用作电源或电池充电器，但只能当可变电压源或电流源，也可用作电子负载，但只能当可变电流吸收源。典型的应用有，当电源用时是供直流电给任意相关设备；当电池充电器时可充各类电池；当电子负载时，通过可调直流吸收功能代替欧姆电阻，从而上传任何类型的电压和电流源。

	<ul style="list-style-type: none"> 我们不接受将本产品作其他用途导致损坏而提出的任何索赔。 将本产品作其他用途而导致的损坏，操作者为唯一责任承担方。
--	---

1.7 安全

1.7.1 安全须知

有生命危险-危险电压



- 电气设备的操作意味着产品的某些部件带有危险电压。故所有带电压的部件都需带保护盖！
- 连接端上的所有操作必须在零电压（输入端没有接到电压源）下执行，且由专业人员来完成。误操作可能会带来致命的人身伤害以及对产品部件造成严重损坏。
- 产品与市电刚刚断开时，绝不可直接触摸电源线或连接插头，因仍存在被电击的危险。
- 关闭直流输出后，不可立即触摸直流输出端的触片，因其直流正极与负极之间对地仍有危险电压存在，该电压不会被放掉或只能慢慢地放电！



- 必须只能按照产品设计的用途使用本产品。
- 仅允许在产品标贴注明的范围下使用本产品。
- 请勿将任何物件特别是金属件插入产品通风孔内。
- 请避免在产品周围使用液体物质。避免产品受潮、弄湿或沾上冷凝物体。
- 当电源或充电器用时：产品通电过程中用户不要触摸本产品，特别是将低阻设备接到本产品上。因为可能会产生火花，并引起燃烧，以及损坏设备或烧伤用户。
- 当电子负载用时：通电时用户不要将功率源接到本产品上。因为可能会产生火花，并引起燃烧，以及损坏设备或功率源。
- 将接口卡或模块插到槽内时，一定要按照ESD规则进行。
- 只有当产品关闭后方可插上或取下接口卡或模块。该操作不需要打开产品。
- 外接功率源不能反接到产品的直流输入或输出端！否则产品会被损坏。
- 当电源用时：不要将外部电压源接到直流输出端，绝勿将那些会产生高于产品额定电压的设备连接到它上面。
- 当电子负载用时：不要将功率源接到产品直流输入端，因这样会产生一个高于负载额定输入电压120%的电压。本产品没有过压保护，这会对它带来不可修复的损坏。
- 必须设置各种保护功能，避免过流，过功率等，使敏感性电源适用当前应用的要求。

1.7.2 用户的责任范围

本产品为工业用设备。因此操作者是受合法的安全法规约束的。除了本说明书中的警告与安全提示外，相关的安全、意外事故预防与环境法规也同样适用。特别是该产品的用户：

- 必须知晓相关工作安全方面的要求。
- 必须负责产品指定的操作、维护与清洁工作
- 开始工作前必须阅读并理解本操作指南里面的内容。
- 必须使用指定和推荐的安全设备。

而且，产品使用完后要保证它完好无缺，随时都能正常使用。

1.7.3 操作员职责

操作员可以是使用本产品或将使用权委托给第三方的任意自然人或法人，且在使用期间该自然人或法人要负责用户、其他人员或第三方的安全。

本产品为工业用设备。因此操作者是受合法的安全法规约束的。除了本说明书中的警告与安全提示外，相关的安全、意外事故预防与环境法规也同样适用。特别是该产品的用户：

- 必须熟知相关的工作安全要求
- 能通过危险评估，辨别在工作台上特定的使用条件下可能引发的其它危险
- 能介绍产品在本机条件下操作程序的必要步骤
- 定期检查操作程序是否都为最新的
- 当有必要反应规则，标准或操作条件的变更时，对操作程序进行更新
- 清楚去、明确地定义产品的操作、维护与清洁工作
- 确保所有使用本产品的雇员阅读并理解了本说明书。而且用户有定期给他们培训有关产品的知识以及可能发生的危险。
- 给所有使用本产品的人员提供指定的安全设备。

而且，操作员负责保证设备的参数时刻都符合技术标准，可随时使用。

1.7.4 对用户的要求

本产品的任何操作只能由可正确、稳定地操作本产品，并能满足此项工作要求的人员来执行。

- 因毒品、酒精或药物对其反应能力造成负面影响的人员不可操作本产品。
- 操作现场所限定的关于年龄或工作的法规也适用于此。



非专业用户可能面临的危险

误操作可能会带来人员或物品的损伤。因此只有具备必要的培训、知识与经验的人员方可使用本产品。

受托人员指那些已接受对其将执行的任务与潜在危险进行了恰当地、明确地解释的人员。

合格人员指那些能够通过培训，知识与经验的累积，以及对特定细节的了解执行所有要求的任务，能分辨危险，并可避免人员伤害与其他危险的人员。

1.7.5 警告信号

本产品对多种情况会以信号发出报警，除危险情况外。该信号可以是可视的（以文本出现于显示屏上），或电子形式的（模拟接口的引脚/状态输出）。所有报警都会关闭产品直流输入。

信号含义解释如下：

OT 信号 (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> • 产品过热 • 会关闭直流输入 • 不严重
OVP 信号 (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> • 因太高电压进入到产品内而使直流输入端过压关闭 • 严重！产品与/或负载可能会被损坏
OCP 信号 (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> • 因超过预设限流值而关闭直流输入 • 不严重。可保护供电电源不会过流
OPP 信号 (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> • 因超过预设限功率值而关闭直流输入 • 不严重。可保护供电电源不会过功率
PF 信号 (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> • 因交流端欠压或内部辅助电压出现故障而关闭直流输入 • 过压时情况很严重！交流输入电路可能会被损坏

1.8 技术参数

1.8.1 允许操作条件

- 仅能在干燥的建筑物内使用
- 环境温度为0-50 °C
- 操作高度：水平面以上最高2000 m
- 最大湿度为80%，无凝露

1.8.2 一般技术参数

显示器：采用康宁大猩猩玻璃制成的彩色触摸屏，3.5"，320pt x 240pt，容性

控制部件：2个旋钮（带按钮推动功能），1个按钮

产品的额定值决定最大可调范围。

1.8.3 详细技术参数

	型号		
	EL 9080-45 T	EL 9200-18 T	EL 9500-08 T
交流输入			
供电电压	90...264 V AC		
端子类型	墙插		
频率	45...65 Hz		
保险丝	T 2 A		
功率损耗	最大 40 W		
浪涌电流@230 V	≈ 23 A		
漏电电流	< 3.5 mA		
直流输入			
最大输入电压 U_{Max}	80 V	200 V	500 V
输入功率 P_{Nom}	600 W	500 W	400 W
输入功率 P_{Nom} @ 40°C	500 W	500 W	400 W
最大输入电流 I_{Max}	45 A	18 A	8 A
过压保护范围	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$
过流保护范围	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$
过功率保护范围	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$
最大允许输入电压	88 V	220 V	550 V
I_{Max} 的最小输入电压	约 2.2 V	约 2 V	约 6.5 V
设定值温度系数 Δ / K	电压/电流: 100 ppm		
电压调整			
调节范围	0...81.6 V	0...204 V	0...510 V
ΔI 稳定度	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 23 ± 5 °C时)	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$
显示器: 调节分辨率	见章节 „1.9.5.4. 显示值的分辨率“		
显示器: 精确度 ⁽²⁾	$\leq 0.1\%$		
远程感测补偿	最大5% U_{Max}		
电流调整			
调节范围	0...45.9 A	0...18.36 A	0...8.16 A
ΔU 稳定度	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 23 ± 5 °C时)	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$
显示器: 调节分辨率	见章节 „1.9.5.4. 显示值的分辨率“		
显示器: 精确度 ⁽²⁾	$\leq 0.1\%$		
10...90% I_{Nom} 上升时间	$< 23 \mu s$	$< 40 \mu s$	$< 22 \mu s$
90...10% I_{Nom} 下降时间	$< 46 \mu s$	$< 42 \mu s$	$< 29 \mu s$
功率调整			
调节范围	$0...1.02 * P_{Peak}$	$0...1.02 * P_{Peak}$	$0...1.02 * P_{Peak}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 23 ± 5 °C时)	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$
显示器: 调节分辨率	见章节 „1.9.5.4. 显示值的分辨率“		
显示器: 精确度 ⁽²⁾	$\leq 0.2\%$		
阻值调整			
调节范围	0.12...40.8 Ω	1...346.8 Ω	6...2040 Ω
精确度 ⁽³⁾ (在 23 ± 5 °C时)	\leq 最大阻值的1%, 最大电流的 $\pm 0.3\%$		
显示器: 调节分辨率	见章节 „1.9.5.4. 显示值的分辨率“		

(1) 与额定值相关, 精确度定义的是调节值与对应实际值之间的最大偏差。

(2) 显示精度要累加到直流输入端相应值的精度上。

(3) 也包含显示器误差

	型号		
	EL 9080-45 T	EL 9200-18 T	EL 9500-08 T
模拟接口 ¹⁾			
设定值输入脚	U, I, P, R		
实际值输出脚	U, I		
控制信号脚	直流开/关, 远程开/关, R模式开/关		
状态型号脚	CV, OVP, OCP, OPP, OT, PF, 直流输入开/关		
对产品的隔离耐压	最大1500 V DC		
隔离耐压			
(DC) 输入对外壳	DC负极: 长时间耐压最大400 V DC正极: 长时间耐压最大400 V + 输入电压		
(AC) 输入对 (DC) 输入	最大2500 V, 短时间内		
环境			
制冷方式	温控风扇		
环境温度	0..50 °C		
储存温度	-20...70 °C		
数字接口			
特征	1x 通讯用USB-B (后板), 1x 函数操作用USB-A (前板)		
可选	1x 通讯用LAN (前板)		
对产品的隔离耐压	最大1500 V DC		
端子			
后面	交流输入, USB-B, Ethernet (可选), 模拟接口 (可选)		
前面	直流输入, USB-A, 远程感测		
尺寸			
外壳尺寸 (WxHxD)	92 x 239 x 352 mm		
整体尺寸 (WxHxD)	92 x 239 x min. 393 mm		
安规标准	EN 61010-1:2011-07, EN 61000-6-2:2016-05, EN 61000-6-3:2011-09		
重量	≈ 6.5 kg	≈ 6.5 kg	≈ 6.5 kg
产品编号	33210511	33210512	33210513

(1 模拟接口的技术规格请看50页章节„3.5.4.2. 分辨率“。

1.8.4 各面视图

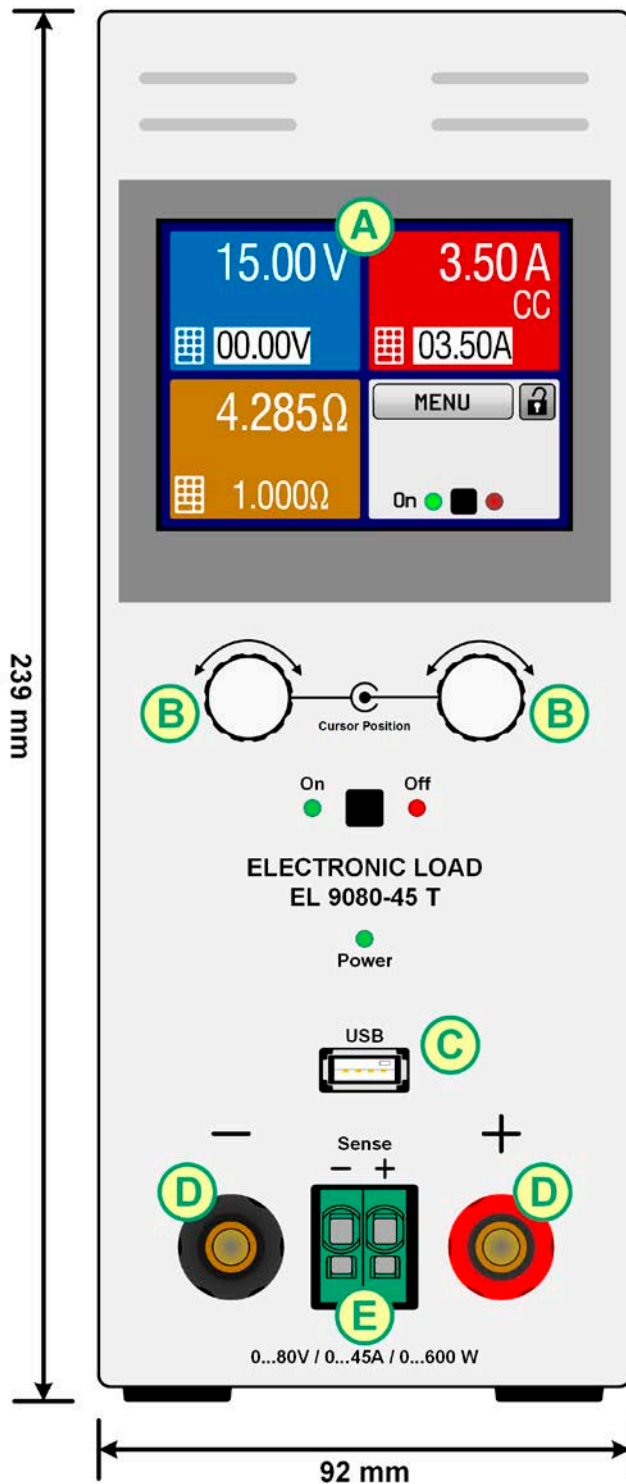


图 1 - 前视图



图 2 - 后视图 (仅带USB端口)



请勿松动接地柱 (保险座H旁的黄铜色螺丝), 这样才能接到PE线! 本产品原本是经交流电源线接地的, 这样接地柱才能将外壳连接到PE。

- A - 触摸屏
- B - 调节旋钮
- C - 前板USB端口 (A类)
- D - 直流输入端
- E - 远程感测输入端

- F - 远程控制接口模块插槽
- G - 风扇排风口
- H - 交流电连接端
- J - 电源开关

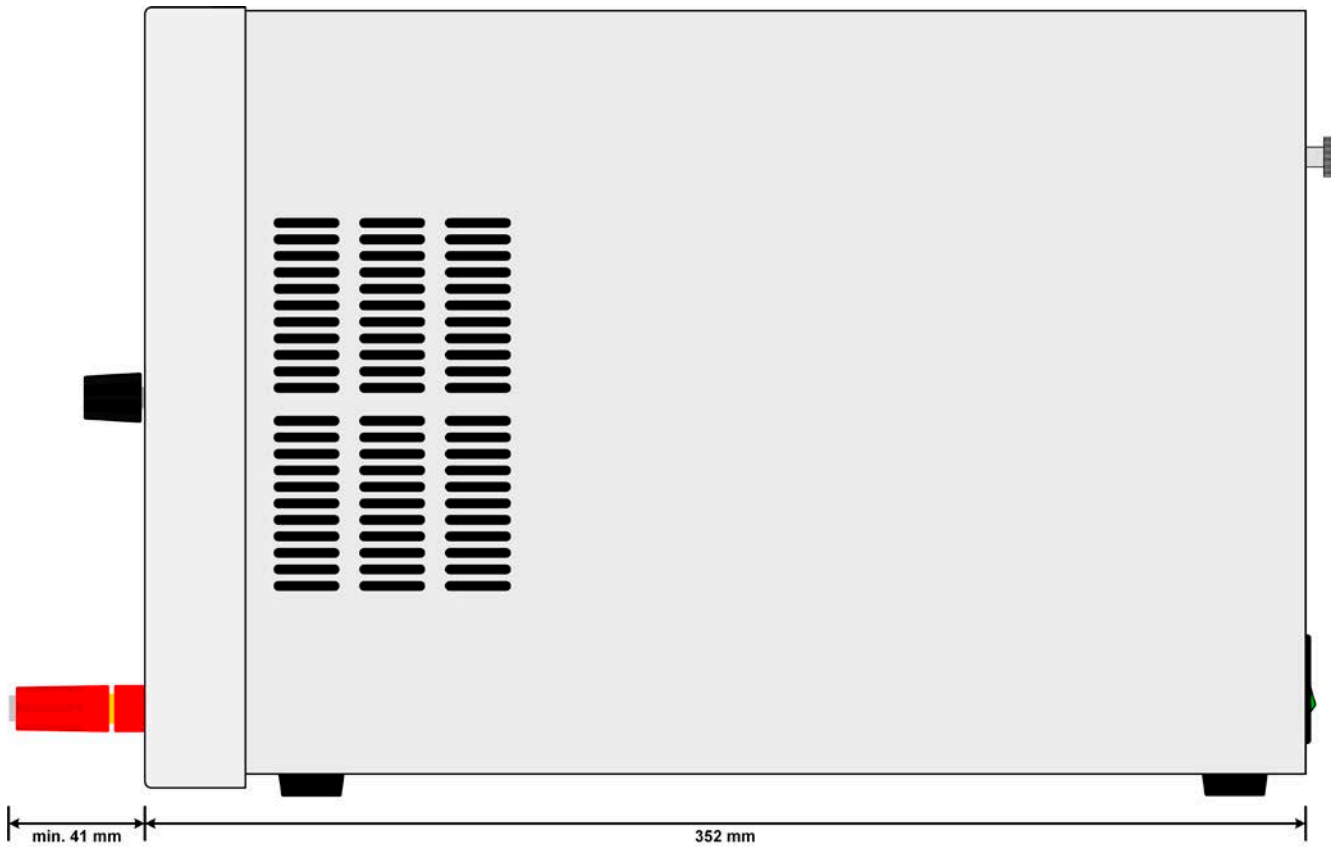


图 3 - 右侧视图



图 4 - 俯视图

1.8.5 控制部件

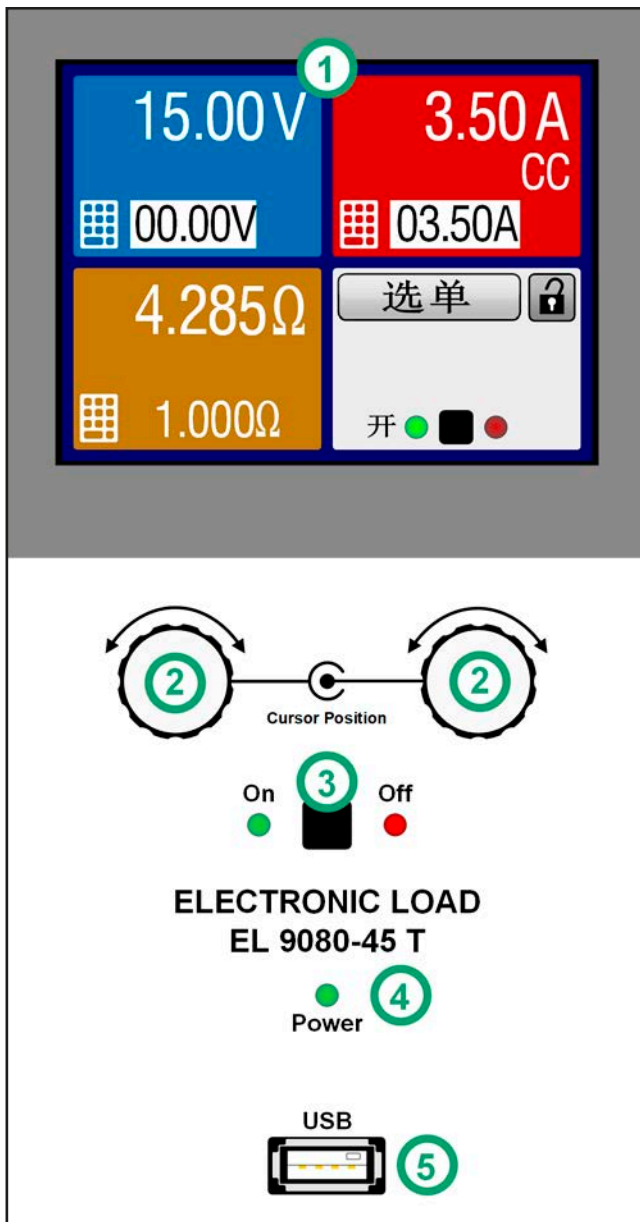


图 5 - 控制面板

操作面板各部件综述

详情请参考章节 „1.9.5. 控制面板 (HMI) “与„1.9.5.2. 旋钮“。

(1)	<p>触摸式显示屏</p> <p>用来选择设定值，菜单，条件以及实际值与状态的显示。</p> <p>触摸屏可用手指或尖笔来操作。</p>
(2)	<p>带按钮功能的旋钮</p> <p>左旋钮（旋转）：在菜单下调节设定电压、功率或阻值，或者设定参数值。</p> <p>左旋钮（按压）：在当前数值选择功能下选择即将更改（光标闪烁位）的小数值。</p> <p>右旋钮（旋转）：在菜单下调节设定电流，或者设定参数值。</p> <p>右旋钮（按压）：在当前数值选择功能下选择即将更改（光标闪烁位）的小数值。</p>
(3)	<p>直流输入On/Off 按钮</p> <p>用于直流输入开与关之间的转换，也可用来启动一个函数循环。</p>
(4)	<p>“电源”指示灯</p> <p>在产品启动期间显示不同的颜色，操作过程中维持绿色。</p>
(5)	<p>USB端口</p> <p>用于连接标准U盘。更多详情可参考章节„1.9.5.5. USB端口（前面板）“。</p>

1.9 结构与功能

1.9.1 基本描述

EL 9000 T系列通用型电子负载，构建于小塔型桌面式外壳，特别适合研发实验室或教育机构使用。

除了电子负载的基本功能外，其内置函数发生器可生成定点曲线（正弦，矩形，三角形以及其他类型曲线）。可从U盘上传任意曲线，或将曲线存储到U盘上。

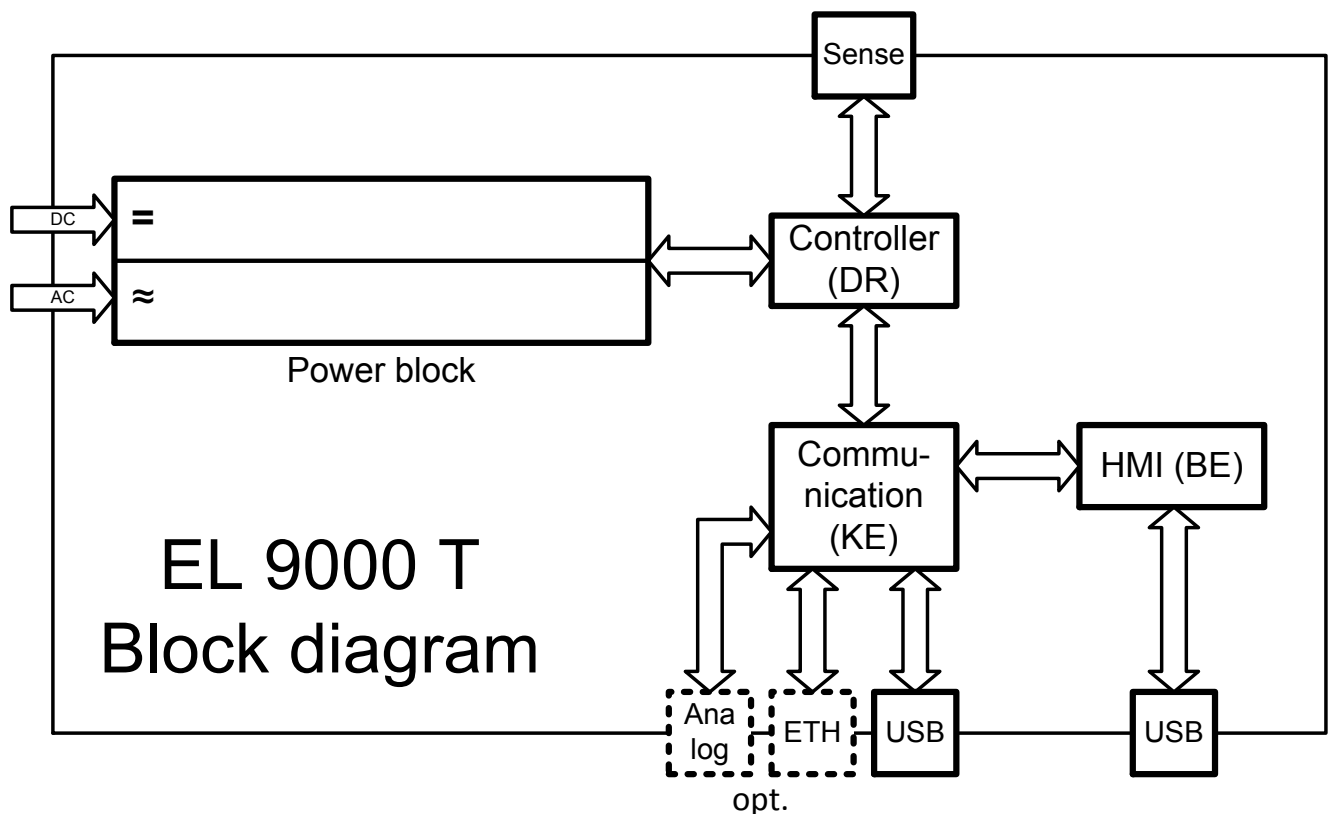
经电脑或PLC（可编程控制器）远程控制时，可用标配的USB端口，通过Ethernet/LAN端口还可扩展，或者安装一款可选接口模块。

所有型号都由微处理芯片控制。

1.9.2 原理图

下面这个原理图阐述了产品内部的主要元件以及它们之间的关系。

这些都是数字式微处理芯片控制元件（KE, DR, HMI），可对固件更新起作用。



1.9.3 送货清单

- 1 x 电子负载
- 1 x 1.8 m长的USB线
- 1 x 存有相关文件与软件的U盘
- 1 x 电源线（配10 A插头，美式或英式插头不同，可用适配器匹配）

1.9.4 可配附件

本系列产品还可配下列附件：

IF-KE4 订购编号 33 100 231	带USB、以太网，以及15针（D-Sub）模拟端口的可更换接口模块。所有接口都与产品电隔离。接口模块可由用户轻易安装。
----------------------------------	---

1.9.5 控制面板 (HMI)

HMI (Human Machine Interface-人机界面) 由一个触摸屏, 两个旋钮, 一个按钮以及一个USB端口组成。

1.9.5.1 触摸显示屏

图形化触摸显示屏被划分为好几个区域。整个显示屏都是触摸感应的, 可用手指或尖笔来控制本产品。

在正常模式下, 显示屏分为4个同尺寸的区域, 其中三个用来显示实际值与设定值, 最后一个显示状态信息:



触摸区域可激活也可停用:



选单

黑色文字或符号=激活

菜单

灰色文字或符号= 未激活

• 实际/设定值区 (蓝色, 红色, 绿色, 橙色)

在正常操作模式下, 它显示电压、电流以及功率的直流输入值 (大字体) 与设定值 (小字体)。只有当内阻模式被激活时方显示内阻设定值。此时, 第四组设定值P会被隐藏, 仅在内阻模式下可经菜单访问, 且直流输入为关闭状态。

当直流输入端被打开, **CV**, **CC**, **CP**或**CR**实际调整模式将显示于对应的实际值旁边, 如上图所示, 电流显示红色区会有“CC”。

利用触摸屏下边的旋钮可调节设定值, 或者直接通过触摸屏输入数值。通过旋钮调节数值时, 按一下旋钮, 选定要调节的数位。逻辑上, 顺时针旋转旋钮, 数值增大1位, 逆时针旋转旋钮, 则是减小1位, 直至达到任何极限 (见„3.4.4. 调节极限“)。

一般显示与设定范围:

显示	单位	范围	描述
实际电压	V	0.2-125% U_{Nom}	直流输入电压的实际值
设定电压 ⁽¹⁾	V	0-100% U_{Nom}	限定直流输入电压的设定值
实际电流	A	0.2-125% I_{Nom}	直流输入电流的实际值
设定电流 ⁽¹⁾	A	0-100% I_{Nom}	限定直流输入电流的设定值
实际功率	W	0-125% P_{peak}	输入功率的实际值, $P = U_{IN} * I_{IN}$
设定功率 ⁽¹⁾	W	0-100% P_{peak}	限定直流输入功率的设定值
实际阻值	Ω	0...99.999 Ω	计算实际内阻公式, $R = U_{IN} / I_{IN}$
设定阻值	Ω	$x^{(2)}$ -102% R_{Max}	目标内阻的设定值
调节极限 1	A,V,W	0-102% nom	U-max, I-min等, , 与物理值相关物理值相关
调节极限 2	Ω	$x^{(2)}$ -102% nom	R-max
保护设定 1	A,W	0-110% nom	OCP与OPP, 与物理值相关
保护设定 2	V	0-103% nom	OVP, 与物理值相关

⁽¹⁾ 与对应物理单位的数值有效, 比如电压的OVD值, 以及电流的UCD值。

⁽²⁾ 最小可调设定阻值根据型号不同会有不同。请看章节1.8.3的表格。

• 状态显示（右下区域）


该区域显示各种状态文本和符号：

显示	描述
已锁	HMI被锁
已解锁	HMI已解锁
远程:	产品处于经... 控制的远程控制模式
模拟 内置模拟接口（可选）
USB 内置USB端口
以太网 内置以太网端口（可选）
本地	产品被用户明确锁定为阻止远程受控
报警:	未被确认或仍旧存在的报警条件
事件:	还未被确认的用户自定义事件
函数:	函数发生器模式（远程控制）
函数:	函数发生器模式（手控模式）
 / 	数据记录到U盘已激活或激活失败

1.9.5.2 旋钮



只要产品处于手动操作模式，这两个旋钮就可调节设定值，以及在**设定与选单**页面下的参数设定。关于其各个功能的详情，请参考章节“**3.4 手动操作**”第 27页。当屏幕显示主页面时，可以点击屏幕上的蓝色区（电压）或绿色/橙色（电源或电阻）区，来改变左旋钮的分配，除非控制面板被锁定。右旋钮总是分配给电流的调整（红色）。

其他设定值不能用旋钮来调节，除非更改选择的任务布置。但是可通过一数字键盘直接输入，点触这个小图标即可。除旋钮图释外，还可点触这几个彩色的设定值区来更改任务。

1.9.5.3 旋钮的按钮功能

本产品的旋钮还有按钮功能，在所有菜单选项下都可用，顺时针旋转它可移动光标，从而调节数值，像这样：



1.9.5.4 显示值的分辨率

显示屏上的设定值可以固定的增量方式调节。小数点后的位数取决于产品型号。这些数值可以为4或5位数。而实际值与设定值一般为相同位数的数值。

显示屏上设定值的调节分辨率与数位如下：

电压, OVP, UVD, OVD, U-min, U-max			电流, OCP, UCD, OCD, I-min, I-max			功率, OPP, OPD, P-max			内阻, R-max		
额定值	位数	步宽	额定值	位数	步宽	额定值	位数	步宽	额定值	位数	步宽
80 V	4	0.01 V	8 A	4	0.001 A	所有	4	0.1 W	40 Ω	5	0.001 Ω
200 V	5	0.01 V	18 A	5	0.001 A				340 Ω	5	0.01 Ω
500 V	4	0.1 V	45 A	4	0.01 A				2000 Ω	5	0.1 Ω



在手动操作模式下，每一个设定值都可按上表的增量进行设定。此种情况下，由产品设定的实际输入值会在其技术规格表的百分比范围内。因为它会影响实际值。

1.9.5.5 USB端口（前面板）

前板上，“功率”指示灯下面的USB端口可连接标准U盘。通过它可在所有操作模式期间，为任意函数发生器上传或下载序列，或者进行数据记录。

2.0的U盘必须为**FAT23**格式，且**最大容量为32GB**。也支持3.0版的，但并非所有制造商的该版本U盘。所有支持文件都必须保存在U盘根目录的指定文件夹下，方便查找。该文件夹名称必须为**HMI_FILES**，这样当驱动分配到字母**G**时，电脑才会自动识别路径为**G:\HMI_FILES**。

产品的控制面板可从U盘上读取下面这些文件类型：

wave_u<arbitrary_text>.csv	函数发生器形成的任意函数的电压(U)或电流(I)
wave_i<arbitrary_text>.csv	文件名必须以wave_u / wave_i 开头，其它用户可自定义。
profile_<nr>.csv	之前保存的用户配置文档。文档名称的数字为计数号码，与HMI内的实际用户配置文档编号无关。上传一个用户配置文档时，可显示最多10个供选择的文档。
mpp_curve_<arbitrary_text>.csv	MPPT函数下MPP4模式下的用户自定义曲线数据（100个电压值）

产品的控制面板可将下面这些文件类型保存到U盘上：

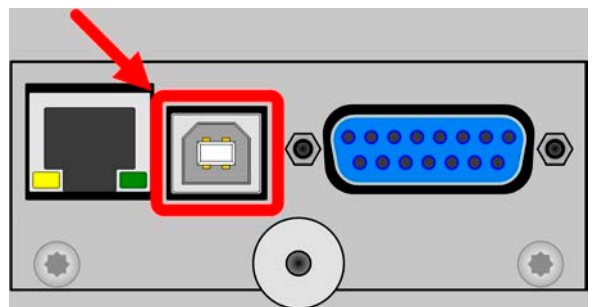
battery_test_log_<nr>.csv	从电池测试函数记录的数据日志文档。对于一个电池测试日志，记录的是与正常日志数据不同和/或额外的数据。如果相同命名的文档已存在于文件夹内，则文件名中的<数字>字段会自动累加。
usb_log_<nr>.csv	所有模式正常操作期间记录的日志数据文件。文件布局与EA Power Control中记录功能生成的文件布局相同。如果相同命名的文档已存在于文件夹内，则文件名中的<数字>字段会自动累加。
profile_<nr>.csv	保存的用户配置文档。文档名称的数字为计数号码，与HMI内的实际用户配置文档编号无关。上载一个用户配置文档时，能够显示最多10个可选的文档。
wave_u_<nr>.csv wave_i_<nr>.csv	函数发生器，任意函数，根据所选项，可以是代表电压（U）或电流（I）的99个序列点。
mpp_result_<nr>.csv	含100个数据组（Umpp, Impp, Pmpp）的表格形式，由MPP跟踪模式4形成的结果数据。

1.9.6 USB端口（后板）

产品后板的USB-B端口用于与其他产品的通讯，以及固件更新。随附的USB线可连到电脑上（USB 2.0 或3.0）。驱动程序存储在U盘上，它会安装一个虚拟COM口。有关远程控制的介绍，可从EA Elektro-Automatik网站或随货提供的U盘上找到。

可经该端口或者使用国际标准ModBus RTU协议，亦或SCPI语言，来访问产品。本产品通常会自动识别消息协议。

如果要激活远程操作模式，任何其它接口都要优先于USB端口，而且也只能与它们交替使用。但是，不论产品以什么接口受控或即将受控，都可一直执行监控功能。

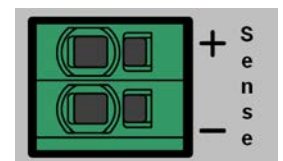


该图显示的是可安装的可选IF-KE4模块

1.9.7 “感测”连接器（远程感测）

为了补偿连到负载的直流线上的压降，可将**Sense**（直流输出端之间）输入端接到负载上。一旦感测输入线一接上（Sense+），产品就会自动感测，并进行相应的输入电压的补偿。最大可补偿值在技术规格表中有标注。

远程感测的使用仅在恒压（CV）操作模式有效。在其他操作模式下不要连接此输入线，因为该线可能会增加振荡。有关此主题的更多信息，请参见第3.2.5节。



1.9.8 以太网端口

以太网端口为可选项，也可参考章节1.9.4。

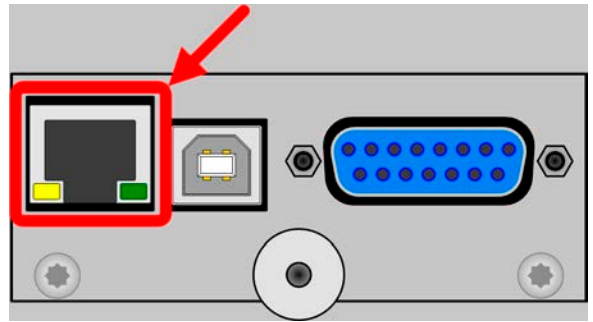
位于产品后板的这个端口用来与其它产品通讯，从而进行远程控制或监控。用户基本上有两种访问方式：

1. 已知产品主机的IP地址，从标准浏览器下访问网址（HTTP，端口80）。该网址提供网络参数的配置页面，以及手动输入指令远程控制产品的SCPI指令输入框。
2. 经任意可选端口（除以及其他保留端口外）访问TCP/IP。本产品的标准端口为5025。经TCP/IP与该端口，可在大多数编程语言下与产品通讯。

利用以太网端口，通过SCPI或ModBus RTU协议指令控制本产品，同时能自动检测消息类型。

可手动或通过DHCP完成网络设置。传输速度设为“自动协商”，意思是可用10 MBit/s或100 MBit/s。但不支持1GB/s。双工模式通常为全双工。

如果要激活远程操作模式，任何其它接口都要优先于以太网端口，而且也只能与它们交替使用。但是，不论产品以什么接口受控或即将受控，都可一直执行监控功能。



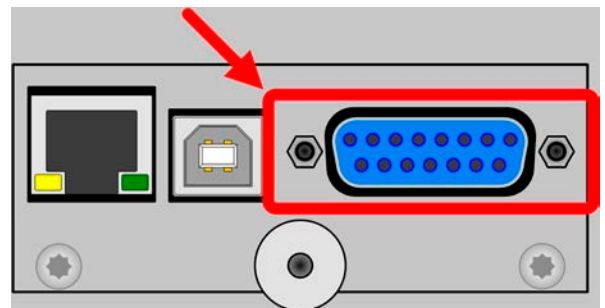
1.9.9 模拟接口

模拟接口为可选项，也可参考章节1.9.4。

产品后板的15针Sub-D型插座，是产品经模拟信号或转换条件进行远程控制操作时使用的。

输入电压的设定范围与输出电压的监控范围，以及参考电压水平可通过设定菜单下在0-5 V与0-10 V之间转换，每种的范围都可以是0-100%。

如果要激活远程操作模式，任何其它接口都要优先于以太网端口，而且也只能与它们交替使用。但是，不论产品以什么接口受控或即将受控，都可一直执行监控功能。



2. 安装&调试

2.1 储存

2.1.1 包装

建议将产品的完整包装材料保存至产品寿命周期，以便产品迁移或返回原厂维修时使用。不然则应按照环境保护规定处理这些包装材料。

2.1.2 储存

如果产品存储时间会很长，建议使用原始的或类似包装。应将其保存在干燥的室内，尽可能封住开口处，避免产品内部元件因湿气而腐蚀。

2.2 拆包与目检

不管产品带包装还是没带包装而进行搬运，或者在调试前搬运产品，应根据送货清单/零部件清单（见章节, 1.9.3. 送货清单“）目检产品是否完整，是否有损伤。有明显损伤（如：内部元件松脱，外壳受损）的产品在任何条件下都不能投入使用。

2.3 安装

2.3.1 安装与使用前的安全规范



- 使连到市电前，确保供电电压跟您使用的产品标牌上所示的电压一样。交流电过压可能会损坏产品。
- 把电压源接到直流输入端之前，确保电压源不会产生高于特定型号额定值的电压，或者安装一个可防止过压输入而损坏产品的设备。

2.3.2 前期准备

EL 9000 T系列电源与市电间的连接，须使用随附1.5米长的三插电源线。

直流端到负载/用户端之间的连线规格也应遵循下列规则：



- 连接线的横截面应为产品最大电流时所需的参数。
- 在允许极限上持续运行本产品产生的热量必须排除，以及基于连线长度和发热度的压降。要补偿这些损耗，需增加连线横截面，并尽量缩短连线长度。

2.3.3 安装产品



- 为产品选择一个与市电连接距离尽可能短的位置安放。
- 需给产品后方预留足够的空间，最少30cm，方便通风流畅。
- 切勿挡住产品侧边的入风口！
- 产品后板的数字接口（内含USB或可选IF-KE4）是模块式的，故必须正确安装于产品内，否则不会正常工作。

2.3.4 与直流源的连接

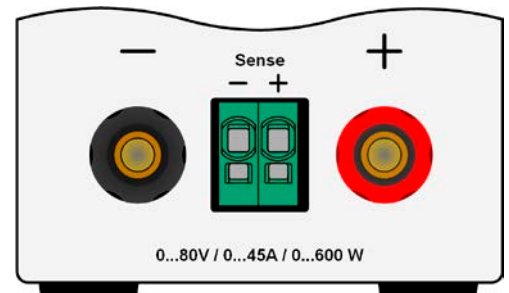


- 使用额定电流为45 A的产品时，注意负载与直流输入端的连接点。因为前板4mm连接点仅能承受最大32 A！
- 禁止将产品接到将产生高于其额定电压110%的电压源上！
- 禁止反极性连接到电压源上！

直流输入端位于产品后面，且没有装保险丝。此处连线的横截面由损耗的电流、线长以及环境温度决定。

我们建议使用不超过5 m长的以下规格连线，且平均环境温度不超过50°C：

10 A以下：	0.75 mm ² (AWG18)
20 A以下：	4 mm ² (AWG10)
45 A以下：	10 mm ² (AWG8)

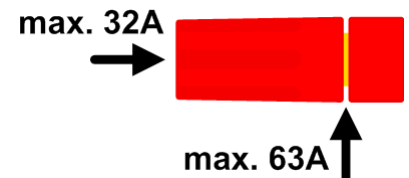


针对每条连接极输入线（多芯隔离线，末端垂悬）。单芯线如16 mm²，可用2x6 mm²的线代替。如果连线很长，需增大其横截面，以避免电压偏移和过热。

2.3.4.1 直流输入端的连接方式

产品前板直流输入端可使用下列类型夹子 & 插片连接：

- 4 mm 系统插片（薄式，香蕉，安全），可经受最大电流为32 A
- 片装接线片（6 mm或更大）
- 焊线端（仅建议对小电流产品，10 A以下的）



使用任何类型的接头或线尾套管时，一定要带绝缘装置，以确保不会被电击！

2.3.5 直流输入端的接地

本产品可随时接地至直流负极，即直接接到PE。但是接地后，对于500 V型号产品，直流正极输入电压不可超过400 V，因为负极的电位会被输入电压转换成反向电压。见1.8.2章节下的规格表，“隔离耐压”项。



500 V型号的产品不能从直流正极接地，或一旦直流正极接地，就要确保直流输入电压不超过400 V！

2.3.6 远程感测端的连接



- 远程感测只有在恒压（CV）操作模式期间才有效，在其它调整模式下感测输入端不应连线。因为连线后通常会增大产品的震荡。
- 感测线的横截面不是很重要。5米以下的线建议使用：0.5 mm²的截面积。
- 感测线应缠绕起来，放于直流线附近以便抑制振荡。如有必要，可在电源端额外安装一个电容，消除振荡。也可参考章节3.2.5。
- 感测线跟源极之间要+与+，-与-相连，否则会损坏两个系统。见下面图6的范例。

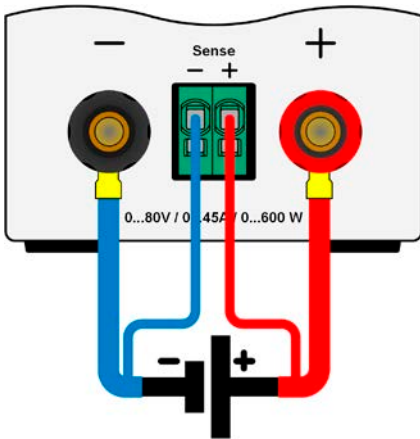


图 6 - 远程感测接线举例

感测端是一个钳形端子。意味着远程感测连线就应：

- 插上连接线时：将套管套上线尾，然后推入大方形内
- 拔掉连接线时：用小一字螺丝刀，插入大方孔旁边的小方孔，松开线夹，然后拔下线尾

2.3.7 连接模拟接口

产品后面有一个可选15针连接器（类型：**Sub-D, D-Sub**），它是一个模拟接口。想连到控制硬件（电脑，电子电路）上，需要一个标准插头（不含在本产品的随货清单内）。在连接或断开该连接器之前，一般建议完全关闭产品，至少关闭直流输入。



模拟接口与产品内部是隔离的。因此不能将它的任意地(AGND)接到直流输入的负极，因为这样会消除电隔离功能。

2.3.8 连接USB端口（产品后面）

经该端口远程控制本产品时，使用随货的连接线将它与电脑相连，然后打开产品。

2.3.8.1 驱动程序的安装(针对Windows系统)

初次与电脑连接时，操作系统会将产品识别为新的硬件，并要求安装驱动程序。该驱动程序是**Communications Device Class (CDC)**类型，通常能整合到当前操作系统内，如Windows 7或10。强烈建议使用并安装随附（U盘上的）驱动安装器，以使产品与我们的软件达到最大兼容度。

2.3.8.2 驱动程序的安装(针对Linux, MacOS系统)

我们无法提供这种操作系统下的驱动程序或安装说明。最好从网络上搜索合适的驱动程序。对于较新版的Linux或MacOS，“本机”应有一个通用的CDC驱动。

2.3.8.3 其它可用驱动程序

如果您系统上没有上述CDC驱动程序，或者因某些原因无法正常工作，可向供货商寻求帮助。或者使用“cdc driver windows”或“cdc driver linux”或“cdc driver macos”关键字在网络上搜索此类供应商。

2.3.9 初次调试

产品购买并安装后的第一次启动，必须按照下列顺序进行：

- 确定连接线满足产品所需的横截面
- 检查产品设定值、安全与监控函数，以及通讯的出厂设定是否适合你的应用，如有必要可按说明书中的进行更改
- 如果经电脑进行远程控制，请阅读另外有关接口与软件的说明文件
- 如果经模拟接口远程控制，请阅读本说明书关于模拟接口的章节

2.3.10 固件更新或长时间未使用时的调试

如遇固件更新，产品退回维修，地址更改或配置更改，需执行产品初次启动时的那些步骤，请参考“2.3.9. 初次调试”。

只有按上述步骤成功检查产品后，方可正常操作本产品。

3. 操作与应用

3.1 人身安全



- 为确保产品使用时的安全，只有那些完全熟悉且受过有关与危险电压工作时需采取的安全措施的人员才可操作本产品
- 对于那些能承受危险电压的型号，须在直流输入端安装一个防止物理接触的防护罩
- 不论何时重置直流输入，不仅要关闭直流输入，最好是将其与市电端断开！

3.2 操作模式

一台电子负载是由内部多个不同的控制或调整电路控制的，有些将电压、电流与功率转为调节值并尽可能地永久性地维持该数值。这些电路遵循控制系统的典型法规，在不同操作模式工作。每一个操作模式都有其自身特点，这个将在下面简短地做了解释。

3.2.1 电压调整 / 恒压

恒压 (CV) 或稳压是电子负载的一个次要操作模式。在正常模式下，电压源与负载相连，提供一定的输入电压。如果恒压模式下的设定电压高于电源的实际电压，则不会达到该设定值。负载也就无法从电源吸收电流。如果设定电压低于输入电压，则负载会尝试从电源吸收足够的电流以达到目标电压。如果形成的电流达到调节的电流值，或者根据 $P = U_{IN} * I_{IN}$ 公式，实际功率达到了调节的设定功率，负载就会自动转换到恒流或恒功率模式，取决于哪个值先到达。这样就无法达到调整后的输入电压。

当直流输入已打开，恒压模式被激活，在图形显示屏上会以 CV 缩写指示出“CV 模式已激活”状态，该消息也会以信号方式传输到模拟接口，并以内部状态存储起来，经数字接口可以读取。

3.2.1.1 电压调整速度

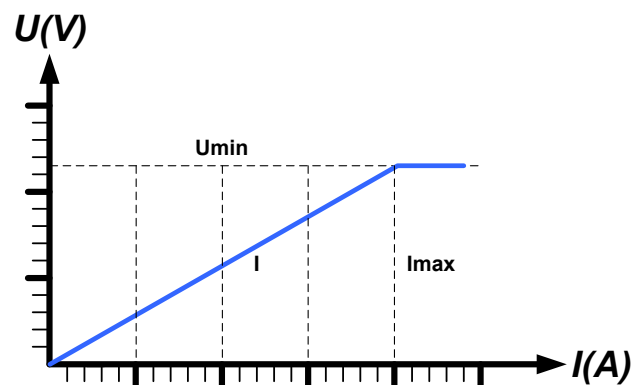
内部电压调整器可在“慢”与“快”之间转换（见„3.4.3.1. “设置”菜单“）。出厂默认值为“慢”。要根据负载应用的实际情况决定使用哪一个设定，但最初是由电压源类型决定的。一般的有源稳压电源比如开关模式电源就有它自己的稳压器，它能与负载电路同步工作，两者有可能会相互作用而引起冲突。如果出现此情况，建议将电压调整器设为“慢”。

在其它情况下，比如运行函数发生器，将多种函数应用到负载输入电压，以及设定了很小的时间增量，可能需要将电压调整器设为“快”，从而达到期望结果。

3.2.1.2 最大电流时的最小电压

因技术原因，本系列所有型号有一个最小内阻，使产品有一个最小输入电压 (U_{MIN})，从而能吸收最大电流 (I_{MAX})。不同型号的这个最小输入电压就会不同。技术规格表中对每个型号都列出了相应值。如果所供电压小于 U_{MIN} ，则负载就会吸收少的电流，这个值都可以简单地计算出来。

右图为其原理释义。



3.2.2 电流调整 / 恒流 / 限流

电流调整与限流或恒流模式（CC）一样，是电子负载的基本操作模式。根据欧姆定律 $R = U / I$ ，更改负载内阻可使直流输入电流维持在一可预见水平内。比如：根据输入电压可获得一个恒定的电流。一旦电流到达其调整值，产品自动切换到恒流模式。但是如果功率损耗达到调节值，则自动转为限功率模式，并按照 $I_{MAX} = P_{SET} / U_{IN}$ 公式调整输入电流，即使最大电流要高出它也不行。用户定义的设定电流一般都在上限。

当直流输入已打开，恒流模式被激活，在图形显示屏上会以CC缩写指示出“CC模式已激活”状态，该消息也会以信号方式传输到模拟接口，并以内部状态存储起来，经数字接口可以读取。

3.2.3 内阻调整 / 恒阻

电子负载内部的运行原理基于可变内阻的调整，恒阻模式（CR）几乎是一个自然特征。负载会根据欧姆定律 $I_{IN} = U_{IN} / R_{SET}$ ，基于输入电压调整输入电流，从而试着将内阻设为用户定义的数值。可调内阻范围自然限定于近零值与最大值（电流调整分辨率越来越不精确时）之间。

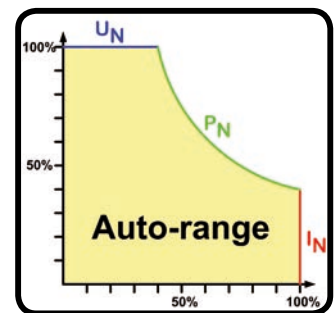
当直流输入已打开，恒流模式被激活，在图形显示屏上会以CR缩写指示出“CR 模式已激活”状态，该消息也会以信号方式传输到模拟接口，并以内部状态存储起来，经数字接口可以读取。

3.2.4 功率调整 / 恒功率 / 限功率

功率调整，也叫限功率或恒功率（CP），使产品输入功率保持在调整值以内，于是流经电源的电流与输入电压运作，根据 $P_{IN} = U_{IN} / I_{IN}$ 公式，达到所需功率值。限功率会根据 $I_{IN} = P_{SET} / U_{IN}$ 公式，限制输入电流。

限功率按照自动范围调整原理运作，这样在较低输入电压时，流经的电流较大，反之亦然，从而使功率恒定在 P_N 范围内（见右图）。

如果直流输入打开，恒功率操作模式被激活，图形显示屏上会以CP缩写指示“CP 模式已激活”状态，该消息也会以信号方式传输到模拟接口，并以状态存储起来，经数字接口可以状态信息读取。恒功率模式会影响内部的设定电流。意思是如果根据 $I = P / U$ 设定功率设定了一较低电流，则无法达到最大设定电流值。用户定义的与显示出来的设定电流都只是上限值。



3.2.4.1 随温降额

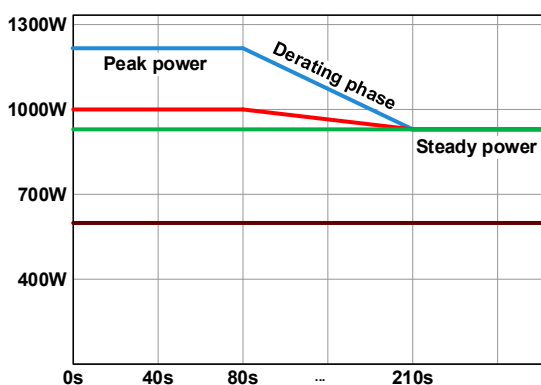
本系列具备普通电子负载将消耗的电能转为热量的并散发出去的特征。且为了避免过热，它还会自动减少功率，即当产品过热时将实际输入功率下降。这表示，产品在降额前，冷机启动时，它能在一定时间内吸收峰值功率（见技术规格表）。

这个功率降额根据环境温度而定。室温为 10°C 时，负载可以吸收比 20°C 或更高室温下更长时间的峰值功率。如果不考虑室温，每一度的降额是恒定的（ $x\text{ W/K}$ ，见规格表），然后降到 40°C （ 104°F ）典型室温下的稳定值或者更低。

降额阶段的时间一般为150-210秒。它包括峰值功率的时间。

但是，如果产品的输入功率少于其环境温度下的稳定功率，则降额不会影响操作，即使内部的功率降额很逼近。举例，如果你想让一台稳定功率为600 W，实际恒定功率为400 W的产品运行，而功率限额设为600 W，则电源会有一个电压变化，或者负载的电流有变化，就不会到达600 W的功率限额。

可参考下面的图释：



降额变化原理图

负载产品吸收 x 时间的最大功率，直至降额开始。降额开始后，负载的输入功率会稳定在规格表中给出的 40°C 环境温度下的功率点。可从产品上读取（经显示器或接口）实际功率值作为真实的输入功率。如果环境温度上升，降额会继续。

蓝色：代表80 V的型号

红色：代表200 V的型号

绿色：代表500 V的型号

3.2.5 动态特性与稳定准则

本电子负载特征在于电流升降时间非常短，这是由其内部调整线路的高带宽完成的。

如果负载连上带有自身调整线路的测试源，如电源，可能出现调整不稳定现象。这个不稳定性是整个系统(馈源和电子负载)在特定频率下的相位和增益余量太少而形成的。 180° 相位位移在 $>0\text{dB}$ 的放大条件下,会导致振荡或不稳定。如果连接线是高导电性的或电感-电容性的,无调整线路的使用源(如: 电池)也可能出现相同情况。

此不稳定性不会因负载故障造成,而是整个系统的运作形成的。改善相位和增益余量可解决此问题。实际应用中,可在负载直流输入端直接装个电容。为达到期望效果该电容值不固定,需实际测试寻找出来。但我们有如下的建议:

80 V 型号: 1000 μF ...4700 μF

200 V 型号: 100 μF ...470 μF

500 V 型号: 47 μF ...150 μF

3.3 报警条件



本章节仅针产品报警功能的概述。产品出现报警状态的后续处理，请参考„3.6. 报警与监控“。

基本原则是：所有报警条件都会以可视（在显示屏上以文本+消息显示），以及经数字接口的可读状态与报警计数器这些方式表现出来。另外，OT与OVP报警会以信号报告给模拟接口（可选配件）。如后续需采集，可从显示器或经数字接口读取报警计数器。

3.3.1 电源故障

电源故障(PF)表明可能会产生严重后果的报警条件：

- 交流输入电压太低（供电端欠压，供电停止）
- 输入电路（PFC）出现故障

只要出现电源故障，产品会停止供电，并关闭直流输入。如果电源故障是欠压，后续又消失，该报警会从显示器上消失，不要求确认。

PF报警消失后直流输入的状态可在下决定，见3.4.3。



通过电源开关关闭产品不能看做供电端断电，因此产品每次关闭时以PF报警发出信号的时候，应该忽略它。

3.3.2 过温

如果产品内部温度过高会出现过温(OT)报警，并会暂时停止功率降额。该报警的出现可能是因为内部风扇不良或环境温度过高。尽管本产品能高效地转消耗能量，它仍需制冷。

OT报警消除，即产品冷却后直流输入端的状态，可在菜单下选定。见3.4.3章节。根据所选设定，产品会选择自动继续工作。OT报警不需要确认。

3.3.3 过压

如果出现下面情况就会出现过压报警（OVP），而且它会关断直流输入：

- 连接的电压源给直流输入端提供了一个高于过压报警极限(OVP, 0...103% U_{NOM})设定的电压

该功能主要以可视的方式提示电子负载用户连接的电压源电压过高，有可能会损坏甚至破坏产品的输入电路以及其它部件。



本产品对外部过压未提供保护配置。

3.3.4 过流

如果出现下面情况就会出现过流报警（OCP），而且它会关断直流输入：

- 直流输入端的输入电流超过调节后的OCP极限。

该功能主要是保护电压与电流源不至于过载而受损，但不会为负载提供保护。

3.3.5 过功率

如果出现下面情况就会出现过流报警（OPP），而且它会关断直流输入：

- 直流输入端的输入电压与电流超过调节后的OPP极限。

该功能主要是保护电压与电流源不至于过载而受损，但不会为负载提供保护。

3.4 手动操作

3.4.1 给产品供电

应尽可能通过产品后板的拨动开关打开产品。打开后，显示器上会先显示公司标志，接着是语言选择，3秒后自动关闭，然后是制造商名称与地址、产品型号、固件版本、系列号与产品编号。

在设置菜单（见章节„3.4.3. 经选单配置“）的二级菜单的“基本设置”设置下，有一个选项“打开电源后直流输入状态”，此处用户可决定产品通电后直流输入的状态。出厂设置为“关闭”，意思是产品通电后直流输入总为关闭状态。“还原”则是恢复直流输入的最后状态，可以是开，也可以是关。所有设定值都可保存。



模拟接口（如有安装）启动阶段期间，在输出引脚会发出未定义状态，如ALARMS 1。这些信号可忽略，直到产品完成启动，并准备好操作。

3.4.2 关闭产品

产品关闭时，最后的输入状态，最后的设定值与输入状态都会被保存下来。而且会报告一个PF报警（电源故障），但是这个可忽略。

直流输入立即被关闭，一小会儿后风扇停止转动，再过几秒钟产品完全关闭。

3.4.3 经选单配置

选单是用来配置所有非永久需要的操作参数。这些参数可在选单触摸区通过手指触摸来设定，但是只有当直流输入关的时候方可执行，如右图

菜单导航可用手指点触完成。参数设定则通过旋钮。旋钮分配给具体的可调值不再在餐单页显示出来，但是有一个分配标尺：上方值或左边值 → 左旋钮，下方值或右边值 → 右旋钮。

有些设定参数不解自明，有些则不是。后者则会在后文中有详细解释。



3.4.3.1 “设置”菜单

这个主菜单显示的是产品与接口基本操作相关的所有设置。

子菜单	页	描述
输入设置	1	允许调节与直流输入相关的设定值，或者在显示器主屏幕下的操作
保护	1	允许调节与直流输入相关的保护极限（此处为：OVP，OCP，OPP）。也可见章节„3.3. 报警条件“。
极限设置	1	允许调节设定值可调极限。也可见章节„3.4.4. 调节极限“。
基本设置	2	产品与其各类接口操作的设置。详情如下文。
重设产品	2	“启动”触摸区会将所有设置（HMI，配置文档等）重设为出厂默认设置，如上一页菜单结构图所示。
事件设置	2	允许调节与直流输入相关的检测特性。也可见„3.6.2.1. 用户自定义事件“。

3.4.3.2 “基本设置”菜单

这个主菜单显示的是产品与接口基本操作相关的所有设置。

设置	描述
允许远程控制	“无”选项表示，产品不能经数字或模拟接口进行远程操作。如果远程控制不允许，主屏幕上的状态区会显示“本地”。也见章节1.9.5.1。
模拟接口范围	该参数仅在安装了可选模拟接口后方显示。 为模拟设定输入、模拟输出与参考电压输出选择电压范围。 <ul style="list-style-type: none"> ● 0...5 V = 范围为设定/实际值的0...100%，5 V参考电压 ● 0...10 V = 范围为设定/实际值的0...100%，5 V参考电压 也可参考章节 „3.5.4. 经模拟接口 (AI)的远程控制“
模拟接口Rem-SB	该参数仅在安装了可选模拟接口后方显示。 选择模拟接口REM-SB输入引脚按那种水平与逻辑去工作： <ul style="list-style-type: none"> ● 正常 = 按3.5.4.4表所述电平与功能 ● 翻转 = 电平与功能被颠倒 也可见„3.5.4.7. 应用举例 “
模拟接口Rem-SB的动作	该参数仅在安装了可选模拟接口后方显示。 当模拟输入引脚REM-SB电平更改时，选择模拟接口直流输入激活行为动作： <ul style="list-style-type: none"> ● 直流关 = 该引脚只能关闭直流输入 ● 直流开/关 = 如果从其它控制位打开了直流输入，则可用该引脚打开和关闭直流输入
模拟接口6引脚	模拟接口的6引脚（见章节3.5.4.4）默认只为产品发出OT与PF报警信号。该参数只发出两种信号中的一种（也可能是三种结合）： <ul style="list-style-type: none"> ● OT = 启用/禁止6引脚发出OT报警信号 ● PF = 启用/禁止6引脚发出PF报警信号
模拟接口14引脚	模拟接口的14引脚（见章节3.5.4.4）默认只为产品发出OVP报警信号。该参数还可发出其它产品报警（也可能是七种结合）： <ul style="list-style-type: none"> ● OVP = 启用/禁止14引脚发出OVP报警信号 ● OCP = 启用/禁止14引脚发出OCP报警信号 ● OPP = 启用/禁止14引脚发出OPP报警信号
模拟接口15引脚	模拟接口的15引脚（见章节3.5.4.4）默认只为产品发出CV报警信号。该参数还可发出一不同的产品状态（有两个选项）： <ul style="list-style-type: none"> ● 调整模式 = 启用/禁止15引脚发出CV调整模式 ● 直流状态 = 启用/禁止15引脚发出直流端状态
过温报警后直流输出状态	决定产品出现过温报警但冷却后，直流功率级的状态： <ul style="list-style-type: none"> ● 关 = 直流功率级会关闭 ● 自动 = 直流功率级将被恢复到过温报警前的状态，通常为打开直流功率级

设置	描述
打开电源后直流输入状态	决定产品通电后直流输入的状态。 <ul style="list-style-type: none"> • 关闭 = 产品打开后直流输入一直为关闭状态 • 还原 = 直流输入状态将被恢复，而不会关闭。
PF报警后直流输入状态	决定当市电故障报警出现时直流输入的反应动作： <ul style="list-style-type: none"> • 关闭 = 直流输入为关闭状态直到用户改变它 • 自动 = 如果报警出现前是打开状态，报警故障消除后再次打开直流输入
退出远程控制后直流输入状态	决定当手动或者通过指令退出远程控制后，直流输入的反应动作： <ul style="list-style-type: none"> • 关闭 = 从远程控制转换为手动控制时，直流输入总是为关闭状态 • 自动 = 直流输入将维持最后的运行状态
启用R模式	激活（“是”）或停用（“否”）内阻控制。如果激活，可如其它参数一样在主屏幕上调节设定内阻，详情请参考„3.2.3. 内阻调整 / 恒阻“
电压控制器的设定	在“快”与“慢”之间选择内部稳压器的调整速度。见„3.2.1.1. 电压调整速度“
USB文件分隔符格式	切换数值的小数点格式，以及用于USB日志记录（见1.9.5.5与3.4.9）和其他可加载的CSV文件的分隔符 美国 = 逗号分隔符 (美国CSV文档标准) 默认 = 分号分隔符 (德国/欧洲CSV文档标准)
带有单位的USB数据记录 (V,A,W)	默认情况下，USB记录生成的CSV文件将对数值增加物理单位。还可将选项设为“否”，停用此功能。

3.4.3.3 “配置文档”菜单

见 „3.9 上传与储存用户配置文档“ 第 45页。

3.4.3.4 “概览”菜单

这个菜单有多个子菜单，会显示输入设定值、极限值、事件与报警历史的综合信息，其中报警历史会列出产品自通电后可能出现的设备报警号码。在此处不可更改任何值。

3.4.3.5 “关于硬件、软件...”菜单

这个菜单页展示的是产品相关数据总图，如系列号，产品编号，以及报警历史，它会列出产品通电后所出现的报警次数。

3.4.3.6 “函数发生器”菜单

见 „3.10 函数发生器“ 第 46页。

3.4.3.7 “通讯”菜单

除了USB日志记录特征相关设置外，可在这里对产品后板数字接口进行所有设置。设备交付时只带一个不需配置的USB端口。它可通过在以太网/LAN端口安装可选3路接口板IF-KE4进行扩展。安装完后，或产品重设后，以太网端口就配备了以下默认设定：

- DHCP: 关闭
- IP地址: 192.168.0.2
- Subnet mask (子网掩码): 255.255.255.0
- Gateway (网关): 192.168.0.1
- Port (端口): 5025
- DNS: 0.0.0.0
- Host name (主机): 空，但经HMI可配置
- Domain (域名): 空，但经HMI可配置

这些设定可随时更改与配置，以符合本地需求。而且还有关于整体通讯设定的定时与协议。

子菜单“IP设置 1”

项目	描述
地址源	DHCP: 用设置DHCP, 产品通电后, 或从手动转换至 DHCP 并用ENTER按钮提交更改值, 会立即从DHCP服务器获取网络参数 (IP, 子网掩码, 网关, DNS)。如果DHCP配置尝试失败, 产品会使用“手动”的设定。在此情况下, “窗口设置”界面会显示状态为“ DHCP(失败) ”, 反之则是“ DHCP(激活) ”。 手动 (默认): 使用默认 (出厂设置或重置后的参数) 或最后的用户设置。“DHCP”选项不能覆盖这些参数, 因此要再次转换至“手动”后才可获得这些参数。
IP地址	只对“手动”设定有效。默认值: 192.168.0.2 以标准IP格式对产品IP地址进行手动设定 (设置会被存储)
子网掩码	只对“手动”设定有效。默认值: 255.255.255.0 以标准IP格式对子网掩码进行手动设定
网关	只对“手动”设定有效。默认值: 192.168.0.1 以标准IP格式对网关进行手动设定

子菜单“IP设置 2”

项目	描述
DNS地址	默认值: 0.0.0.0 域名服务器 (简称: DNS) 网络地址的手动设定, 从而将主机转换成产品的IP, 这样产品才能通过主机访问。
端口	默认值: 5025 当经以太网卡远程控制本产品时, 在此选择访问TCP/IP 的IP地址的插座口

子菜单“数据记录”

项目	描述
启用U盘数据记录	默认设置: 未启用 启用/未启用“记录到U盘”特征。一旦启用, 就可定义日志记录间隔时间 (多步骤, 500ms..5 s), 并在通过直流开/关启动/停止与手动启动/停止选择。插上恰当格式的U盘 (也可见1.9.5.5), 就可随时使用数据记录到U盘。更多信息请参考„3.4.9. 记录到U盘 (日志记录) “。

子菜单“Com Timeout” (通讯超时)

项目	描述
超时USB (ms)	默认值为: 5; 范围为: 5..65535 USB/RS232通讯计时以微秒累计。它定义传递消息的两个字节或字块之间的最长时间。关于计时的更多信息请参考另外的编程文件“Programming ModBus & SCPI”
超时ETH (ms)	默认值为: 5; 范围为: 5..65535 它定义控制设备 (电脑, 控制器等) 与产品间无指令通讯时关闭插座连接后的超时。只要启用了“TCP保活”选项, 该超时即失效。
启用接口监控	默认设置: 停用 启用/停用接口监控功能。见章节„3.5.3.4. 接口监控 “。
接口监控超时	默认值为: 5; 范围为: 1..36000 它定义接口监控功能超时。见上文关于“启用接口监控”。

子菜单“Com Protocols” (通讯协议)

项目	描述
SCPI / ModBus	默认设置: 两个都启用 启动或停用产品的SCPI或ModBus RTU通讯协议。只要按下确认按钮提交, 就能使这个改变立即生效。只有这两个按钮中的其中一个可以停用。

子菜单“TCP保活”

项目	描述
启用TCP保活	默认设置：未启用 启用/未启用TCP的“keep-alive”功能

3.4.3.8 “HMI设置”菜单

下面的设定仅针对控制面板（HMI）。

要素	描述
语言	可在德文，英文，中文，俄文之间选择显示语言的种类。产品启动阶段也会显示该界面，约3秒的时间。
背光	此处选择背光为永久亮，或者在60 s内屏幕或旋钮无任何输入时关掉背光。一旦有输入，背光会自动亮。而且背光亮度还可调。
人机界面的锁定	用来配置和激活人机界面。更多信息可参考 „3.7. 控制面板(HMI)的锁定“。
状态页面	启用时，该选项会将产品的显示主屏幕转为仅显示电压与电流，外加状态的简洁版。

3.4.4 调节极限



不论是手动调节还是远程设定，调节极限仅对相关设定值有效！



可用PIN码（见“极限值的锁定”选单）锁定极限值设定。

默认状态下，所有设定值(U, I, P, R)都可从相应额定值的0到102%之间调节。

这些参数在有些情况下被遮挡了，特别是过流保护的应用。因此电流(I)与电压(U)的上限与下限可设为能够限定可调设定值范围的参数。

而功率(P)与内阻(R)仅能设置上限值：



► 如何配置调节极限：

1. 在主页面下轻触 **选单** 触摸区进入 **设定** 菜单。



设定



极限设置

2. 轻触 **设定**，然后打开调节极限的主页面 **极限设置**。
3. 在每种情况下，一组U/I的上下限或P/R的上限分配给旋钮，并且可以调节。点击另一组切换选择。

4. 用 **确认** 按钮接受设定。



确认



可用数字键盘直接输入设定值。只有当点触了直接输入的触摸区时才会出现数字键盘。



调节极限与设定值有关。意思是其上限不可以设成低于其对应设定值的值。举例：如果想将电流上限 (I-max) 设为35 A，而当前调节后设定值为40 A，那么需先将设定电流减到35 A或更少，以便使I-max设置下降至35 A。

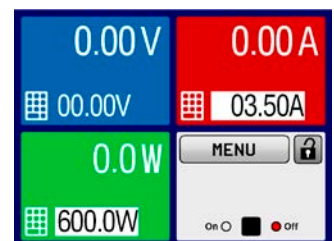
3.4.5 更改操作模式

一般来说，EL 9000 T的手动操作跟UIP与UIR两种操作模式是有区别的。

选择UIR模式时，设定电阻可调整为U和I之一，而在UIP模式下，设定功率替代电阻值。作为可调设定值的内阻仅在**选单**中激活了内阻模式（简称：UIR）后方可用。

► 如何在UIP与UIR操作模式之间切换：

1. 在**选单**中激活电阻模式。再次离开选单之后，之前以绿色填充的区域显示设定功率和实际功率，并变为以橙色 - 棕色填充，而且会显示设定和实际阻值。
2. 返回UIP模式的操作与上文相反，在**选单**中停用UIR模式。然后将左下区域切换回绿色背景，并再次显示功率值。



根据选项，左旋钮分配一个不同值（U, P或R），而右旋钮总是分配为电流（I）。



切换到UIR模式不会禁用设定功率。这表示，调整后的功率值仍有效。在UIR模式下，设定功率只能在**选单**中访问和调整。

3.4.6 设定值的手动调节

设定电压、电流、功率与内阻是电子负载的基本操作元素，因此产品前板的两个旋钮在手动操作模式下总是赋予四个数值中的两个。

设定值的手工输入有两种方式：通过旋钮或直接输入。如果连续使用旋钮调节，可用数字键盘输入，以更大幅度进行数值的更改。



不管输入是打开还是关闭状态，可在任何时间输入需更改的数值。



调节设定值时上下限就会生效。见章节„3.4.4. 调节极限“。一旦达到该极限值，显示器会出现“Limit: U-max”提示文本，就在可调值的旁边，并维持1.5秒，或者拒绝接受直接输入输入去的数值。

► 如何用旋钮调节数值：

1. 先检查将要更改的数值是否已分配给其中一旋钮。主屏幕会显示分配任务，两个分配的设定值会被翻转。
2. 如图中范例所示，任务设定为功率（P，左旋钮）与电流（I，右旋钮），并要求设定功率。则可点击绿色区，将左旋钮的任务更改为功率。从而使旋钮切换到功率调节，并突显功率值。




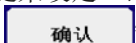
3. 选择成功后，可在定义极限内设定需求值。推动旋钮，使光标从左至右移动（带下划线的为选定数位）来选择数位：



► 如何通过直接输入调节数值：

1. 在主屏幕下，根据旋钮的任务分配，轻触设定/实际值显示区下的小键盘符号，比如电压的最上方区域，可直接输入来设定电压（U），电流（I），功率（P）与内阻（R）。

2. 用数字键盘输入所需值。同便携式计算器按键一样， 键能清除输入值。

小数值则用点键来设定。比如54.3 V，由来设定，然后按  键。



3. 显示屏回到主页面，然后设定值就生效了。

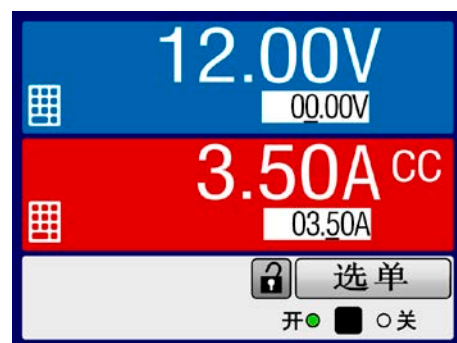
3.4.7 转换主屏幕视图

主屏幕也叫状态页，显示了实际值、设定值与产品状态，可以从带三至四个数值的标准视图模式转换到只显示电压与电流的简洁模式。这个可选视图模式的优势在于，可以将实际值以更大字符显示出来，因此可以在更远距离读取。参考„3.4.3.8. “HMI设置” 菜单“ 章节，查看在设置菜单下得哪个位置转换视图方式。下面为视图比较效果：

标准状态页



可选状态页



可选状态页面的限制：



在可选状态页面模式下，当直流输入打开时，设定功率与内阻不可调。只有关闭直流输入，在选单“设置->输入设置”下访问并调节。

在可选状态页面模式下，HMI的手动操作规则如下：

- 两个旋钮总是被分配为电压（左旋钮）与电流（右旋钮）的调节，选单除外。
- 设定值的输入如在标准的状态页面模式下一样，可用旋钮或直接输入完成。
- CP与CR调整模式在CC的相同位置替换式地显示。

3.4.8 打开或关闭直流输入

产品的直流输入可手动或远程打开与关闭。锁定控制面板后就仅限手动操作。



在手动操作或数字式远程控制模式下直流输入的打开，可以通过内置模拟接口的REM-SB引脚停止。更多信息请参考3.4.3.2，比如在3.5.4.7章节下的范例a)。在此状态下，产品会在显示器上发出一通知。

▶ 如何手动打开或关闭直流输入：

1. 只要控制面板(HMI)未被完全锁定，可使用ON/OFF按钮打开或关闭。否则需要您先解锁HMI（如果在“HMI锁定”菜单下激活了，仅需简单地解锁或者输入PIN码即可）。
2. ON/OFF按钮可在开与关之间切换，只要没有被任何报警或处于“远程”模式而限制，则都能转换。此时直流输入状态显示为“开”或“关”，。

▶ 如何经模拟接口远程打开或关闭直流输入：

1. 见章节„3.5.4. 经模拟接口 (AI)的远程控制 “。

▶ 如何经数字接口远程打开或关闭直流输入：

1. 如果您正在自创软件，可参考另外的文件“Programming Guide ModBus & SCPI”，或LabView VIs文件，或者EA Elektro-Automatik提供的其它文件。

3.4.9 记录到U盘（日志记录）

产品数据可随时记录到U盘上（2.0,3.0，非支持所有供应商）。有关U盘的规格和生成的日志文件，请参考章节“1.9.5.5. USB端口（前面板）”。



日志记录会以CSV格式文件存储在U盘上。日志数据的布局，与使用EA Power Control通过电脑进行日志记录的布局相同。USB日志记录比用电脑记录的优点是可移动性，并且不需要电脑。日志功能只能在选单下激活和设置。

3.4.9.1 设置

另见3.4.3.7节。启用USB记录并已经设置了“记录间隔”和“开始/停止”参数后，可以在选单下或离开后随时启动记录，具体取决于所选的启动/停止模式。

3.4.9.2 操作（启动/停止）

通过设置“直流开/关的启动/停止”，每次打开产品的直流输入时都会启动记录，无论是手动使用前板按钮“开/关”，还是通过模拟或数字接口远程启动。它与“手动启动/停止”设置不同，因为记录仅在选单的记录配置页启动和停止。

记录开始后不久，符号表示正在进行记录操作。如果记录时出现错误，例如U盘已满或已移除，则另一个符号将显示出来。每次手动停止或关闭直流输入后，记录也停止，并关闭日志文件。

3.4.9.3 日志文档格式

类型：以欧式CSV格式的文本文件

布局如下：

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	U set	U actual	I set	I actual	P set	P actual	R set	R actual	R mode	Output/Input	Device mode	Error	Time
2	2,00V	11,92V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:00,942
3	2,00V	11,90V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:01,942
4	2,00V	11,89V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:02,942
5	2,00V	11,87V	1,20A	1,20A	7344W	15W	N/A	N/A	OFF	ON	CC	NONE	00:00:03,942

图例说明：

U set / I set / P set / R set: 设定值

U actual / I actual / P actual / R actual: 实际值

R mode: 内阻模式开或关

Output/Input: 直流端状态

Device mode: 实际调整模式（也见“3.2. 操作模式”）

Error: 产品报警

Time: 日志开始后累计的时间

重要须知：

- R set 与 R actual 仅在UIR模式被激活时才记录（也见3.4.5）
- 与在电脑上记录不同，每个日志在这里创建一个新的日志文件，文件名中有一个计数器，通常从1开始，但是要注意现有的文件。

3.4.9.4 特别注意事项和限制

- 最大的日志文件（由于FAT32格式化）：4 GB
- HMI_FILES文件夹下最多可有的日志文件：1024
- 通过设置“直流开/关的启动/停止”，日志记录也将在报警或具有“报警”动作的事件时停止，因为它们会关闭直流输入
- 通过设置“手动启动/停止”，产品将继续记录发生的报警，因此该模式可用于确定临时报警的周期，如OT或PF

3.5 远程控制

3.5.1 基本信息

经内置USB端口（后板）或可选模拟与以太网接口（也可见章节1.9.4, 1.9.8与1.9.9）都可远程控制产品。重点是只有模拟接口或者其中一个数字接口可控。意思是，比如，当模拟远程控制（Pin REMOTE = LOW）激活的同时，再尝试通过数字接口远程控制，产品会从数字接口发出一错误报告。在相反的情况下，经Pin REMOTE的转换可以忽略。但是这两种情况下，都可进行状态监控与数值的读取。

3.5.2 控制位置

控制位置是指产品受控的位置。基本上有两个：在产品上(手动控制)与产品外面(远程控制)。控制位置定义如下：

显示位置	描述
-	如果没有任何控制位置显示，则激活的是手动控制，可从模拟与数字接口进行访问。该位置没有明确地显示出来。
远程	经接口的远程控制已被激活。
本地	远程控制已被锁，仅允许手动操作。

使用“允许远程控制”（见„3.4.3.2. “基本设置”菜单“）设置可启动或禁止远程控制。在禁止状态下，右下角会显示“本地”。当产品由软件或其它电子设备远程控制时激活锁定功能是非常有用的，但是需对产品进行一些调节，或者当产品无法进行远程时处理紧急事件，。

激活“本地”条件将会导致如下：

- 如果经数字接口的远程控制已被激活（“远程”），则会被立即终止。一旦“本地”不在激活状态，要想继续远程操作，还必须在电脑上重新激活它才行。
- 如果经模拟接口的远程控制已被激活（“远程”），则会被暂时打断，只有再次停止“本地”才可再次允许远程控制操作，因为REMOTE引脚会继续指示“远程控制 = 开”信号，除非在“本地”显示期间更改它方可。

3.5.3 经数字接口的远程控制

3.5.3.1 选择接口

本产品仅支持内置数字接口USB与Ethernet-以太网（可选）。

对于USB接口，随产品我们附有一条标准的USB线，以及存储于CD上的Windows操作系统驱动程序。该接口在菜单下无需任何设置。

Ethernet-以太网接口一般需要进行网络配置（手动或DHCP），但是也可使用其默认参数。

3.5.3.2 概述

网络端口的安装请参考章节„1.9.8. 以太网端口“。

数字接口仅需少许几个甚至不需设置，可用默认配置直接使用。所有特殊设定都将永久保存，也可通过设置菜单项目“重设产品”重设为默认值。

经数字接口可初步设置和监控设定值(电压，电流，功率，阻值)与产品条件。在编程说明书还有其他功能描述。

更换到远程控制时会保留产品最后设定直至被更改。故不需更改其它数值，仅设定一目标值就可进行简单控制电压。

3.5.3.3 编程

接口的编程细节、通讯协议等可在随附U盘上的“Programming Guide ModBus & SCPI”文件下找到，或者可从EA Elektro-Automatik网站下载。

3.5.3.4 接口监控

接口监控功能是自KE 2.06与HMI 2.08版固件引入的可配置功能。其目的在于监控或监测产品与上级控制设备（如电脑或控制器）间的通讯线路，以确保产品在出现通讯线路故障时，不会继续不受控制地运行。线路故障可能是线路实体中断（电缆受损，接触不良，电缆被拔出），或者产品内的微处理器坏了。

监控功能仅对其中一个正用于远程控制的数字接口有效。因此当产品退出远程控制后，监控也暂时失效。基于用户自定义超时，在已知时间范围内给产品发送不止一个信息，超时将耗尽。每个消息发出后，超时会再次重启，并随下一消息的出现而重设。假如超时用完，可以给产品定义以下反应：

- 退出远程控制模式
- 如果直流输入已打开，要么关闭直流输入，或保持打开状态，这个由“退出远程控制后直流输入端状态”的参数设置来定义（见3.4.3.2）

操作提示：

- 可随时经远程控制激活或停用监控
- 可随时经远程控制更改监控超时
- 接口监控不会停用以以太网连接超时（见3.4.3.7），因此这两个超时可以叠加。

3.5.4 经模拟接口 (AI) 的远程控制

3.5.4.1 概述

产品后板可选择安装一个电隔离15针模拟接口（也见章节1.9.9），安装后它将具有下列功能：

- 远程控制电流、电压、功率与阻值
- 远程监控状态（CV，直流开/关）
- 远程监控报警（OT，OVP，PF，OPP，OCP）
- 远程监控实际值
- 远程打开/关闭直流输入

经模拟接口对电压、电流与功率这三组值的设置一般都是同步发生的。意思是，不能经AI设置电压，而通过旋钮设置电流与功率，反之亦然。另外还可设置内阻模式，不过需要设置对应引脚。

OVP设定值，以及其它监控（事件）与报警极限不能通过AI设定，所以在AI运行前必须先适应已知状态。可通过一外部电压或由第3引脚产生的参考电压输入模拟设定值。只要经模拟接口激活远程控制，显示值就是接口所提供的数值。

模拟接口可在0...5 V与0...10 V一般电压范围下操作，它们对应的是额定值的0...100%。可在产品设置菜单下选择电压范围，详情请见章节„3.4.3. 经选单配置“。从引脚3（VREF）发出的参考电压会被采用且：

0-5 V: 参考电压 = 5 V, 0...5 V设定值(VSEL, CSEL, PSEL, RSEL)对应额定值的0...100%，阻值则为 $R_{Min}...R_{Max}$ ，而0...100%的实际值对应输出脚上CMON与VMON的0...5 V。

0-10 V: 参考电压 = 10 V, 0...10 V设定值(VSEL, CSEL, PSEL, RSEL)对应额定值的0...100%，阻值则为 $R_{Min}...R_{Max}$ ，而0...100%的实际值对应输出脚上CMON与VMON的0...10 V。

所有设定值都被其对应的调节极限（U-mas, I-max等）限定，并切断直流输出端多余的值。也可见章节„3.4.4. 调节极限“。

使用接口模块前请先阅读这些重要的注意事项：



产品通电后，在启动阶段，模拟接口的输出引脚会发出未定义状态信号。这些信号可以忽略，直到产品已准备好工作。

- 必须先用REMOTE引脚激活模拟远程控制。KE固件版本为2.07以上的，REM-SB引脚才例外，它可以单独使用。
- 连接控制模拟接口的硬件前，应先准备好所有连线，并确保连接针脚硬件上不会有高于规定值的电压。
- 在模拟远程控制期间，设定值输入脚，如VSEL, CSEL, PSEL与RSEL（如果R模式被激活的话）不能做任何连接（即：浮空的）。如果有任何一个值不用来调节，可将其设定为定义水平，或连到VREF引脚（连接跳线或用其他方式），赋予100%数值。

3.5.4.2 分辨率

模拟接口通过数字式微处理器从内部取样并操作。这样会对每一个模拟步骤形成有限的分辨率。分辨率跟设定值（VSEL等）与实际值（VMON/CMON）一样，当以10 V范围操作时，都是16384（14位），以5 V范围操作时，该值仅为10 V的一半。因为有误差，实际可达到的分辨率会稍微低一点。

3.5.4.3 设备报警的确认

有些设备报警（OV, OC 与 OP）都要确认，不论是由用户还是控制件。详情页可参考„3.6.2. 产品报警与事件的处理“。通过REM-SB引脚执行确认动作，它先关闭直流输入，然后再打开，意思是HIGH-LOW-HIGH边缘（LOW电平最少有50 ms）。

如果通过模拟接口远程控制时出现设备报警，直流输入端会同于手动控制模式下一样被关闭。产品会在前板显示屏上指示出报警（见3.6.2），而且如果已激活，会以声音提示出来，并在模拟接口上对大部分报警发出信号。这些报警实际可在产品配置菜单下设置（见„3.4.3.2. “基本设置”菜单“）

多数设备报警都要确认（详情页可参考„3.6.2. 产品报警与事件的处理“）。当用该引脚的默认电平设定时，通过REM-SB引脚先关闭直流端，然后再打开来完成确认，就是HIGH-LOW-HIGH边缘（LOW电平最少有50ms）。

3.5.4.4 模拟接口规格

引脚	名称	类型*	描述	默认级别	电气性能
1	VSEL	AI	设定电压	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 U_{Nom}	0-5 V范围的精确度 < 0.4%***** 0-10 V范围的精确度 < 0.2%***** 输入阻抗 R_i >40 k...100 k
2	CSEL	AI	设定电流	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 I_{Nom}	
3	VREF	AO	参考电压	10 V 或 5 V	$I_{max} = +5$ mA时, 误差 < 0.2% 短路保护对AGND
4	DGND	POT	所有数字信号的地		针对控制和状态信号
5	REMOTE	DI	打开手动/外部控制	外部 = LOW, $U_{Low} < 1$ V 手动 = HIGH, $U_{High} > 4$ V 手动 = Open	电压范围 = 0...30 V $I_{Max} = -1$ mA, 5 V时 $U_{LOW to HIGH typ.} = 3$ V 发送者: 集电极对DGND开路
6	ALARMS 1	DO	过热报警 电源故障报警	报警 = HIGH, $U_{High} > 4$ V 无报警 = LOW, $U_{Low} < 1$ V	准集电极开路上拉至 V_{cc} ** 输出5 V时, 电流最大+1 mA $U_{CE} = 0.3$ V时, $I_{max.} = -10$ mA, $U_{max.} = 0...30$ V 对DGND有短路保护
7	RSEL	AI	设定内阻值	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 R_{max}	0-5 V范围的精确度 < 0.4%***** 0-10 V范围的精确度 < 0.2%***** 输入阻抗 R_i >40 k...100 k
8	PSEL	AI	设定功率	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 P_{Nom}	
9	VMON	AO	实际电压	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 U_{Nom}	$I_{max} = +2$ mA时, 精确度 < 0.2% 对AGND有短路保护
10	CMON	AO	实际电流	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 I_{Nom}	
11	AGND	POT	所有模拟信号的地		针对-SEL, -MON, VREF信号
12	R-ACTIVE	DI	R模式开/关	R模式开 = LOW, $U_{Low} < 1$ V R模式关 = HIGH, $U_{High} > 4$ V R模式关 = Open	电压范围 = 0...30 V 该引脚为5 V时, $I_{Max} = +1$ mA $U_{LOW to HIGH typ.} = 3$ V 发送者: 集电极对DGND开路
13	REM-SB	DI	直流输入关 (直流输入开) (确认报警****)	关 = LOW, $U_{Low} < 1$ V 开 = HIGH, $U_{High} > 4$ V 开 = Open	电压范围 = 0...30 V $I_{Max} = +1$ mA, 5 V时 发送者: 集电极对DGND开路
14	ALARMS 2	DO	过压报警 过流报警 过功率报警	OV报警 = HIGH, $U_{High} > 4$ V 无OV报警 = LOW, $U_{Low} < 1$ V	准集电极开路上拉至 V_{cc} ** 赋予该引脚5 V电压时, 电流最大+1 mA $U_{CE} = 0.3$ V时, $I_{max.} = -10$ mA, $U_{max.} = 0...30$ V 对DGND有短路保护
15	STATUS***	DO	恒压调整激活 直流输入端	CV = LOW, $U_{Low} < 1$ V 无CV = HIGH, $U_{High} > 4$ V 关 = LOW, $U_{Low} < 1$ V 开 = HIGH, $U_{High} > 4$ V	

* AI = 模拟输入脚, AO = 模拟输出脚, DI = 数字输入脚, DO = 数字输出脚, POT = 电位脚

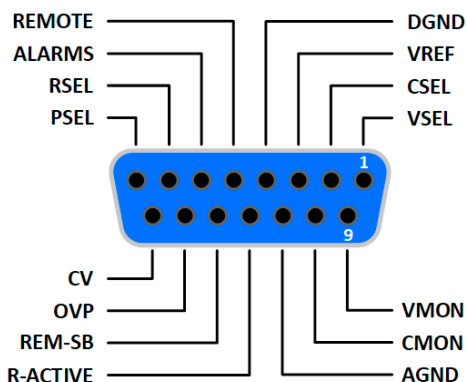
** 内部 V_{cc} 约10 V

*** 个信号中只有一个可以, 见章节3.4.3.2

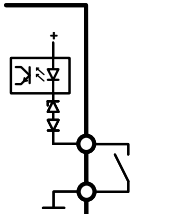
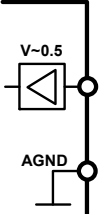
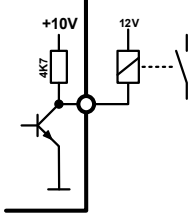
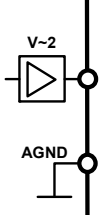
**** 仅在远程控制下

***** 设定值输入引脚的误差要增加到直流输入相关值的基本误差上

3.5.4.5 Sub-D型插座总图




3.5.4.6 引脚的简化原理图

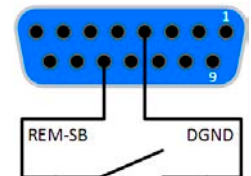
	<p>数字输入脚 (DI) 它需使用一低阻开关（继电器、开关、断路器等），以便给DGND发送清晰信号</p>		<p>模拟输入脚 (AI) 运算放大器电路的高阻输入引脚（阻值 >40 kΩ）。</p>
	<p>数字输出脚 (DO) 一个准集电极开路，通过对内部供电高阻上拉而实现。在LOW条件下，它不能带任何负载，只能吸收很小的电流，如图所示的是继电器。</p>		<p>模拟输出脚 (AO) 运算放大器电路的输出脚，低阻。见上页规格表。</p>

3.5.4.7 应用举例

a) 经REM-SB引脚关闭直流输入



PLC的数字输出脚可能无法起作用，因为其阻值不够低。请参考控制应用的规格。也可见上面引脚原理图。




REM-SB引脚可在远程控制模式下打开与关闭直流端。该功能在远程控制模式未激活状态也工作，一方面阻值直流端手动打开，或者进数字接口远程控制，另一方面它能打开或关闭直流，但非待机。见下文关于“远程控制还未激活”的描述。

建议接一个低阻接触器，如开关、继电器或三极管，使该引脚接地（DGND）。

下列情况可能会出现：

• 远程控制已被激活

经模拟接口进行远程控制时，只有REM-SB引脚才能按照3.5.4.4章节的电平定义，决定直流输入的状态。在设置菜单下通过以参数可颠倒此逻辑功能与默认电平，见3.4.3.2。



如果该引脚未连接或者接点为空，则其电平为HIGH。当“模拟接口 REM-SB”设为“正常”时，要求“直流输入开”。因此激活远程控制后，直流输入会立即打开。

• 远程控制未激活

此模式下，REM-SB引脚可当锁用，能阻止直流输入通过任何方式被打开。这会形成下列几种情况：

直流输入	+	REM-SB引脚的电平	+	“模拟接口 REM-SB”参数	→	行为动作
关闭	+	HIGH	+	正常	→	直流输入未锁。用“On/Off”按钮（前板）或数字接口指令打开输入。
		LOW	+	被颠倒		
	+	HIGH	+	被颠倒	→	直流输入被锁。用“On/Off”按钮（前板）或数字接口指令不能打开输入。若尝试打开输入，会在显示器上弹出一错误信息。
		LOW	+	正常		

如果直流输入已被打开，切换此引脚会关闭输入，与模拟远程控制模式下类似：

直流输入	+	REM-SB引脚电平	+	“REM-SB模拟接口”参数	→	行为动作
打开	+	HIGH	+	正常	→	直流输入保持打开状态，所有按钮都未锁。用“On/Off”按钮（前板）或数字接口指令可打开或关闭输入。
		LOW	+	被翻转		
	+	HIGH	+	被翻转	→	直流输入关闭且被锁。后面可切换此引脚再次打开输入。输入被锁期间，按钮（前板）或数字指令可以删除该引脚的请求。
		LOW	+	正常		

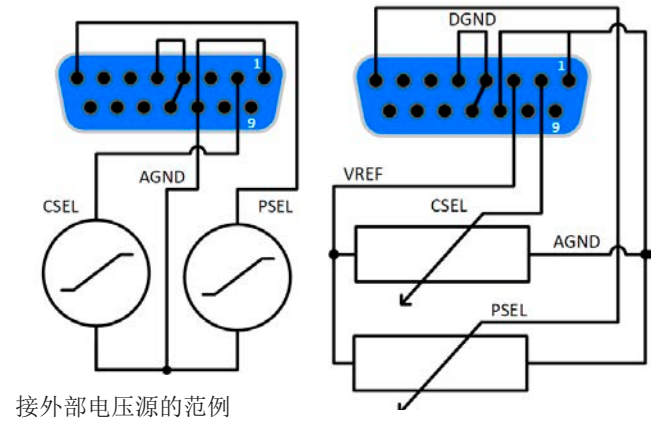
b) 电流与功率的远程控制：

需要激活远程控制（REMOTE引脚 = LOW）

PSEL与CSEL脚的设定值一般来自VREF的参考电压，利用电位器设置。因此电子负载可选择在限流或限功率模式下工作。根据VREF输出脚最大带载5 mA的规格，必须使用至少10 kΩ的电位器。

VSEL脚的设定电压永久分配到AGND（地），因此在恒流或恒功率模式下没有任何影响。

如果从外部源提供控制电压，则需要考虑设定值的输入电压范围（0...5 V或0...10 V）



接外部电压源的范例

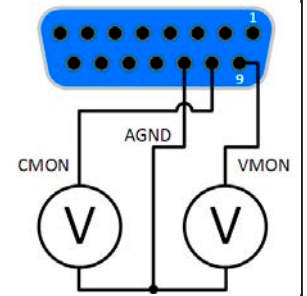
接电位器的范例



对0...100%设定值使用0...5 V的输入电压范围，会使有效分辨率减半。

c) 读取实际值




模拟接口提供直流输入值，就像电压与电流监控器一样。利用标准万用表或类似设备可以读取这些数值。



3.6 报警与监控

3.6.1 术语的定义

设备报警如过压或过热（见„3.3. 报警条件“）与用户自定义事件，如OVD过压监控之间有明显的区别。设备报警为了保护供电电源，会关闭直流输入，用户自定义事件也会切断直流输入（动作=报警），但是它仅能简单地在显示器上弹跳出来提醒用户。用户自定义事件引起的动作有下面几个选项：

动作	作用	举例
无	用户自定义事件不工作。	
信号	在达到可触发此事件的条件时，信号将在显示器状态区显示一条文本信息。	
警告	在达到可触发此事件的条件时，警告将在显示器状态区显示一条文本信息，并跳出另外一个警告信息，在更远距离时也可注意到（如果激活）。	
报警	在达到可触发此事件的条件时，报警将在显示器状态区显示一条文本信息，并跳出另外一个警告信息，同时发出一个声音信号（如果被激活的话），而且关闭直流输入。有些产品报警也会给模拟接口发送信号，或者经数字接口可查询。	

3.6.2 产品报警与事件的处理

重点须知：



- 由于开关电源或类似电源输出端上的电容，即使电源有限流功能，负载从其吸取的电流远大于预期值，且有可能因故触发电子负载的过流关断OCP或过流事件OCD，如果这些检测极限被调整到一极其敏感的水平。
- 当关闭负载直流输入时，限流源仍会继续提供电量，于是电流源的输出会立即上升，由于反应与处理时间的结果，输出电压可能会过冲到一未知水平，并触发过压关断OVP或过压监控事件OVD，如果这些检测极限被调整到一极其敏感的水平。

一个产品报警事故通常会导致直流输入关闭，并在显示器中间跳出来以便告知用户。报警信息必须被确认。如果报警条件不在存在，比如：产品过热后冷却下来，报警指示会消失。如果条件仍存在，显示器仍会显示，必须再次按照下面的步骤排查原因：

► 如何确认显示器上的报警（在手动控制模式下）：

1. 如果报警以弹跳方式指示出来，请按**OK**。
2. 如果该报警已被确认，但是仍显示于状态区，首先轻触状态区，让报警再次跳出来，然后用**OK**确认。



模拟远程控制模式下报警信息的确认，可参考„3.5.4.3. 设备报警的确认“。数字远程控制模式下的确认，则参考另外的文件“Programming Guide ModBus & SCPI”。

有些设备报警信息是可配置的：

报警	含义	描述	范围	指示位置
OVP	OverVoltage Protection -过压保护	如果直流输入端的电压达到定义极限就会触发这个报警动作，并且会关闭直流输入。	$0\text{ V} \dots 1.03 \cdot U_{\text{Nom}}$	显示器，模拟&数字接口
OCP	OverCurrent Protection -过流保护	如果直流输入端的电流达到定义极限就会触发这个报警动作，并且会关闭直流输入。	$0\text{ A} \dots 1.1 \cdot I_{\text{Nom}}$	
OPP	OverPower Protection -过功率保护	如果直流输入端的功率达到定义极限就会触发这个报警动作，并且会关闭直流输入。	$0\text{ W} \dots 1.1 \cdot P_{\text{Nom}}$	

有些设备报警是不可配置的，且取决于硬件：

报警	含义	描述	指示位置
PF	Power Fail -电源故障	交流供电端过压或欠压。如果交流供电超出规格或者产品从供电端断电，比如用电源开关关闭产品，就会触发报警。直流端会被关闭。如果PF报警原因被清除，直流端状态则由直流端 -> PF报警后状态设置决定。	显示器，模拟&数字接口
OT	Over Temperature -电源故障	如果产品内温达到某个极限会触发此报警，且直流端会被关闭。如果产品已冷却，直流端状态则由直流端 -> OT报警后状态设置决定。	

► 如何配置产品报警：

1. 当直流输入关闭时，轻触主屏幕上的触摸区 **选单**。
2. 在菜单页面，点击“设置”，然后是“保护设置”。
3. 如果103%（OVP）与110%（OCP，OPP）的默认值不合适，可针对具体应用设定产品报警极限。



可用数字键盘输入设定值。它会在点击直接输入的触摸区后出现。

3.6.2.1 用户自定义事件

可将产品的监控功能设置成用户自定义事件。默认状态下，用户事件是不工作的（动作 = 无）。与产品报警相反，用户事件只有在直流输入打开时工作。意思是，举例说明，关闭直流输入后，不会检测到欠压（UVD）事件，而典雅仍继续下降。


下面所列事件可单独设定，每个事件都可触发无，信号，警告或报警动作。

事件	含义	描述	范围
UVD	UnderVoltage Detection -欠压检测	如果输入电压下降到定义极限就激活该事件。	$0 V \dots U_{Nom}$
OVD	OverVoltage Detection -过压检测	如果输入电压超过定义极限就激活该事件。	$0 V \dots U_{Nom}$
UCD	UnderCurrent Detection -欠流检测	如果输入电流下降到定义极限就激活该事件。	$0 A \dots I_{Nom}$
OCD	OverCurrent Detection --过流检测	如果输入电流超过定义极限就激活该事件。	$0 A \dots I_{Nom}$
OPD	OverPower Detection -过功率检测	如果输入功率超过定义极限就激活该事件。	$0 W \dots P_{Nom}$



这些事件不能与保护产品的报警如OT与OVP混淆。因为如果设为报警动作，用户自定义事件可以关闭直流输入，从而保护供电源（电源，电池）。

► 如何配置用户自定义事件：

1. 当直流输入关闭时，轻触主屏幕上的触摸区 **选单**。
2. 点击菜单页的“设置”，然后是“页面2”，接着是“事件设置”。
3. 在右边的“事件U”，“事件I”和“事件P”触摸区之间转换，就是在电压、电流与功率监控参数间转换。
4. 左边的旋钮设定监控极限，用右边的旋钮设定与应用相关的触发动作（也见„3.6.1. 术语的定义“）。
5. 用  接受设定。



用户事件是实际的用户配置文档中的一个组成部分。因此如果选择并使用了另外一个用户配置文档，或者默认文档，事件就会设置成不同，或者根本不设置。




可用数字键盘输入设定值。点击“数字键盘”触摸区就会出现。

3.7 控制面板(HMI)的锁定


在手动操作期间，为了避免数值的意外更改，可锁定旋钮或触摸屏，这样不解锁就不会接受数值的更改。

▶ 如何锁定HMI：

1. 在主页面点击锁定标志 .
2. 在“人机界面锁定设置”页面，会要求您选择锁定整个HMI（勾选“锁定整个界面”）或者使On/Off按钮仍可操作的部分锁定（勾选“开/关”）。还可选择激活额外的PIN码（“启动PIN码”）。因此每次要解锁HMI时，就会被要求输入这个PIN码，直到该PIN码被再次停用为止。



如果您不确定当前设定的PIN码是多少，请小心使用“启动PIN码”选项。如果不确定，则可使用“更改PIN码”来定义一个新的PIN码。

4. 用  激活锁定。此时会如右图以“已锁”状态文本显示出来。

如果在HMI锁定的时候想要更改一些参数，会在显示器上出现一请求，询问是否停止锁定。

▶ 如何解锁HMI：

1. 点击被锁人机界面屏幕的任意一个地方，或者旋转其中一个旋钮，再或者按一下“On/Off”按钮（仅针对整个锁定模式）。



2. 这时会跳出对话框。
3. 然后在5秒钟内点击“点触解锁”，解锁人机界面。否则对话框会消失，HMI仍保持锁定状态。如果在“人机界面锁定”菜单下已激活PIN码锁定，将会跳出另外一个对话框，在最后解锁HMI之前，要求您输入PIN码。

3.8 极限值的锁定

为了避免非授权用户更改调整极限（另见„3.4.4. 调节极限“），可用PIN码锁定调整限制设置（“限制”）屏。在设置的菜单页“3.极限值”和选单中的“配置文件”将不可访问，直到输入正确的PIN码或因PIN码遗忘而重置产品作为最后手段时才会解锁。

▶ 如何锁定“极限值”

1. 当直流输入关闭时，点触主屏幕上的 **选单** 区域。
2. 在设定菜单页下点触页面2，然后是HMI设置，接着为HMI解锁。
3. 在设置页面勾选“极限值的锁定”，并“启用PIN码”。




建议启动极限值锁定PIN码。该PIN码也用于HMI的锁定。

4. 用  按钮离开设定面，就激活了锁定功能。



如您不确定当前设置的PIN码为多少，请谨慎地操作“启用PIN码”选项。如有怀疑，可使用“更改PIN码”定义一个新的码。

▶ 如何解锁极限值设定

1. 当直流输入关闭时，点触主屏幕上的 **选单** 区域。
2. 在设定菜单页下点触页面2，然后是HMI设置，接着为HMI解锁。
3. 在设置页面“HMI锁定设置”去掉“极限值的锁定”的勾选符号。接着会跳出一对话框，点击“解锁”，然后您会被要求输入一个四位PIN码。
4. 输入正确的PIN码，用  提交，即停止锁定。

3.9 上传与储存用户配置文档

“配置文档”菜单主要可在默认配置文档与5个用户配置文档之间选择。配置文档是所有设置与设定值的一个集合。产品搬运或重置后，所有这6个配置文档的设置都一样，且所有设定值都为0。如果用户要更改设置或设定目标值，则会创建一个工作的配置文档，从而被存储为这5个用户配置文档的一个。这些文档或默认文档可以随时转换。默认文档为只读文档。

配置文档的目的就是为了快速上传一组设定值、设置极限、监控极限，而不需重新调节。因为所有HMI设置包括语言都保存在配置文档内，更改HMI语言也可能会伴随配置文档的更改。

在返回菜单页面与选择配置文档时可看见最重要的设置，但是不能更改。

► 如何将当前数值与设置（运行的配置文档）存储为用户配置文档：

1. 当直流输入关闭时，点击主屏幕上触摸区 **选单**。
2. 在菜单页面，点击“页面2”，然后是“配置文档”。
3. 在选择屏幕（见右图）上可以在保存了设定的1-5个用户配置文档间选择。于是配置文档就会显示出来，可以查看它们，但是不能更改。
4. 点击“保存/上载”触摸区，然后在下一个屏幕点击“保存”，保存用户配置文档。



► 如果上载要操作的用户配置文档

1. 当直流输入关闭时，点击主屏幕上触摸区 **选单**。
2. 在菜单页面，点击“页面2”，然后是“配置文档”。
3. 在选择屏幕（见右图）上可以在保存了设定的1-5个用户配置文档间选择。于是配置文档就会显示出来，可以查看它们，但是不能更改。
4. 点击“保存/上载”触摸区，然后在下一个屏幕点击“保存”，保存用户配置文档。

还可从匹配格式的U盘上载用户配置文档，或将其存到U盘（详情见1.9.5.5）。

► 如何从U盘上载用户配置文档或将其存到U盘

1. 当直流输入关闭时，点击主屏幕上触摸区 **选单**。
2. 在菜单页面，点击“页面2”，然后是“配置文档”。
3. 在选择屏幕（见右图）上可以在保存了设定的1-5个用户配置文档间选择。于是配置文档就会显示出来，可以查看它们，但是不能更改。
4. 点击“导入/导出”触摸区，然后在下一个屏幕点击“存到U盘”将配置文档存到U盘，或者点击“从U盘上载”从U盘上传配置文档。



- 从U盘上载一个配置文档时，它会覆盖所选用户配置文档内之前存储的所有数值。
- 配置文档名称内的号码与它之前存储或者即将要上载的用户配置文档号码没有关联。
- 挑选一个配置文档来上传的选择器仅能列出文件夹下的头10个文档。
- 配置文档已上传就会检查其有效性，从而确定存储的数值是否匹配产品型号（比如80V/45A型号的配置文档不能给200V/10A型号用）

配置文档成功从U盘上载后，不会自动生效。如同在配置文档间切换一样，要求将用户配置文档上传到工作文档内。如上面步骤所述。

3.10 函数发生器

3.10.1 简介

内置函数发生器（简称：**FG**）可以创建多个信号形式，并将它们应用到设定电压或电流上。

所有标准函数都基于任意发生器。在手动操作模式下，可分开选择和使用如正弦波这类的标准函数。在远程控制模式下，用由8个参数组成的序列进行配置。显示器上的有些值不能经数字接口直接读取，但是可通过其它值并进行相应计算后获得。

下列函数可用、能配置且可控：

函数	简介
正弦	生成带可调幅度、偏移与频率的正弦波
三角形	生成带可调幅值、偏移、增益与衰减时间的三角波信号
矩形	生成带可调幅值、偏移与占空比的矩形波信号
梯形	生成带可调幅值、偏移、上升时间、脉冲时间、下降时间、停机时间的梯形波信号
阶跃形	带启动与终止值，跃变前后时间的线性上升或下降
任意形	产生一个由多达99个可自由配置的曲线点组成的工序，每个曲线点都具有启动与终止值（AC/DC），启动与终止频率，相位角与总用时
电池测试	电池放电测试函数带有恒流、或脉冲电流，以及Ah、Wh与计时。
MPP追踪	当与典型的供电源如太阳能逆变器连接时，找最大功率点（MPP）时，可模拟其特性的最终行为。

3.10.2 基本信息

3.10.2.1 极限

如果发生下列情况，则不能访问函数发生器，不论是手动访问还是远程控制：

- 内阻模式（R/I调节模式，也称为UIR模式）已被激活。

3.10.2.2 有效分辨率

根据D / A和A / D转换器特性，及其14位的分辨率，本产品直流输入端全范围的电压或电流，实现16384步的有效分辨率。

3.10.2.3 最小斜率/最大阶跃时间

当对阶跃形、梯形、三角形，甚至正弦波等函数使用上升或下降偏移值（即，直流部分）时，需要根据电压或电流额定值计算出最小斜率，否则调整后的设置会被产品忽略。计算最小斜率可以帮助确定产品是否可以实现某时间段内的某个斜坡。举例：若要使用EL 9080-45 T，其额定值为80 V和45 A。公式：最小斜率= $0.000725 \times \text{额定值} / \text{s}$ 。根据范例的型号，会得到58mV / s的 $\Delta U / \Delta t$ 和32mA / s的 $\Delta I / \Delta t$ 。再根据公式 $t_{\text{Max}} = \text{额定值} / \text{最小斜率}$ ，用最小斜率计算得出，最长时间约为1379秒。

3.10.3 操作方式

为了理解函数发生器是如何工作，且数值的设置是怎样相互作用的，应注意下列事项：

包括在函数发生器模式下，产品一般都以设定U，I与P进行操作。

选定的函数可用作U或I的其中一个值，其它两个则不变且有极限效应，但是产品不会自动设置为理想值。

意思是，比如将一个10 V电压应用到直流输入端，正弦函数应该以20 A幅值与20 A偏移的电流进行操作，于是函数发生器就创建一个0 A（最小）至40 A（最大）电流的正弦进程，从而形成一个0 W（最小）至400 W（最大）的输入功率。但是这个输入功率受限于其设定值。如果功率为300 W，电流被限制在30 A，如果用示波器测量显示，则会在30 A的地方被切断，而不会到达40 A目标值。

3.10.4 手动操作

3.10.4.1 函数的选择与控制

经触摸屏可以回看3.10.1章节所述的其中一个函数，并进行配置与控制。但是只有当输入端关闭时方可进行选择与配置。



► 如何选择函数以及调节参数：

1. 直流输入关闭时，点击主屏幕上的 **选单** 触摸区。
2. 在菜单页的“页面2”，点击“函数发生器”触摸区，然后点击所需函数。
3. 然后会要求为即将应用的函数选择哪个物理值，**U** 或 **I**。
4. 按需求调节各个参数，如：正弦波的偏移值，幅度与频率。



对于一个函数的交流部分，根据所赋予一个函数曲线的时间，如果振幅或频率的起始与结束值太低（最小 $\Delta Y/\Delta t$ ），函数发生器不会接受该设定，并跳出一个错误信息。对于所有函数和任意发生器，如果函数曲线的开始和结束值之间存在差异，并且该差值很小（最小 $\Delta Y/\Delta t$ ），也取决于为函数运行定义的时间，函数发生器将不接受设置并弹出一错误信息。

5. 不要忘记调节电压、电流与功率的总极限，可从“下一步”进入。



进入函数发生器模式后，这些通用极限值会被重设为安全值，这可能会阻止函数的运行。例如，当你将所选函数应用到输入电流上，则整个电流极限值应不受干扰，且至少与偏移值 + 幅度一样高。

各个函数的设定在下面有描述。设置好后就可上传函数了。

► 如何上传一函数：

1. 为所需信号发生器设定好参数后，点击触摸区



于是产品会将这些数据上传到内部控制芯片上，并改变显示器内容。静态值（电压，功率，电流）设定好后，会立即打开直流输入，于是 **开始** 触摸区就被释放。接着才可开始运行函数。



由于直流输入会自动打开，以便设置启动状态。函数上传后静态值会立即应用到直流源上。这些静态值代表了函数启动前与终止后的状态，因此函数不需从0开始运行。只有一个例外：即当应用函数给电流（I）时，没有可调静态电流值，因此函数始终从0A开始。

► 如何启动与停止一函数：

1. 如果直流输入当前是关闭的，点击 **开始** 或按下“On/Off”按钮即可启动函数。于是函数就立即开始运作。如果使用启动键时直流输入仍然关闭，则直流输入会被自动打开。
2. 点击 **停止** 或按下“On/Off”按钮可停止函数。但是这两种方式有个不同点：
 - a) **停止** 键只能停止函数，而直流输入仍保持打开状态，静态值仍有效。
 - b) “On/Off”按钮能停止函数，也能关闭直流输入。



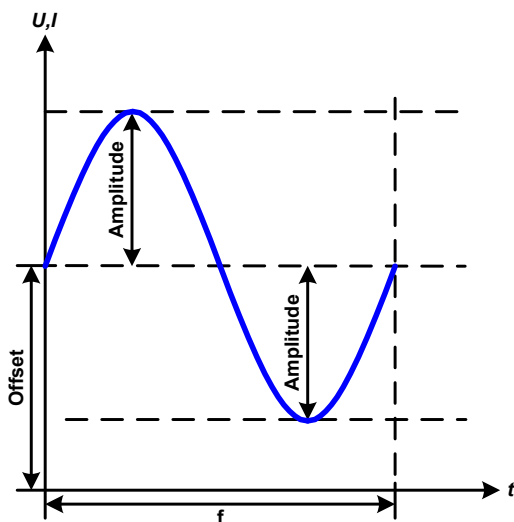
任何带有后果的产品报警（过压、过热等）或保护（OPP, OCP）或事件 = 报警会自动停止函数的运行，关闭直流输入并报告报警状态。

3.10.5 正弦波函数

可为正弦波函数配置下列这些参数：

数值	范围	描述
幅度	U, I的0...(额定值 - 偏移值)	即将产生的信号幅度
偏移	U, I的幅度...(额定值 - 幅度)	相对于0的数学上面正弦曲线的零点偏移，可能不小于幅度。
频率	1...10000 Hz	即将产生的信号的静态频率

示意图：



应用与结果：

一个正常的波形型号产生并应用到所选设定值上，如：电流（I）。当输入电压恒定不变时，负载的输入电流会描绘成一条正弦波。

计算最大输入功率时，要加上电流的幅度与偏移值。

举例：如果输入电压为15 V，选定的是sin(I)，将振幅设为8 A，偏移值为12 A。那么形成的最大输入功率在正弦波最高点可达到，就是 $(12 \text{ A} + 8 \text{ A}) * 15 \text{ V} = 300 \text{ W}$ 。

3.10.6 三角波函数

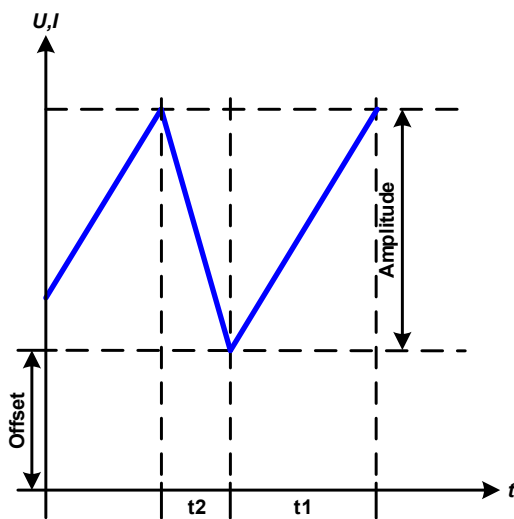
可为三角波函数配置下列这些参数：

数值	范围	描述
幅度	U, I的0...(额定值 - 偏移值)	即将产生的信号的幅度
偏移	U, I的0...(额定值 - 幅度)	相对于0的三角波基点的偏移
t1	0.01 ms...36000 s	三角波信号正斜率时间
t2	0.01 ms...36000 s	三角波信号负斜率时间



为t1与t2调节极短的时间值时，并非所有可调幅度都能在直流输入端获得。经验法则：时间值越小，得到的真实幅度就越低。

示意图:



应用与结果:

这个会产生输入电流（直接）或输入电压（间接）的三角波信号。正负斜率时间是可变的，也可单独设定。

偏移值在Y轴上改变信号。

t_1 与 t_2 间隔时间总和就是循环时间，其倒数就是频率。

举例：10 Hz频率可形成100 ms的一个周期段。这个100 ms可自由地分配给 t_1 与 t_2 ，即50 ms:50 ms（等腰三角形）或99.9 ms:0.1 ms（直角三角形或锯齿形）。

3.10.7 矩形波函数

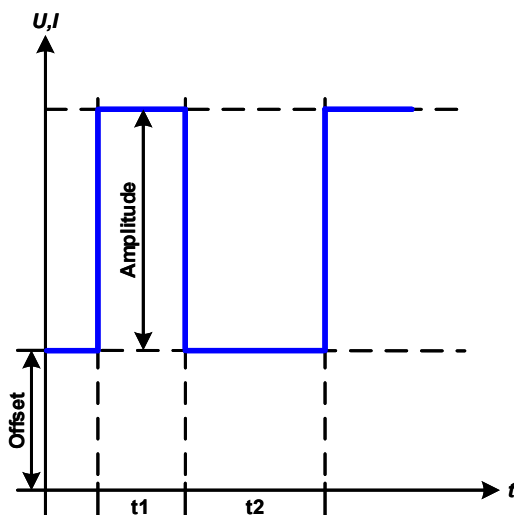
可为矩形波函数配置下列这些参数:

数值	范围	描述
幅度	U, I的0...(额定值 - 偏移值)	即将产生的信号的幅度
偏移	U, I的幅度...(额定值 - 幅度)	相对于0的矩形波基点的偏移
t_1	0.01 ms...36000 s	矩形波上限值（幅度）的时间（脉冲）
t_2	0.01 ms...36000 s	矩形波下限值（偏移）的时间（暂停）



为 t_1 和 t_2 调节极短的时间值时，并非所有可调幅度都能在直流输入端获得。经验法则：时间值越小，真实振幅越低。

示意图:



应用与结果:

这个产生的是输入电流（直接）或输入电压（间接）的矩形波或矩形波信号。 t_1 与 t_2 间隔时间确定振幅（脉冲）值与偏移值（暂停）多久有效。

偏移值在Y轴上改变信号。

利用 t_1 与 t_2 间隔时间，可定义脉冲-暂停关系（占空比）。 t_1 与 t_2 间隔时间的总和就是循环时间，其倒数就是频率。

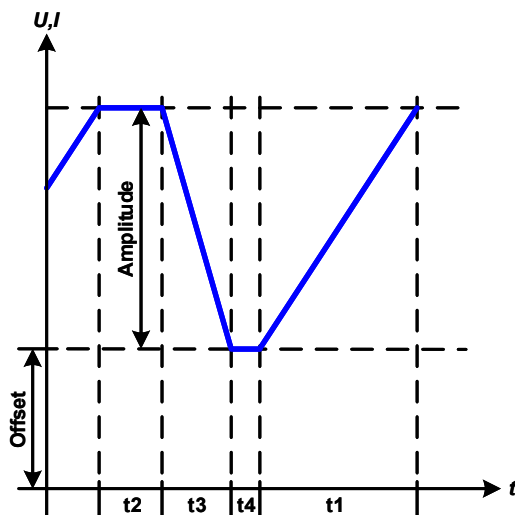
举例：如果是一个25 Hz的矩形波信号，就需要80%的占空比。那么 t_1 与 t_2 间隔时间总和就是 $1/25 \text{ Hz} = 40 \text{ ms}$ 。对于一个80%的占空比，脉冲时间(t_1)就为 $40 \text{ ms} \cdot 0.8 = 32 \text{ ms}$ ，而暂停时间(t_2)就为8 ms。

3.10.8 梯形函数

可为梯形曲线函数配置下列这些参数：

数值	范围	描述
幅度	U, I的0...(额定值 - 偏移值)	即将产生的信号的幅度
偏移	U, I的幅度...(额定值 - 幅度)	相对于0的梯形波基点的偏移
t1	0.01 ms...36000 s	梯形波信号负斜率的时间
t2	0.01 ms...36000 s	梯形波信号顶部值的时间
t3	0.01 ms...36000 s	梯形波信号正斜率的时间
t4	0.01 ms...36000 s	梯形波信号基本值（偏移）的时间

示意图：



应用与结果：

此处可将梯形信号应用到设定U或I。设定不同的增益与衰减时间可形成不同坡度的梯形。

周期时间与重复频率是这四个时间元素的结果。采用合适的设定可将梯形波变成三角波或矩形波。因此这个都是通用的。



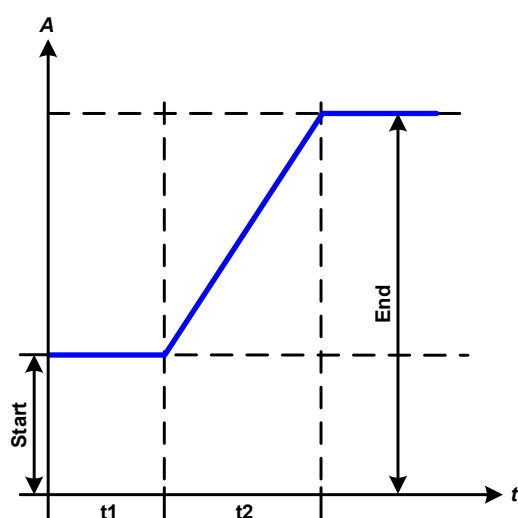
为t1调节极短的时间值时，并非所有可调幅度都能在直流输入端获得。经验法则：时间值越小，得到的真实幅度就越低。

3.10.9 阶跃函数

可为阶跃函数配置下列参数：

数值	范围	描述
开始	U从0...额定值	起始值（U, I）
结束	U从0...额定值	终止值（U, I）
t1	0.01 ms...36000 s	信号上跃或下降前的时间
t2	0.01 ms...36000 s	上跃或下降的时间

示意图：



应用与结果：

该函数在时间t2上产生开始和结束值之间的上升或下降阶跃。时间t1在斜坡开始之前产生一个延迟。

函数运行一次并在结束值处停止。要重复阶跃，必须使用梯形函数来代替（参见3.10.8）。

重要的是考虑U和I的静态值，它们定义斜坡开始的起始电平。建议将这些值设置为“启动”值一样的参数，除非电源在阶跃开始前不应加载。在此情况下，静态值应设为零。



在到达阶跃终止值后10h，该函数将自动停止（即I = 0 A或U = 0 V），除非之前已被手动停止。

3.10.10 任意函数

任意（可自由定义）函数为用户提供了更宽的范围。有多达99个点可供电流I与电压U使用，所有序列点都具有相同的参数，但是可以进行不同的配置，从而创建复杂的函数过程。这99个序列点可在序列区一个接着一个运行，而且此序列区能重复999次或无穷重复。从这99个序列点中，可自由定义从X序列开始直至Y序列。但是将电流或电压的分配混合在一起则不行，单独一个序列点或序列区只能当电流运行，或者电压运行。

任意曲线会以正弦曲线（AC）覆盖线性进程（DC），其振幅与频率在起始与结束值之间形成。如果起始频率（Fs）= 结束频率（Fe）= 0 Hz，那么AC值就没有任何作用，只有DC部分才有效。每个序列点分配有一个序列时间，是AC/DC曲线起始至终止的时间段。

在任意函数下每个序列点都可配置下列参数：

数值	范围	描述
ACs	U, I额定值的0...50%	(AC) 交流曲线正弦波部分的起始幅度
ACe	U, I额定值的0...50%	(AC) 交流曲线正弦波部分的结束幅度
DCs	U, I的ACs...(额定值 - ACs)	曲线直流部分的起始值
DCe	U, I的ACe...(额定值 - ACe)	曲线直流部分的结束值
始频率	0 Hz...10000 Hz	(AC) 交流曲线正弦波部分的起始频率
终频率	0 Hz...10000 Hz	(AC) 交流曲线正弦波部分的结束频率
角度	0°...359°	(AC) 交流曲线正弦波部分的起始角度
时间	0.01 ms...36000 s	序列点的时间



序列时间(Time)跟起始与结束频率有关。 $\Delta f/s$ 最小值为9.3。举例，假如一组设定为S.Freq = 1 Hz, E.Freq = 11 Hz 且 Time = 5 s，那么就不会接受，因为 $\Delta f/s$ 只有2。但是1 s的序列时间可以接受，或者将时间保持在5 s, 然后必须设定E.Freq = 51 Hz。



在起始与结束值之间幅度的变更与序列时间有关。对扩展时间进行很小的更改也不可以，在此情况下产品会报告不适用设定。

当用保存接受了选定序列的设置后，就可配置其它序列点了。如果点击下一步按钮，会出现第二个设定屏，这儿显示了所有99个序列点的全局设定。

任意函数的总行程可设置下列参数：

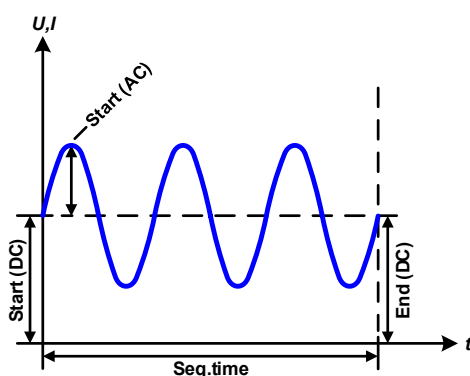
数值	范围	描述
开始序列	1...结束序列	序列区的第一个序列点
结束序列	开始序列...99	序列区的最后一个序列点
序列循环	∞ 或1...999	序列区的循环次数

继续操作



按钮，会进入全局设定值的定义，作为函数发生器设置的最后部分。

示意图：



应用与结果：

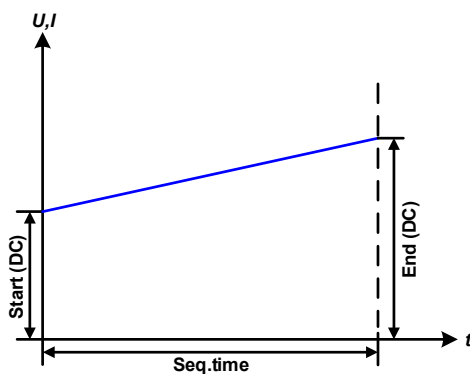
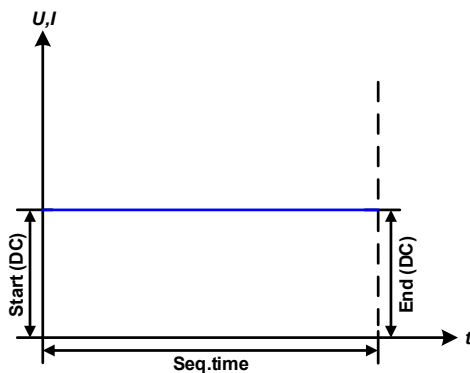
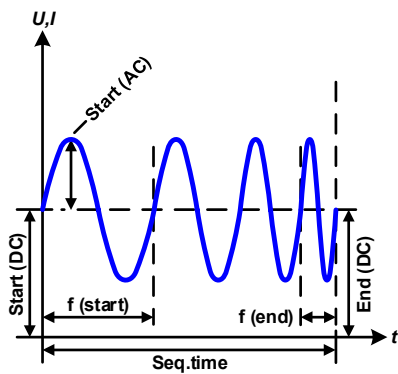
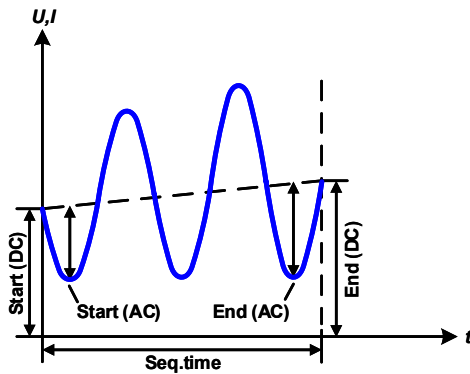
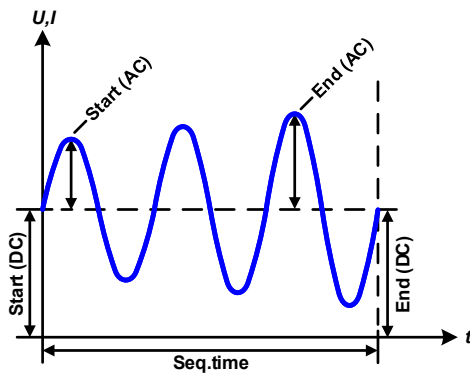
范例 1

假设聚焦1个序列点的1次循环：

起始与结束的DC值是相同的，AC振幅也是。当频率>0，会产生带有指定振幅、频率与Y轴偏移（偏移，起始与结束的DC值）的设定值正弦波曲线进程。

正弦波每次循环的次数取决于序列时间与频率。如果序列时间为1 s，频率为1 Hz，则刚好形成1个正弦波。如果序列时间为0.5 s，频率相同，则只能形成半个正弦波。

示意图:



应用与结果:

范例 2

假设聚焦1个序列点的1次循环:

起始与结束的DC值相同,但是AC振幅不同。因为结束值高于起始值,所以振幅以每半个正弦波连续增加到序列上。这只有当序列时间与频率允许创建多个波形的时候,比如: $f=1\text{ Hz}$,序列时间 $=3\text{ s}$ 时,会产生三个完整的波形(当角度 $=0^\circ$),当 $f=3\text{ s}$,序列时间 $=1\text{ s}$ 时也是一样的。

范例 3

假设聚焦1个序列点的1次循环:

起始与结束的DC值不相同,AC振幅也是。在这两种情况下,结束值高于起始值,那么偏移值从起始到结束值(DC)一直上升,振幅也以每半个正弦波增加。

此外,第一个正弦波最开始为半个负正弦波启动,因为角度被设为 180° 。起始角度可在 0° 与 359° 之间以每 1° 的距离移动。

范例 4

假设聚焦1个序列点的1次循环:

与范例1相似,但是在另外一个结束频率上。这儿显示的比起始频率要高一些。它对正弦波的周期有影响,因此每个新波形会比序列时间的总跨度要短一点。

范例 5

假设聚焦1个序列点的1次循环:

与范例1相似,但是起始与结束频率都为 0 Hz 。没有频率就不能创建正弦波部分(AC),只有直流设定才会有效。从而形成的是水平线的一个变化进程。

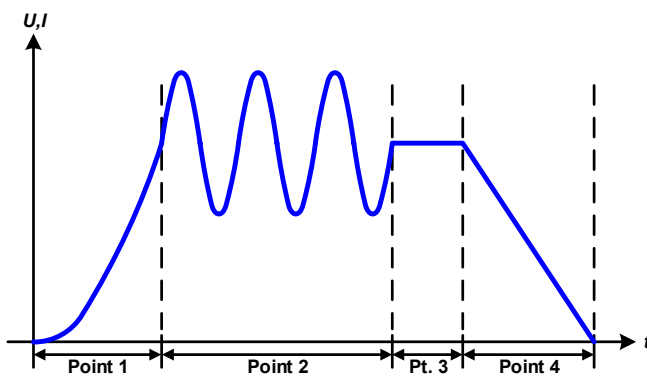
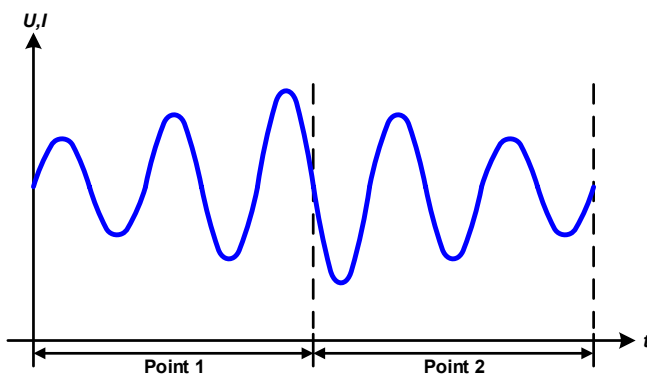
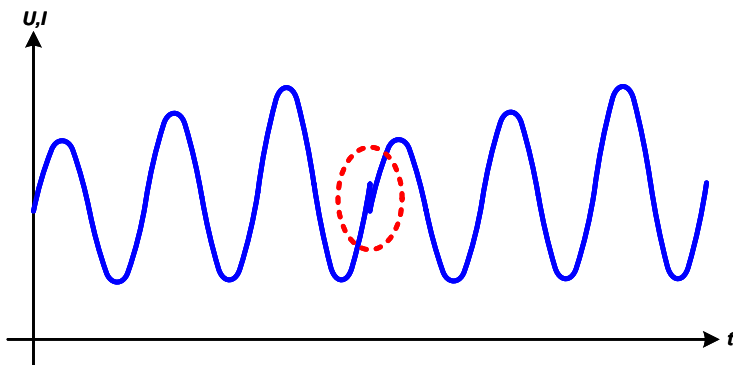
范例 6

假设聚焦1个序列点的1次循环:

与范例1相似,但是起始与结束频率都为 0 Hz 。没有频率就不能创建正弦波部分(AC),只有直流设定才会有效。这儿的起始与结束值不对等,于是产生的是一个稳定上升的跃变曲线。

将多个不同的已配置序列连在一起，就可创建复杂的曲线过程。可用任意发生器的灵活配置匹配三角波、正弦波、矩形波或梯形波函数，因而生成具有不同振幅或占空比的矩形波的序列。

示意图：



应用与结果：

范例 7

假设聚焦1个序列点的2次循环：

范例3下配置的一个序列点就是一个行程。因为结束偏移的设定需求要比起始的高，那第二个序列行程就会回归到第一个行程的相同起始水平，不管这些数值是否到达第一个行程的末端。这会在整个进程中出现断裂（左图红色标注处），而这只能通过细致的设定才能补偿。

范例 8

假设聚焦2个序列点的1次循环：

两个序列点可连续运行。第一个产生一正弦波，且振幅是逐步增加的，而第二个的振幅在逐步减小。连在一起就如左图所示那样的曲线。为了确保中间的最大波形只出现一次，第一个序列点必须以半个正弦波结束，而第二个以半个负波形开始，如左图所示。

范例 9

假设聚焦4个序列点的1次循环：

序列点1：1/4个正弦波（角度 = 270°）

序列点2：3个正弦波（频率与序列时间的关系为：1:3）

序列点3：水平变化（ $f = 0$ ）

序列点4：下降变化（ $f = 0$ ）

3.10.10.1 上传与存储任意函数

任意函数的100个序列可以从产品的控制面板上手动配置，适用于电压（U）或电流（I），并且经前面板的USB端口可存储到U盘或从它上传到产品上。一般可以将所有100个序列以CSV文本格式（用分号隔开）存储或上传，它代表一个表格的值。

为了给任意发生器上传一个序列点表，要符合下列要求：

- 该表格必须确切地包含99行（100行的表格也接受，以兼容旧版固件版本），每一行有8个数值（8列，用分号隔开），且无间隔。
- 列分隔符（分号，逗号）必须在**选单**下的“USB文档分隔符格式”参数选好，它同时也定义了小数位的分隔符。
- 该文档必须存储到HMI_FILES文件夹下，该文件夹必须放在U盘的根目录下。
- 该文件名必须总是以WAVE_U或WAVE_I开始且大写。
- 每一行与每一列的所有数值必须在规格范围内（如下）
- 表格中的列应该按照定义的顺序排列且不能更改

下面给出了此表格的数值范围，它们与任意发生器的手动配置有关（列标题跟Excel一样）：

列	参数	范围
A	AC开始幅度	U或I的0...50%
B	AC结束幅度	U或I的0...50%
C	开始频率	0...10000 Hz
D	结束序列	0...10000 Hz
E	AC开始角度	0...359 °
F	DC开始偏移值	0...(U或I的额定值) - AC开始幅度
G	DC结束偏移值	0...(U或I的额定值) - AC结束幅度
H	以μs计数的序列点时间	10...36.000.000.000 (360亿 μs)

关于参数与任意函数的详情请参考 „3.10.10. 任意函数“。

CSV举例：

	A	B	C	D	E	F	G	H	
1	20,00	30,00		5	5	90	50,00	50,00	50000000
2	30,00	20,00		5	5	90	50,00	50,00	30000000
3	0,00	0,00		0	0	0	0,00	0,00	1000
4	0,00	0,00		0	0	0	0,00	0,00	1000
5	0,00	0,00		0	0	0	0,00	0,00	1000
6	0,00	0,00		0	0	0	0,00	0,00	1000

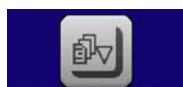
这个例子只显示了配置的头两个序列点，其它都被设为默认值。该表格可以WAVE_U或WAVE_I上传，比如对于EL 9080-45 T型号，这些参数符合两个，电压与电流。文件的命名是唯一的。在函数发生器菜单下选择“任意 -> U”后，有一个过滤器将阻止您加载WAVE_I文件。此时该文件不会在可选清单下列出来。

► 如何从U盘上传一个序列表（100个序列）：

1. 先不要插上或拔下U盘。
2. 进入函数发生器的函数选择菜单步骤：**选单 -> 页面2 -> 函数发生器 -> 页面2 -> 任意形-> U/I**，见“序列选择”的主页面，如右图所示。



3. 点击**文件导入/导出**触摸区，然后是**从USB端口加载数据**，按照屏幕上的说明操作。如果已识别出至少一个有效文件（如上的文件与路径），产品会以 列出一个可被选的文件清单。



4. 点击右下角的**从USB端口加载数据**触摸区。如果文档有效，会检查并上传它。如果文档无效，产品会发出一错误信息。于是必须更正文件，然后重复上面步骤。



► 如何将一个序列点表存储到U盘：

1. 不要将U盘插上或拔下。
2. 经选单 -> 函数发生器-> 任意形进入函数发生器下的函数选择菜单。



3. 轻触 **文件导入/导出**，然后是 **保存至USB**。产品会要求现在插上U盘。
4. 插上后，产品会尝试进入U盘，并寻找HMI_FILES文件夹，读取相关内容。如果已有WAVE_U或WAVE_I文件存在，将会被列出，你可用 选择一个进行覆盖，或者选择 **-NEW FILE-** 创建一个新文件。



5. 最后用 **保存至USB** 保存序列表格。

3.10.11 电池测试函数

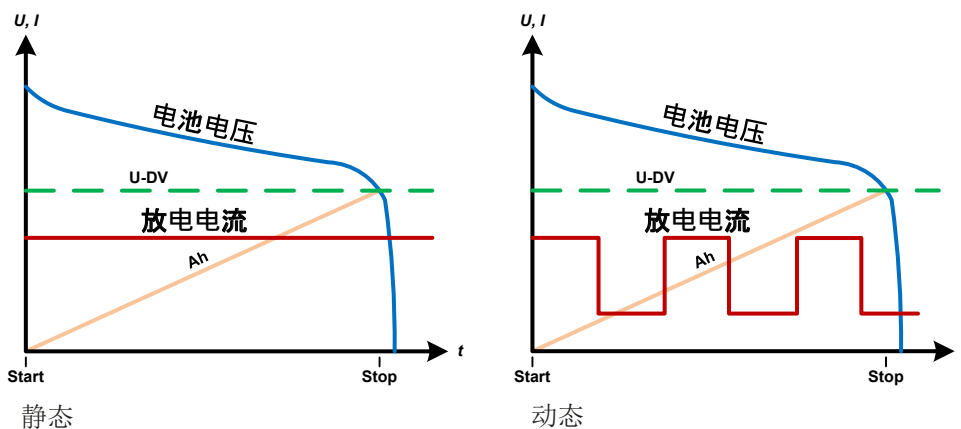
电池测试函数主要是给工业产品测试或实验室应用中的各类电池放电。自2016年11月后生产的产品，仅能从HMI进入后才可使用，至少能做后文所述的的设置和使用，但也可经远程控制使用任意函数发生器。远程控制的唯一缺点就是没有电池容量(Ah)、电量(Wh)和时间计数器。但是，用户可以通过自定义远程控制软件，编写时间计数器，并定期从产品上查询实际值，然后计算可得。

该函数通常应用于直流输入电流，也可选择“静态”(恒流)或“动态”(脉冲电流)模式运行。在静态模式下，功率或电阻的设置可以使产品在恒功率(CP)或恒电阻(CR)下运行函数。如负载的正常操作一样，设置值决定直流输入以什么调节模式(CC, CP, CR)运行。例如，计划使用CP模式，则设定电流应被设置为最大，并且关闭内阻模式，使两者互不干扰。如果计划使用CR模式，则设定是相似的，此时电流和功率应设为最大。

在动态模式下，还有一个功率设置，但它在脉冲功率模式下不能运行动态电池测试函数，或者至少其结果不会如预期。因此，建议始终根据测试参数调整功率值，以免干扰脉冲电流，即：动态模式。

用大电流放电时，跟动态模式下的额定电池容量相比，电池电压可能短暂地下降至U-DV极限以下，而且测试会无意中终止。此时建议相应地调整U-DV。

两种电池测试模式的图形描述：



3.10.11.1 静态模式的参数

可为静态电池测试函数配置下列参数。

数值	范围	描述
I	0... I的额定值	以A为单位的最大放电电流
P	0... P的额定值	以W为单位的最大放电功率
R	R的额定值最小值...最大值	以Ω为单位的最大放电电阻Ω (也可停用 --> “关闭”)

3.10.11.2 动态模式的参数

可为动态电池测试函数配置下列参数。

数值	范围	描述
I_1	0... I的额定值	脉冲操作的设定电流上限与下限（两个数值的较高值自动当作上限值）
I_2	0... I的额定值	
P	0... P的额定值	以W为单位的最大放电功率
t_1	1 s ... 36000 s	t_1 = 脉冲电力上限时间（脉冲）
t_2	1 s ... 36000 s	t_2 = 脉冲电力下限时间（脉冲）

3.10.11.3 其他参数

这些参数在两种测试模式下都可用，但是必须分开调整。

参数	范围	描述
放电电压	0...U的额定值	能使测试停止的可调电压极限（负载直流输入端上的电池电压）
放电时间	0...10 h	直至测试可自动停止时的最长测试时间
放电容量	0...99999 Ah	直至测试可自动停止时，能从电池消耗的最大容量
动作	无, 信号, 测试结束	分别定义“放电时间”与“放电容量”参数的动作。它决定在达到这些参数的调节值后，测试将会怎样动作： 无 = 无动作，测试将继续 信号 = 会显示“时间限制”文本，测试将继续 测试结束 = 测试将停止
启动USB日志记录	开/关	设置选中标记，USB记录被启用，如果正面USB端口已插上U盘，将在正确格式化的U盘上记录数据。记录的数据不同于产品在所有其他操作模式下“正常”USB记录期间所记录的USB日志数据。
日志记录间隔时间	100 ms - 1 s, 5 s, 10 s	为USB日志记录写入间隔时间

3.10.11.4 显示值

测试运行期间，显示器会显示一组数值与状态：

- 直流输入端上显示以V为单位的电池实际电压
- 以A为单位的实际放电电流
- 以W为单位的实际功率
- 以V为单位的放电电压（ U_{DV} ）
- 以Ah为单位所消耗的电池容量
- 以Wh为单位所消耗的能量
- 累计计时HH:MM:SS,MS
- 调节模式 (CC, CP, CR)

15.00V ^{CV} U _{DV} 12.00V	返回
20.00A 20.00A	函数： 电池测试 停止
300.0W 600.0W	开 <input checked="" type="radio"/> <input type="radio"/> 关
20.00Ah 300.0Wh 1:00:00.000	开始

3.10.11.5 数据记录（USB日志记录）

静态模式与动态模式配置的结尾，还有一个选项，可以激活USB日志记录。插上要求格式的U盘，产品可将测试运行期间的数据，以定义的间隔时间直接记录到U盘上。USB日志记录激活后，会以一个小U盘符号于显示器上显示出来。测试停止后，记录的数据会以CSV格式存储为文本文件。

日志文档格式如下：

	A	B	C	D	E	F	G
1	Static:Uset	Iset	Pset	Rset	DV	DT	DC
2	0,00V	0,00A	1200W	OFF	0,00V	10:00:00	99999,00Ah
3							
4	Uactual	Iactual	Pactual	Ah	Wh	Time	
5	0,34V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:00,800	
6	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:01,800	
7	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:02,800	
8	0,28V	0,00A	0W	0,00Ah	0,00Wh	00:00:03,800	

静态 = 所选模式

Iset = 最大电流

Pset = 最大功率

Rset = 所需内阻

DV = 放电电压

DT = 放电时间

DC = 放电容量

U/I/Pactual = 实际值

Ah = 消耗的电池容量

Wh = 消耗的能量



无论记录间隔时间怎么设定的，“Ah”与“Wh”都是产品按每秒钟计算出来的。当设置的间隔时间 < 1 s时，将会写入多个相同的Ah与Wh值到CSV文档内。

3.10.11.6 可能引起电池测试停止的原因

可能会有下列不同原因停止电池测试函数的运行：

- 点击HMI上的停止触摸区，就可手动停止。
- 到达最大测试时间，且已激活了“测试结束”
- 到达最大能消耗的电池容量，且已激活了“测试结束”
- 任何产品报警都会关闭直流输入，如OT
- 超过了放电电压极限值（DV），这相当于任何原因导致直流输入端的压降值



因上述任何原因自动停止后，测试不会继续也不会立即再次运行。需进入返回触摸区，运行整个电池配置。

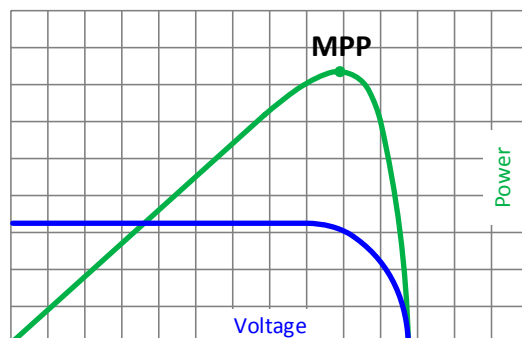
3.10.12 MPP追踪函数

MPP代表太阳能电池板功率曲线上的最大功率点（参见右侧原理图）。当太阳能逆变器连接到这样的面板上时，一旦被找到，就会不断地追踪该MPP。

电子负载通过函数模拟这种行为。可用来测试大型太阳能电池板，而不必连接大的太阳能逆变器，而它还需要连接到交流输出的负载。此外，还可调节负载的所有MPP追踪相关参数，并且它比带有限直流输入范围的逆变器更加灵活。

针对评估和分析测试目的，负载还可记录测量数据，即：直流输入值，如实际电压、电流或功率，并存储到U盘，或通过数字接口从U盘读取。

MPP追踪函数提供四种模式。与其他函数或设备的一般用途不同，MPP追踪值仅能经触摸屏的直接输入来输入。



3. 10. 12. 1 MPP1模式

这个模式也叫“查找MPP”。这个是电子负载查找到连接太阳能板MPP的最简洁方式。它只需设置三个参数。 U_{OC} 值 是必须有的，因为它有助于更快地找到MPP，如同负载将在0V或最大电压处开始。实际上，它将在略高于 U_{OC} 的电压电平处开始。

I_{SC} 用作电流的上限，因此负载不会尝试吸取超过控制面板设定的电流。

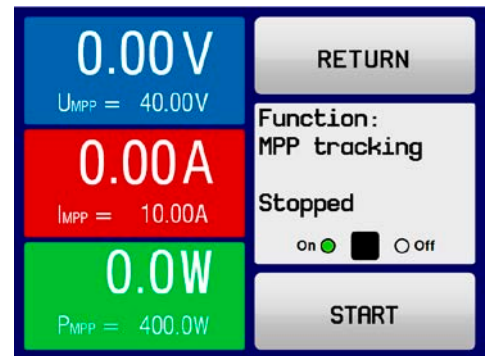
可为MPP1模式设置下列参数：

数值	范围	描述
U_{OC}	0... $U_{\text{额定值}}$	空载时太阳能电池板的电压，取自电池板规格
I_{SC}	0... $I_{\text{额定值}}$	短路电流，太阳能电池板的最大额定电流
Δt	5 ms...60000 ms	查找MPP过程中两次追踪尝试的间隔时间

应用于结果：

设置好上面三个参数后，就可以启动该函数。一旦找到MPP，该功能将停止，并关闭直流输入。然后在显示屏上显示获得的电压 (U_{MPP})，电流 (I_{MPP}) 和功率 (P_{MPP}) 的MPP值。

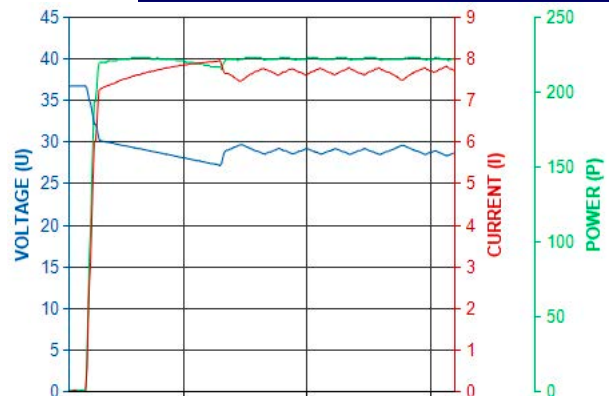
函数运行的时间取决于参数 Δt 。即使设置最小值为5 ms，一次运行也要花几秒钟。



3. 10. 12. 2 MPP2模式

这种模式追踪MPP，因此它最接近太阳能逆变器的操作。一旦找到MPP，该功能还不会停止，而尝试永久追踪MPP。由于太阳能电池板的特性，只能在MPP的水平之下进行。一旦达到这个点，电压就开始进一步下降，实际功率也开始减少。附加参数 ΔP 定义，在追踪方向被反转之前，功率可下降多少，并且直到负载达到MPP点后，电压再次开始上升。结果形成曲折形的电压和电流曲线。

右图显示的是一个典型的曲线图。该示例显示， ΔP 被设置为一非常小的值，因此功率曲线看起来几乎是直线型的。通过小 ΔP 参数，负载就会一直密切追踪MPP。



可为MPP2模式设置下列参数：

数值	范围	描述
U_{OC}	0... $U_{\text{额定值}}$	空载时太阳能电池板的电压，取自电池板规格
I_{SC}	0... $I_{\text{额定值}}$	短路电流，太阳能电池板的最大额定电流
Δt	5 ms...60000 ms	查找MPP过程中测量U与I值的间隔时间
ΔP	0 W... P_{Nom}	MPP以下的追踪/调整误差

3. 10. 12. 3 MPP3模式

也称为“快速追踪”，该模式非常类似于模式MPP2，但是没有查找实际MPP的初始步骤，因为MPP3模式将直接跳到由用户输入 (U_{MPP} , P_{MPP}) 定义的功率点。如果被测设备的MPP值已知，这可在重复测试中节省大量时间。其余的函数运行与MPP2模式相同。在函数运行期间和之后，显示器会显示电压 (U_{MPP})，电流 (I_{MPP}) 和功率 (P_{MPP}) 需求的最小MPP值。

可为MPP3模式设置下列参数：

数值	范围	描述
U_{OC}	0... $U_{\text{额定值}}$	空载时太阳能电池板的电压，取于电池板规格
U_{MPP}	0... $U_{\text{额定值}}$	MPP下的电压
I_{SC}	0... $I_{\text{额定值}}$	短路电流，太阳能电池板的最大额定电流
P_{MPP}	0... $P_{\text{额定值}}$	MPP下的功率
Δt	5 ms...60000 ms	查找MPP过程中测量U与I值的间隔时间
ΔP	0 W... P_{Nom}	MPP以下的追踪/调整误差

3.10.12.4 MPP4模式

这种模式有不同，因为它不会自动追踪。相反，它为用户提供了通过设置多达100个电压值来定义用户曲线的选择，然后追踪该曲线、测量电流和功率，并将结果转换为多达100组采集的数据。曲线点可手动输入，或者从U盘上加载。起点和终点可任意调整， Δt 定义两点之间的时间，函数的运行可重复多达65535次。一旦函数在终点结束，或手动中断而停止，直流输入会关闭，测量数据就可使用了。函数运行完后，含最高实际功率的数据组将于显示器上显示为MPP的电压 (U_{MPP})，电流 (I_{MPP}) 和功率 (P_{MPP})。用返回键返回主屏幕，然后就可将数据导入U盘。

可为MPP4模式设置下列参数：

数值	范围	描述
$U_{1...U_{100}}$	0...U额定值	100个以内用户可定义曲线点的电压
Start	1-100	在100个后续点中函数的起点x
End	1-100	在100个后续点中函数的终点x
Δt	5 ms...60000 ms	运行下一个点之前所花的时间
Rep.	0-65535	从起点运行到终点重复的次数

3.10.12.5 在MPP4模式下从U盘加载曲线数据

跟非常耗时的1-100个可用曲线点手动调整相比，可从U盘加载CSV文件形式的曲线点数据（每个点只有一个电压值）。请参见1.9.5.5章节有关命名的规则。与手动调整相反，可以定义和使用任意数量的点，从U盘加载文件，必须为始终包含完整的点数（100）的CSV文件，因为它无法定义哪一个是开始点和结束点。但是，开始和结束点的屏幕设置仍然有效。这表示，如果您确实想要使用加载曲线中的所有100个点，则必须根据规定设置参数。

文件格式定义：

- 文件必须是以*.csv为后缀的文本文件
- 文件必须只包含一列电压值（0...额定电压）
- 文件必须在100行内刚好有100个值，且无间隔
- 分割值的小数点分隔符必须遵循“USB文档分隔符格式”下的设置，意味着，“US”选项代表实点为小数位分隔符，“标准”选项代表逗号为分隔符

► 如何为MPP4模式加载一曲线数据文档

1. 直流关闭，进入菜单，然后是函数发生器，然后再进入MPP追踪。
2. 当屏幕上切换至MPP4页面。然后在下面部分，会出现一个标有导入/导出文件的按钮，点触它。
3. 在下一个屏幕点触从U盘加载MPP4电压值，让U盘准备好，然后遵照后续说明操作。

3.10.12.6 将MPP4模式下的结果数组保存到U盘

MPP4功能运行完后，结果数据可以保存到U盘。本产品将始终保存100个数据集，其中包含属于其所经过点的实际电压、电流和功率。无额外的编号。如果设置“开始”和“结束”不是1和100，可以后续从文件中过滤。未调整的点自动设置为0 V，因此仔细调整起点和终点非常重要，因为电压设置为0 V时，电子负载会吸收其额定电流。而在这种模式下，电流和功率总是设置为最大值。

结果数据文件格式（文件命名请参考章节1.9.5.5）：

	A	B	C
1	1,01V	20,960A	21,0W
2	2,99V	20,970A	63,0W
3	3,99V	20,970A	84,0W
4	5,99V	20,940A	125,0W
5	7,00V	20,920A	146,0W
6	8,00V	20,930A	168,0W
7	9,00V	20,950A	188,0W
8	9,99V	20,960A	210,0W
9	10,99V	20,970A	231,0W

图释：

- A列：1-100点的实际电压 (= U_{MPP})
- B列：1-100点的实际电压 (= I_{MPP})
- C列：1-100点的实际电压 (= P_{MPP})
- 1-100行：所有可能曲线点的结果数据集



左侧列表中的数值带物理单位。如果不需要，可以在“基本设置”的参数“带有单位 (V,A,W) 的USB日志记录”下关闭。

► 如何为MPP4保存一曲线数据文档？

1. 函数运行完后，会自动停止。点触返回按钮，回到MPP4配置屏幕。
2. 点触标有导入/导出文件的按钮。
3. 在下一个屏幕点触将MPP4电压值保存到U盘，让U盘准备好，然后遵照后续说明操作。会有两个选择，要么覆盖任何已显示的文件，或点触 **NEW FILE** 创建新的文件。

3.10.13 函数发生器的远程控制

函数发生器可远程控制，但是用单独指令对函数的配置与控制会与手动操作不同。另外一份说明书“Programming Guide ModBus & SCPI的编程指引”有关它的详细解释。一般情况下适用如下：

- 函数发生器不能经模拟接口控制；REM-SB引脚关闭直流输入才会对函数运行带来影响，它会暂停函数，用REM-SB引脚再次打开直流输入，可使之继续运行，如果函数未被停止的话。
- 如果产品处于UIR模式（内阻模式，CR），函数发生器就不可用

3.11 其它应用

3.11.1 串联



电子负载是不允许串联的，在任何情况下都不可这样安装或操作！

3.11.2 并联

同系列与同型号的多台产品可以并联在一起，从而创建一个具有更高电流、更大功率的系统。可将所有产品都并联到直流源上，这样总电流才会分布给所有产品。但是单个产品之间不支持主-从系统那样的均衡。所有负载要分开控制与设置。然而，可以通过模拟接口上的信号并行控制，因为该接口与产品其它部分是隔离开的。操作时应考虑并遵循下面几点：

- 始终用同电压、电流和额定功率的型号进行并联连接，或至少应使用相同额定电压的产品并联
- 切勿将负载设备的直流输入电缆连接到负载设备上，而是直接从每个负载设备直接接到电源上，否则总电流将超过直流输入夹头的额定电流

4. 检修与维护

4.1 维护/清洁

本产品不需维护。但可能需清洁下内部风扇，清洁频率根据环境条件而定。风扇是为了给那些因内部功耗而发热的元件制冷的。沾有很厚灰尘的风扇可能会导致通风不足，从而使直流输入因过热而过早关闭，或者出现不良。

内部风扇的清洁可用吸尘器或类似设备来完成。这个操作需要打开产品。

4.2 故障查找/诊断/维修

如果产品突然按照一种意外的方式运作，并指示错误或者有明显的不良，用户不可以也不能维修。如有任何疑问请联系您的供货商，并咨询下一步采取的措施。

通常需将产品退回给Elektro-Automatik（不论是在保修期内或保修期外）。如果退回检查或维修，请确保如下：

- 与供货商联系上，并明确说明怎样发送产品并送到哪个地点。
- 产品已完整组装好，且用适合搬运的包装材料打包好，最好是用原始包装。
- 附上一份尽可能详细的故障描述。
- 如果是寄往国外，请附上必要的海关文件。

4.2.1 更换不良的电源保险丝

本产品由装于其后面保险座内的保险丝进行保护。其规格印在保险座旁边。更换时需使用同尺寸同规格的保险丝。

4.2.2 固件更新



当新的固件可消除产品上存在的缺陷或它含有新的功能时，方可进行固件更新。

控制面板（HMI）、通讯件（KE）以及数字式控制器（DR）的固件，可经后面的USB口更新。这需用到随附产品的“EA Power Control”软件，或者从我公司网站下载该软件与固件更新文档，按需也可向我们申请。

但是建议不要立即更新。每次更新都含有使设备或系统无法操作的风险。我们建议仅在以下情况下安装更新：

- 可以直接解决您产品上的问题，特别是针对我们支持的案例，且建议安装更新
- 新增了一新的且对您绝对有必要的功能。在此情况下，全部责任都将转移给您。

如下规则也适用于固件更新：

- 简单的固件更改可能对您产品正在使用的的应用产生深远的影响。因此建议彻底研究固件的更改历史清单再做决定。

新融入的一些功能可能需要更新的文件资料匹配（如：用户手册和/或编程指引，以及LabView VIs），这些通常在后面发布，有时会延迟一些。

4.3 校准

4.3.1 前言

EL 9000 T系列还有一重要的功能，它可对最重要的输入参数重新校准，以消除误差。不过该调整局限于只能补偿最大值的1%或2%的误差。另外还有几个理由必须对机器重新校准：元件老化、元件退化、极端环境条件、高频率使用。

要确定参数是否超出误差范围，需先用高精度的测量工具进行验证，至少为EL设备误差精度的一半。只有这样才能在EL设备上显示出比较值，以及测得真实的直流输入值。

举例：如果你想验证并调整EL 9080-45 T型号的输入电流，它最大为45 A，最大误差为0.2%。那么仅能使用最大误差为0.1%甚至更小的分流器。要测量如此大的电流，建议尽量缩短测量时间，以避免电阻器过热。还建议使用一个至少能吸收25%电量的电阻器。

用电阻器测量电流时，电阻器上万用表的测量误差加上电阻器的误差，两个值的总和一定不能超过被测产品的0.4%。

4.3.2 事前准备

要成功地校准与调节产品，需准备几个工具，并要求具备一定的环境条件：

- 电压测量仪（万用表），其最大误差只能是EL设备电压误差的一半。该仪器还可在校准电流时测量电阻器的电压
- 如要校准电流：需用到一个合适的直流分流器，其电流至少是EL产品最大输入电流的1.25倍，最大误差是EL产品最大电流误差的一半，甚至更小
- 正常环境温度约为20-25 °C
- 一个可调电压/电流源，或者分开的电压源与电流源，能提供至少为EL产品最大电压与电流的102%。

开始校准前，需检查下面几个方面：

- 将EL设备与电压/电流源连接后，以50%功率运行，至少预热十分钟
- 如果要校准远程感测输入，需准备一条将远程感测端连到直流输入端的连线，暂时先不要连接
- 停止任何模式的远程控制、停用内阻模式
- 将分流器装于电源与EL产品之间，确保它为冷机状态。可以将其放在EL产品后面热气排风口的位置，这有助于加热分流器至操作温度。
- 将测量设备连到直流输入端或分流器上，根据最先要校准的参数而定

4.3.3 校准程序

前期准备好后，就可进行校准了。从现在开始，参数校准的排序非常重要。一般不需校准所有三个参数，但是建议校准所有参数。

重点：



- 建议在进行任何电压校准前先校准电流
- 校准电压时，需断开产品后板的远程输入感测线。
- 校准期间，用户会被要求输入已测参数。如果这些数值与产品测量的数值相差太多，或者输入了错误的参数，则校准会失败，必须重新校准。

下面阐述的校准程序以EL 9080-45 T为例。其它型号的操作方式一样，根据EL产品型号选择所需的电源。

4.3.3.1 设定值

▶ 如何校准电压

1. 将连接电源的电压调节到EL产品最大输入电压的102%。例如一台80 V型号产品的102%为81.6 V。将电压源的限流值设为大于EL产品额定电流的5%的值，此范例至少为2.3 A。特别是电压校准时，要再次检查产品前端感测线（Sense）没有接上。
2. 在显示屏上，轻触**选单**，然后是“**设置**”，接着进入**页码 2**，再轻触**校准产品**。
3. 在下一个界面选择：**电压校准**。然后是**校准输入值**与下一步。负载就会打开直流输入，并开始测量输入电压(U-mon)。
4. 在下一个界面会请求将外用表测量到的电压输入到**测量数值=**。通过键盘输入，确保输入数值正确，然后用**确认提交**。
5. 接下来重复第4步三次（总共四次）



▶ 如何校准电流

1. 将连接的电压源电压调节到EL产品最大电压的102%，例如一台45 A型号产品的102%为45.9 A, 约为46 A。并确保电压源不会输出高于EL产品能够吸收的电流，否则电压源会崩溃。将电流源的输出电压设为EL产品的10%，在此例子中就是8 V，然后打开电流源的直流输出。
2. 轻触显示屏上的**选单**，然后是“**设置**”，接着进入**页码 2**，再轻触**校准产品**。
3. 在下一个界面选择：**电流校准**。然后是**校准输入值**与下一步。负载就会打开直流输入，并开始测量输入电流(I-mon)。
4. 在下一个界面会请求将外用表测量到的电流输入到**测量数值=**。通过键盘输入，确保输入数值正确，然后用**确认提交**。
5. 接下来重复第4步三次（总共四次）

如果通常需用到远程感测功能，建议对此参数也进行调整以获得最佳效果。除了需将感测端插上并连到EL直流输入的正确极性上外，其它程序与电压的校准一样。

▶ 如何校准远程感测电压

1. 将电压源的电压调节到EL产品最大值的102%，例如80 V型型号则为81.6 V。将电压源的限流值设为大于EL产品额定电流5%的值，比如3 A。
2. 在显示屏上，轻触**选单**，然后是“**设置**”，接着进入**页码 2**，再轻触**校准产品**。
3. 在下一个界面选择：**感测电压的校准**，然后是**校准输入值**与下一步。
4. 在下一个界面会请求将外用表测量到的电压输入到**测量数值=**。通过键盘输入，确保输入数值正确，然后用**确认提交**。
5. 接下来重复第4步三次（总共四次）

4.3.3.2 实际值

输入电压（不论有或没有远程感测）与输入电流的实际值可如设定值差不多的方式进行校准，但是此时无需输入任何参数，仅需确认显示值即可。可进行上述步骤，然后在子菜单下选择“**校准实际值**”，而非“**校准输入值**”。显示器上出现产品的测量之后，等候2 s让测量数值稳定，然后用下一步确认，直到所有步骤完成为止。

4.3.3.3 保存校准数据

校准后，还可输入当前日期。先移至菜单项“**设置校准日期**”，按日期格式为年/月/日格式输入日期，然后用**提交**。



最后但也是最重要的，用



永久保存校准数据。



如果没有选择“**保存并退出**”就离开校准菜单，它会删除所有校准数据，而需再次重复校准程序！

5. 联系方式与技术支持

5.1 维修

如果供货商与客户之间不能安排维修，则应转至生产厂商完成。一般需将设备退回给生产厂商，不需要RMA号码，只需将设备包装完整，并附上详细的故障报告即可。如果还处于保修期，请提供一份发票复印件，并将其发送至如下地址。

5.2 联系信息

如果对产品操作、可选附件的使用，文件与软件的使用存有疑问或问题，请通过电话或邮件的方式获取技术支持。

地址	e-Mail	电话
EA-Elektro-Automatik (Shanghai) Co., Ltd Rm 1604-1605, No. 1, Lane 599, Guangfulin Road, Song Jiang District, Shanghai, China	技术支持: support@elektroautomatik.com 其它事务: ea1974@elektroautomatik.com	技术支持: +86-21-37012050



Elektro-Automatik

EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG

研发 - 生产 - 销售一体化

Helmholtzstraße 31-37
41747 Viersen, Germany

Tel: 0049 2162 / 37 85-0
Fax: 0049 2162 / 16 230
ea1974@elektroautomatik.com
www.elektroautomatik.com