



## 操作指南

# ELR 5000 / ELM 5000

## 多通道能量回馈式直流电子负载



注意！本说明书仅对固件版本为“HMI:2.04”与“DR:2.01”或更高的产品有效。想要更新您所购产品的固件版本，请浏览我们的网站或与我们联系。

文件ID: ELR5CN  
版本: 04  
日期: 04/2018



Elektro-Automatik





# 目录

## 1 简介

1.1	关于本操作指南	4
1.1.1	保留与使用	4
1.1.2	版权	4
1.1.3	有效期	4
1.1.4	符号诠释	4
1.2	保修条款	4
1.3	责任范围	4
1.4	产品的最终处理	5
1.5	产品编码规则	5
1.6	预期用途	5
1.7	安全	6
1.7.1	安全须知	6
1.7.2	用户的责任范围	6
1.7.3	技术操作者的责任	7
1.7.4	对用户的要求	7
1.7.5	警告信号	8
1.8	技术参数	8
1.8.1	允许操作条件	8
1.8.2	一般技术参数	8
1.8.3	详细技术参数	9
1.8.4	各面视图	11
1.8.5	控制按键	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	送货范围	16
1.9.4	可配附件	16
1.9.5	控制面板 (HMI)	17
1.9.6	以太网端口	19
1.9.7	“Sense”连接器 (远程感测)	19

## 2 安装&调试

2.1	搬运与储存	20
2.1.1	搬运	20
2.1.2	包装	20
2.1.3	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	交流端的连接 (EU型号, 230 V墙插)	21
2.3.3	安装机柜	21
2.3.4	负载模块安装到机柜内	22
2.3.5	直流输入端的接地	23
2.3.6	与直流源的连接	23
2.3.7	远程感测端的连接	24
2.3.8	LAN线的连接	24
2.3.9	初次调试	24
2.3.10	固件更新或长时间未使用时的调试	24

## 3 操作与应用

3.1	人身安全	25
3.2	调整模式	25
3.2.1	电压调整 / 恒压	25
3.2.2	电流调整 / 恒压 / 限流	25
3.2.3	内阻调整 / 恒阻	26
3.2.4	功率调整 / 恒功率 / 限功率	26
3.2.5	动态特性与稳定准则	26
3.3	报警条件	27
3.3.1	电源故障	27
3.3.2	过温	27
3.3.3	过压	27
3.3.4	过流	27
3.3.5	过功率	27
3.4	手动操作	28
3.4.1	打开产品	28
3.4.2	关闭产品	28
3.4.3	经菜单配置	28
3.4.4	调节极限 (“Limits”)	31
3.4.5	设定值的手动调节	31
3.4.6	打开或关闭直流输入	32
3.5	远程控制	33
3.5.1	基本信息	33
3.5.2	控制位置	33
3.6	报警与监控	34
3.6.1	术语的定义	34
3.6.2	产品报警的处理	34
3.7	控制面板 (HMI) 的锁定	36
3.8	序列发生器	37
3.8.1	简介	37
3.8.2	操作方式	37
3.8.3	手动操作	39
3.8.4	序列发生器的远程控制	41
3.9	MPP追踪函数	42
3.9.1	MPP1模式	42
3.9.2	MPP2模式	42
3.9.3	MPP3模式	43
3.9.4	MPP4模式	43
3.10	其它应用	44
3.10.1	串联	44
3.10.2	并联	44

## 4 检修与维护

4.1	维护/清洁	44
4.2	故障查找/诊断/维修	44
4.3	固件更新	45

## 5 联系信息与技术支持

5.1	综述	45
5.2	联系信息	45

## 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

严禁全部或部分再版、复印本操作指南或作其它用途，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及其衍生品有效：

型号	产品编号	型号	产品编号	型号	产品编号
ELR 5000 Rack 6U	33 130 336	ELM 5080-25	33 220 430	ELR 5200-12	33 220 431

#### 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：

	<b>危及人生安全的符号</b>
	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的基本条款与条件内。

## 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

即将要报废的产品必须按照欧盟的相关法律与法规（ElektroG, WEEE）返回EA Elektro-Automatik作报废处理，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。



## 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：

### ELR 5080 - 25 xx

	特殊型号的识别码区
	<b>S01...S0x</b> =特殊产品型号01等
	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： <b>5</b> = 5000 系列
	类型识别： <b>ELR</b> = Electronic Load with Recovery （能量回馈性电子负载） <b>ELM</b> = Electronic Load Module （电子负载模块）

## 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。



- 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。
- 本电子负载使用了逆变器，当逆变器不工作时，即使无电压源接到负载上，其内部电路的电压也会出现在直流输入端-所以建议勿要徒手接触直流输入端子的金属部件！直流输出负极对地，或者直流输出正极端对地也因为X电容被充电的原因会存在危险电压。
- 操作电子设备时必须总是遵循下面的安全规则：
  - 完全断开
  - 确保不会被重新连接
  - 确认系统已完全停止运转
  - 执行接地与短路操作
  - 对相邻带电部件安装保护装置



- 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。
- 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。

### 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 技术操作者的责任

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通过信号发出报警，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）或数字式的。所有报警都会关闭产品直流输入，或者防止它打开。

这些信号的含义解释如下：

<b>OT</b> 信号 (OverTemperature)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 电子负载模块温度过热</li> <li>• 会关闭直流输入</li> <li>• 不严重</li> </ul>
<b>OVP</b> 信号 (OverVoltage)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因超过预设极限值而关闭直流输入</li> <li>• 严重！产品可能会被损坏</li> </ul>
<b>OCP</b> 信号 (OverCurrent)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因超过预设限流值而关闭直流输入</li> <li>• 不严重。可保护供电电源过流</li> </ul>
<b>OPP</b> 信号 (OverPower)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因超过预设限功率值而关闭直流输入</li> <li>• 不严重。可保护供电电源过功率</li> </ul>
<b>PF</b> 信号 (Power Fail)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 因交流端欠压或交流输入端出现故障，亦或DC-AC逆变器段过热，而关闭直流输入</li> <li>• AC过压时情况很严重！交流电输入电路可能会被损坏</li> </ul>
感测信号 (Signal Sense)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 感测端不没有连线，或者连接被打断，或者达到了远程感测的最大可补偿电压</li> <li>• 不严重，但要求用户的相互作用</li> </ul>

## 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
- 相对湿度最大为80%，无凝露

### 1.8.2 一般技术参数

显示器：彩色触摸屏，320pt x 240pt，阻性

控制部件：1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

机柜	型号	
	ELR 5000 6U	
交流供电端		
供电电压	EU版: 195...253 V (L-N)	US版: 195...253 V (L-L)
供电端的连线	EU版: L,N,PE	US版: two phases + PE
供电端频率	45...66 Hz	
保险丝	T16 A	
效率 <sup>(1)</sup>	≥ 92%	
功率因素	> 0.99	
额定功率	3000 W	
漏电电流	< 3.5 mA	
环境		
制冷方式	温控风扇 (排风口在产品后面)	
环境温度	0..50 °C	
储存温度	-20...70 °C	
产品尺寸		
外壳尺寸 (WxHxD)	19" x 6 U x 500 mm	
重量	12.25 kg	
安规标准	EN 60950, EN 61000-6-2	
产品编号	EU版: 33130336	US版: 33138336

负载模块	型号	
	ELM 5080-25	ELM 5200-12
直流输入		
最大输入电压 $U_{Max}$	80 V	200 V
最大输入功率 $P_{Max}$	320 W	320 W
最大输入电流 $I_{Max}$	25 A	12 A
过压保护范围	$0...1.1 * U_{Max}$	$0...1.1 * U_{Max}$
过流保护范围	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$
过功率保护范围	$0...1.1 * P_{Max}$	$0...1.1 * P_{Max}$
最大允许输入电压	100 V	250 V
$I_{Max}$ 的最小输入电压	1 V	1.5 V
设定值温度系 $\Delta / K$	电压/电流: 100 ppm	电压/电流: 100 ppm
电压调整		
调节范围	0...81.6 V	0...204 V
$\Delta I$ 时的稳定度	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$
精确度 <sup>(2)</sup> (在 $23 \pm 5$ °C时)	$< 0.1\% U_{Max}$	$< 0.1\% U_{Max}$
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 <sup>(3)</sup>	≤0.2%	≤0.2%
远程感测补偿	~ 5% $U_{Max}$	~ 5% $U_{Max}$
电流调整		
调节范围	0...25.5 A	0...12.24 A
$\Delta U$ 时的稳定度	$< 0.15\% I_{Max}$	$< 0.15\% I_{Max}$
精确度 <sup>(2)</sup> (在 $23 \pm 5$ °C时)	$< 0.2\% I_{Max}$	$< 0.2\% I_{Max}$
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 <sup>(3)</sup>	≤0.2%	≤0.2%

(1) 100%输入电压与功率时的典型值

(2) 与额定值相关, 精确度定义的是调节值与真实 (实际) 值之间的最大偏差。

举例: 一台80 V产品的电压精确度最小为0.2%, 那额定值为25 A, 计算出来误差就是50 mA。当设定电流调到5 A时, 实际值的差异最大允许50 mA, 意思是电流可能在4.95 A与5.05 A之间。

(3) 显示精确度要加到直流输入端的一般精确度上

负载模块	型号	
	ELM 5080-25	ELM 5200-12
功率调整		
调节范围	0...326.4 W	0...326.4 W
$\Delta I / \Delta U$ 时的稳定度	$< 0.75\% P_{Max}$	$< 0.75\% P_{Max}$
精确度 <sup>(1)</sup> (在 $23 \pm 5$ °C时)	$< 1.3\% P_{Max}$	$< 1.5\% P_{Max}$
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 <sup>(2)</sup>	$\leq 0.2\%$	
隔离耐压		
(DC) 输入对外壳	DC负极: 长时间耐压最大 $\pm 400$ V DC正极: 长时间耐压最大 $\pm 400$ 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 (排风口在产品后面)	
环境温度	0..50 °C	
储存温度	-20...70 °C	
数字接口		
特征	排序与HMI固件更新用USB x 1个, 通讯以太网端口x 1个	
对产品的隔离耐压	最大 1500 V DC	
端子		
后面	1x RJ45, 1x USB A型, 1x 螺丝端子 (4位)	
尺寸		
外壳尺寸 (WxHxD)	81 x 132.5 x 310 mm	81 x 132.5 x 310 mm
重量	2.35 kg	2.35 kg
产品编号	33200430	33200431

(1 与额定值相关, 精确度定义的是调节值与真实 (实际) 值之间的最大偏差。

举例: 一台80 V产品的电压精确度最小为0.2%, 那额定值为25 A, 计算出来误差就是50 mA。当设定电流调到5 A时, 实际值的差异最大允许50 mA, 意思是电流可能在4.95 A与5.05 A之间。

(2 显示精确度要加到直流输入端的一般精确度上

## 1.8.4 各面视图

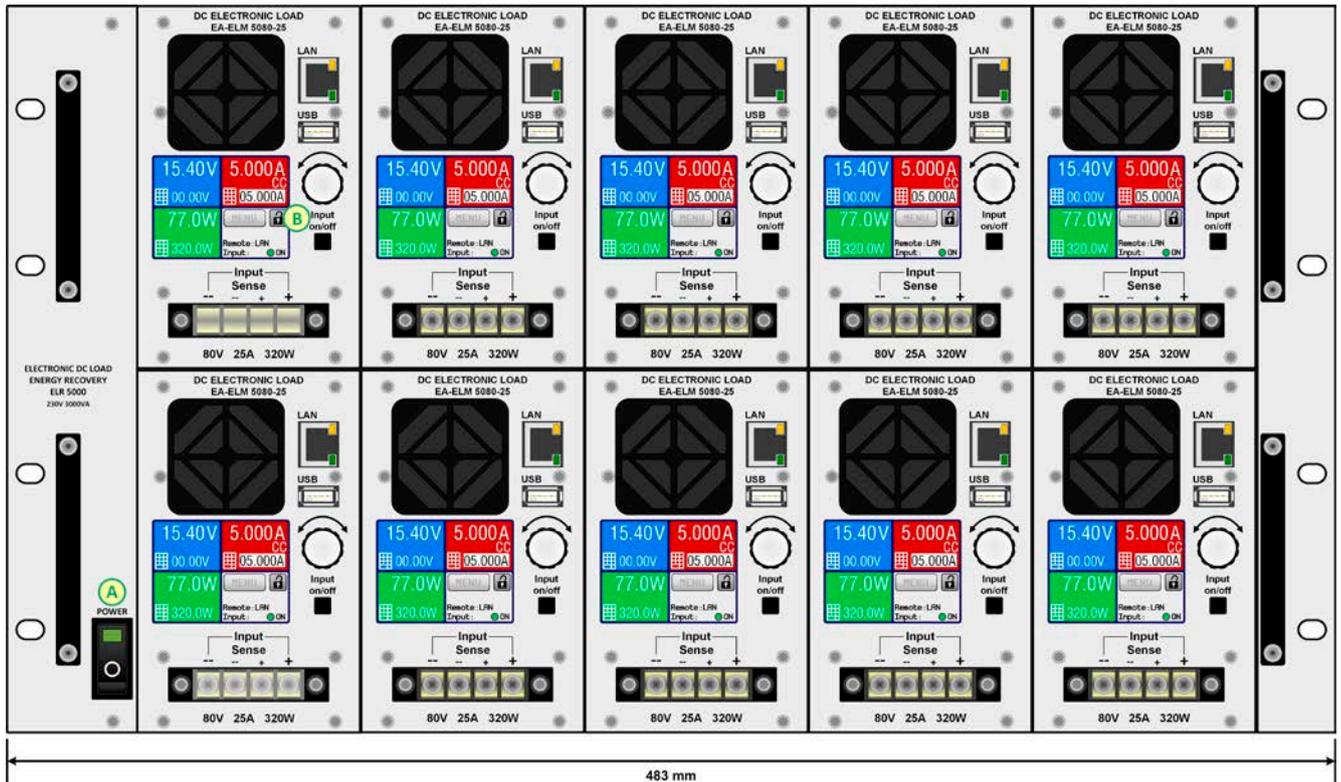


图 1 - 机柜前视图, 已装全部模块

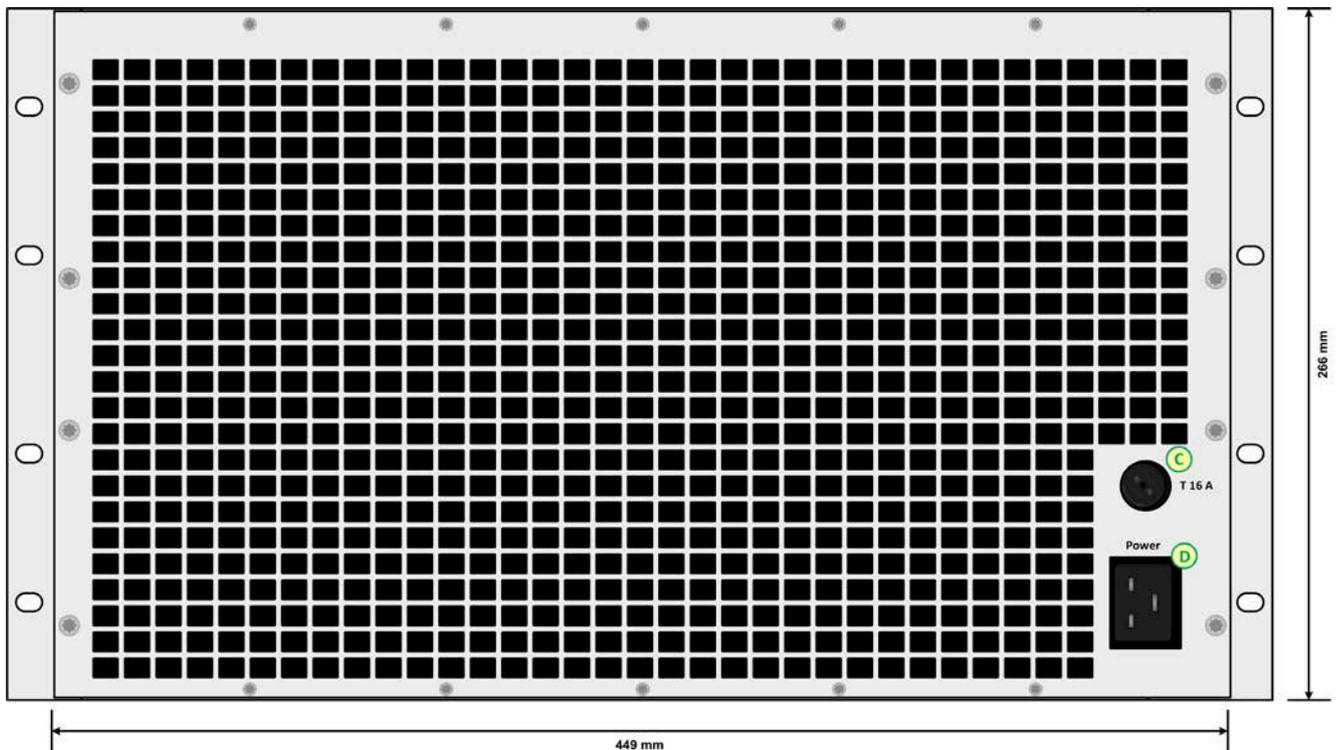


图 2 - 机柜后视图 (EU 01版)

A - 电源开关  
B - 带风扇、直流输入端子与控制板的负载模块

C - 供电端保险丝  
D - 交流供电端电源插座

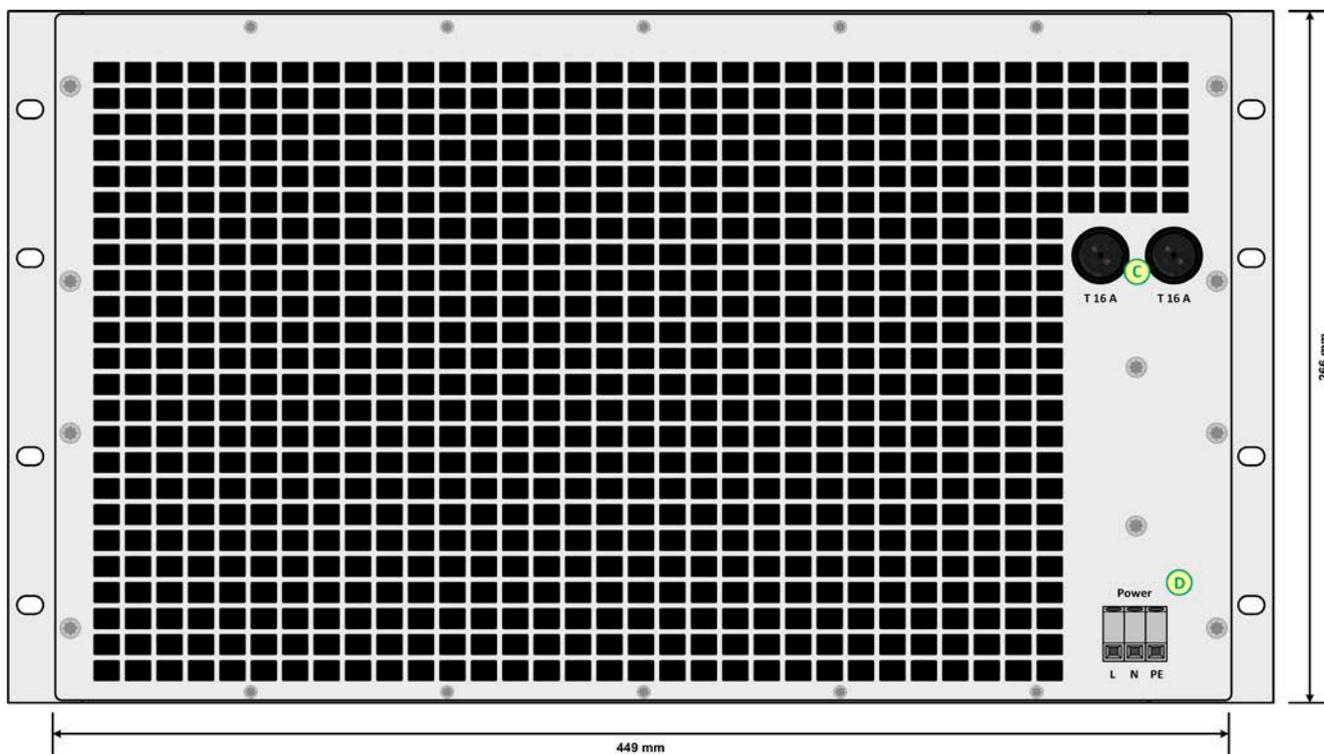


图 3 - 机柜后视图 (EU 02版, US 01版, )

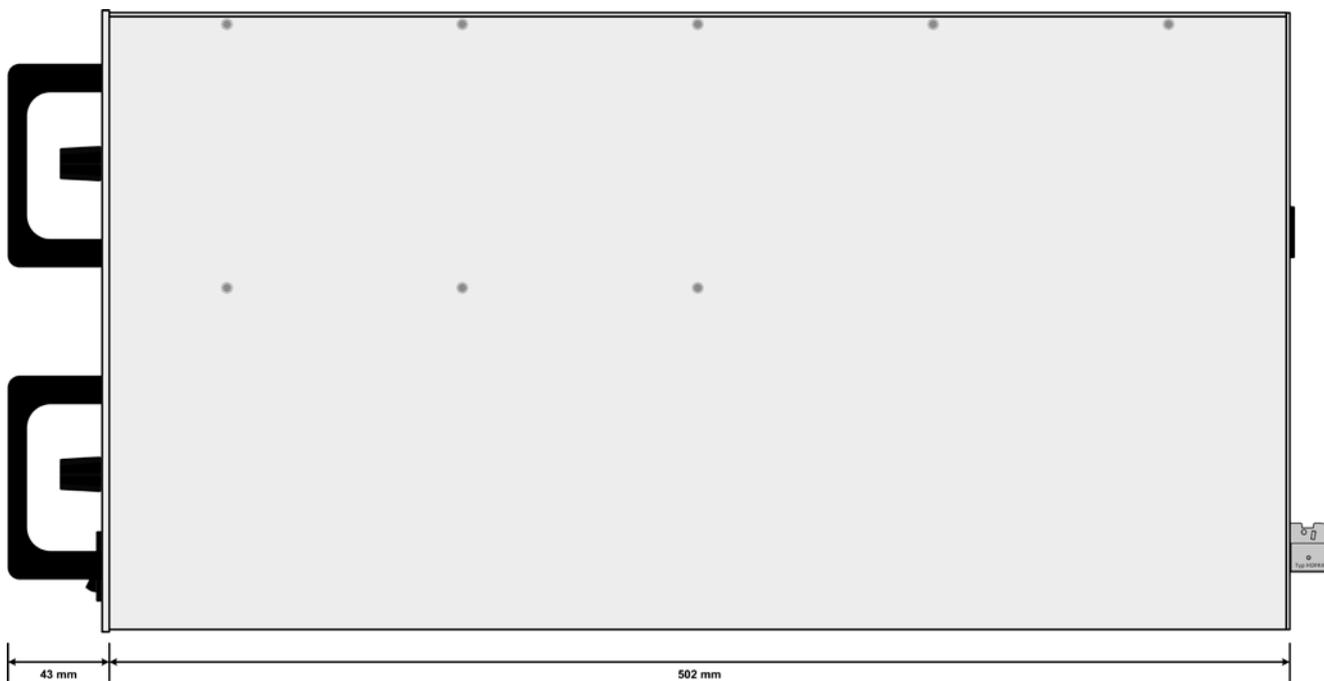


图 4 - 机柜侧视图



图 5 - 负载模块俯视图



图 6 - 负载模块侧视图

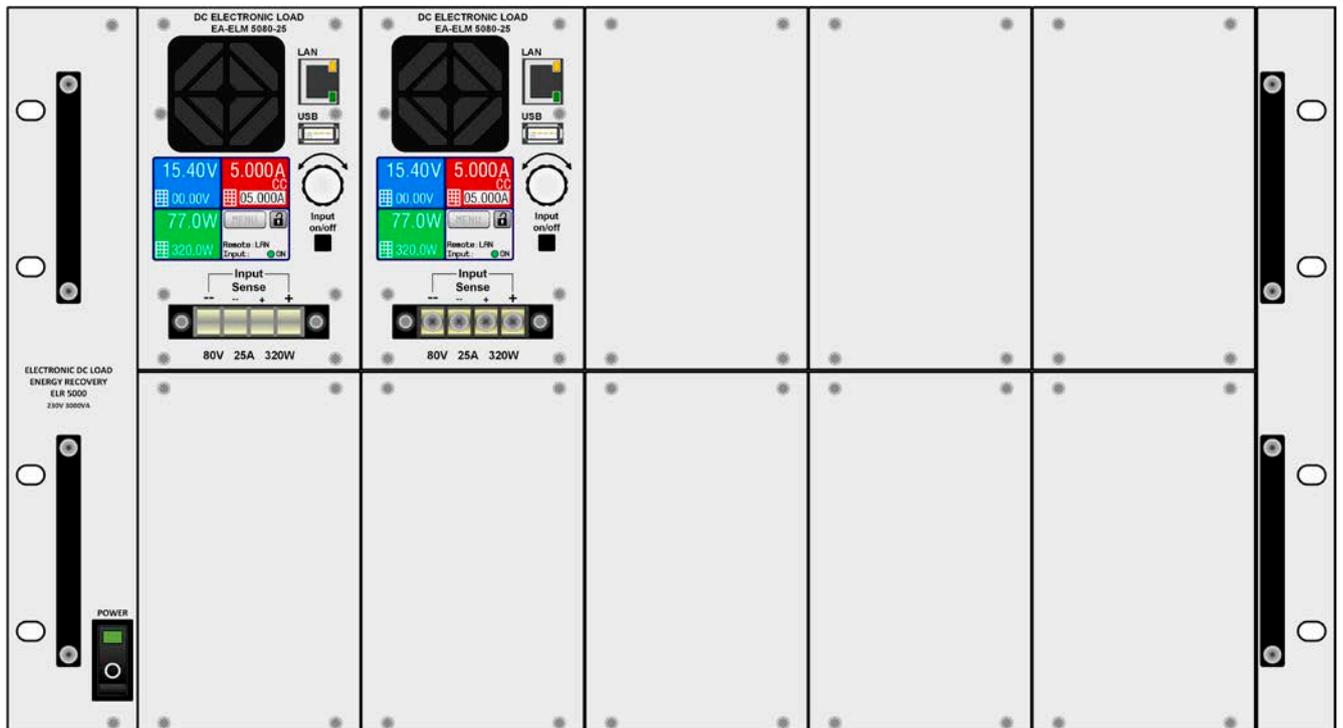


图 7 - 机柜前视图，装部分模块，其它为隔板

## 1.8.5 控制按键

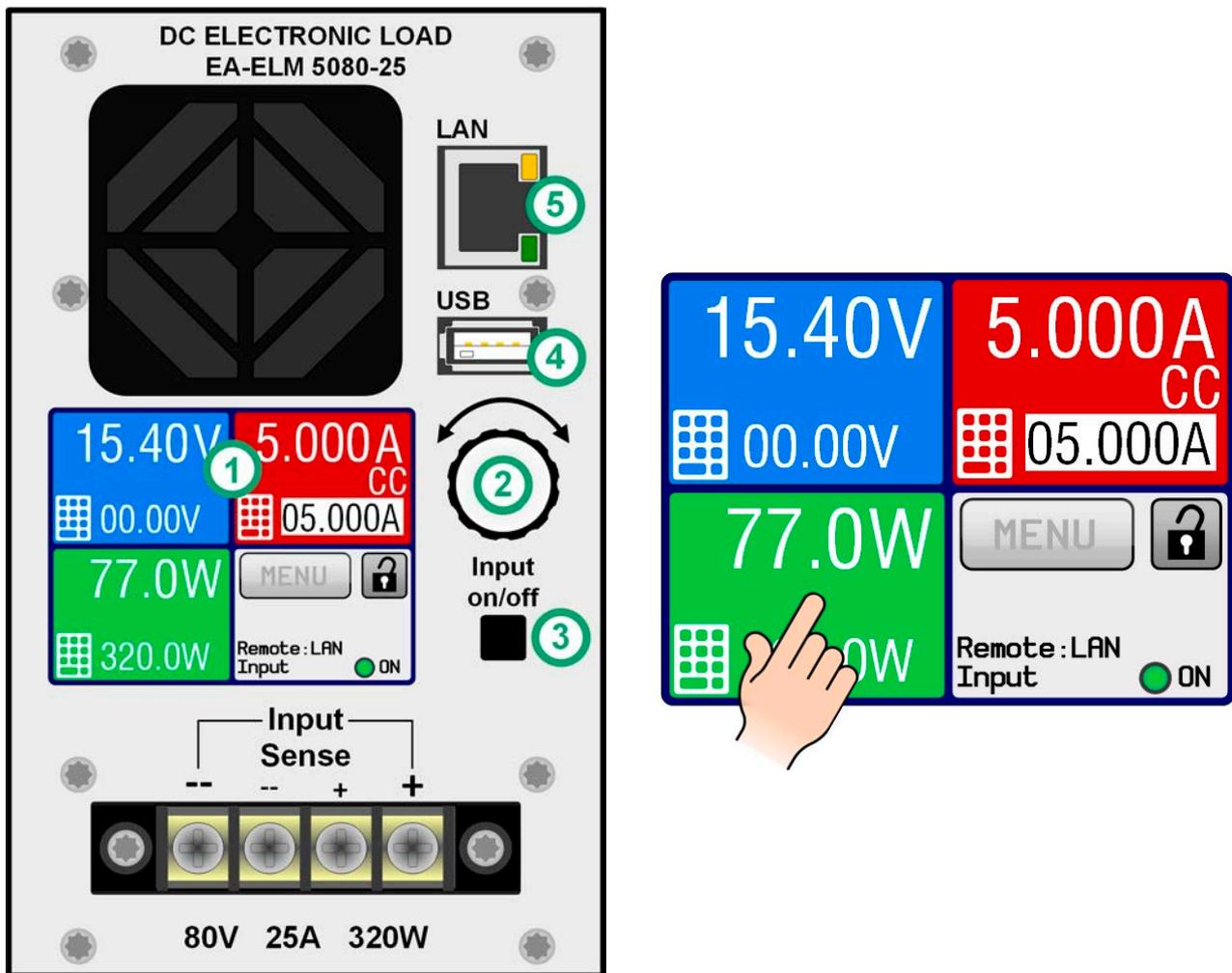


图 8 - 机柜前视图，装部分模块，其它为隔板

## 控制面板各按键总览

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

	触摸屏
(1)	用来选择设定值，菜单，条件以及实际值与状态的显示。 触摸屏可用手指或尖笔来操作。
	带按钮功能的旋钮
(2)	旋钮（旋转）：在菜单下调节设定电压、电流或功率，或者设定参数值。 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。
	直流输入On/Off 按钮
(3)	用于直流输入开与关之间的转换，也可用来启动一个序列循环。显示器上的“ON”灯指示直流输入的状态，无论产品是手控还是远程控制模式。
	USB-A端口
(4)	用于连接容量为32GB，FAT32格式的标准U盘。以便上传或保存100个序列到序列管理器上，也可用来作固件更新。
	以太网端口
(5)	用于通讯端口，用来控制和监控模块的。使用HTTP（网址）与标准的TCP。

## 1.9 结构与功能

### 1.9.1 基本描述

ELR/ELM 5000系列多通道电子负载，由10个直流电子负载模块组合在一个19" 6U的机柜（ELR 5000）内。该系统可以单独运作，也可装于合适的机柜内操作。

负载模块是可以按任意数量（1-10）取下来，重新装上的，也可由用户自由确定安装位置。而且还可将80 V与200 V的型号混合安装在一起。这些模块可以单独工作，并为某些工业用途，比如：同时测试多个设备，组建多通道的直流负载。

除了电子负载的标准特征外，本产品的内置序列发生器还可生成定点曲线。它可以为任意配置的电压、电流、功率与时间提供100个参数点。形成的系列可以存储到U盘，或从U盘上传到产品。通过负载没款标配于前板的USB端口进行操作。

针对远程操作，负载模块的前面还标配有一个以太网端口。在触摸式控制面板上进行简单的网络设置即可。利用该端口，本负载可以跟其他类型的负载，甚至不同的设备一起操作。所有都可由电脑、PLC或迷你电脑控制，如Raspberry Pi 或 PXI个人电脑。

本产品支持通过ModBus RTU与SCPI通讯协议的远程控制与/或监控。

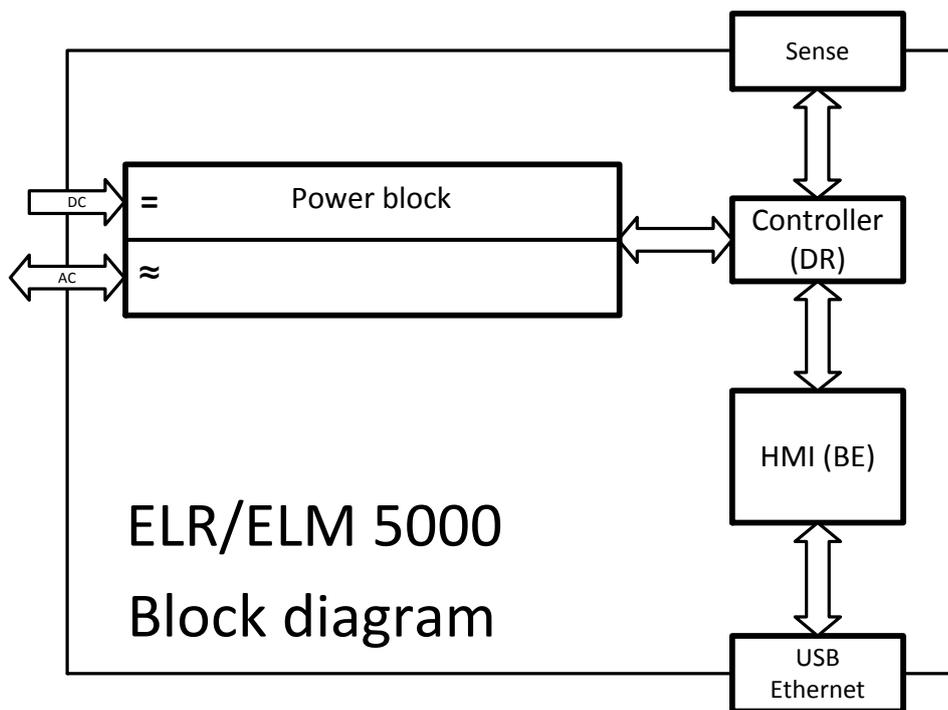
产生的直流电经过一高效的内置转换器，当作交流电，回馈到230 V市电。

所有型号都由微处理芯片控制，从而可精准又快速地测量和显示实际值。

### 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（DR & HMI），主要是为固件更新而用。



**1.9.3 送货范围****ELR 5000机柜:**

- 1 x 19" 6U机柜
- 1 x 操作电源线 (IEC插头, Schuko, 16 A) (仅针对EU型号)
- 1 x 整套螺丝 (50个, 固定负载模块或隔板用)
- 1 x 存有说明文件与操作软件的U盘

**ELM 5000负载模块:**

- 1 x 负载产品
- 1 x 存有说明文件与操作软件的U盘

**1.9.4 可配附件**

本系列产品还可配下列附件:

<b>ELR 5000用隔板</b> <b>FP ELM</b> 订购编号: 33220499	针对ELR 5000机柜上未装负载模块的插槽, 可安装这类隔板, 易拆卸、易安装。既可以确保用户人身安全, 也能使冷空气流通更好。未装ELM 5000模块的机柜插槽, 必须使用这些类隔板。 固定隔板的螺丝会随机柜一并提供。
<b>网络交换机</b> <b>ELM Netgear JGS524</b> 订购编号: 35410200	1U高的24端口以太网交换机, 可以连接2个装满模块的ELR 5000机柜, 使之连到一台电脑、一台伺服器或另外一交换机的一个以太网端口。型号为: Netgear JGS524。 用随附的安装挂条, 可以将交换机外壳配置成一个19"机柜模块。

**注意!**

为了安全起见, 当机柜前面未完全封闭时不可操作本负载柜。如果机柜不会全部装满负载模块, 必须针对空闲插槽安装对应数量的隔板!

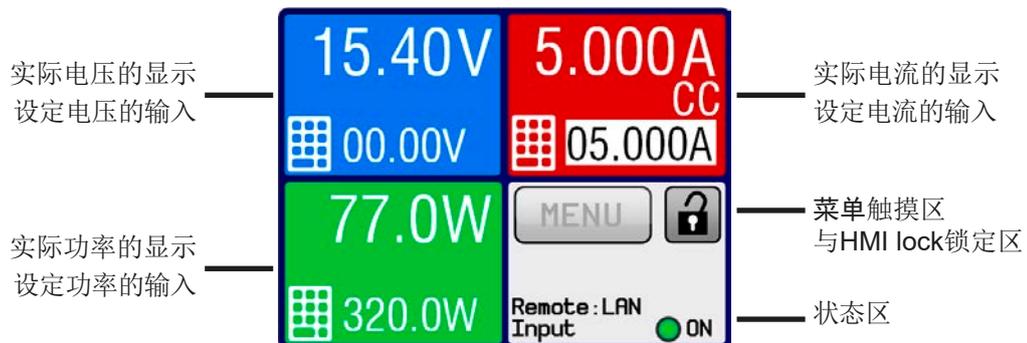
### 1.9.5 控制面板 (HMI)

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

#### 1.9.5.1 触摸显示屏

图形化触摸显示屏分为四个区域。整个显示屏都是触摸感应式的，可用手指或尖笔来控制本产品。有一个例外：可用显示器旁边的按钮打开或关闭直流输入。

在正常模式下，如下图所示，三个彩色区域指示实际与设定值，当手控模式激活时还可输入设定值：



#### • 实际/设定值区（蓝色，红色，绿色）

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）。

当直流输入端被打开，**CV**，**CC**或**CP**实际调整模式将显示于对应的实际值下面，如上图**CC**模式下的截图所示。关于调整模式的更多信息请参考“3.2. 调整模式”。

利用显示屏旁边的旋钮可调节设定值，或者直接通过触摸屏输入数值。手动控制模式下，点触彩色区即可完成设定值的选择。或者通过旋钮进行参数调节，也可点触这个小的数字键盘标志(  )，直接输入数值。

按下该按钮，也可以选择即将更改的数位。逻辑上，顺时针旋转是增大数值，逆时针旋转则是减小数值。

基本显示与设定范围：

显示	单位	范围	描述
实际电压	V	0-125% $U_{Nom}$	直流输入电压的实际值
设定电压	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	A	0-100% $I_{Nom}$	限定直流输入电流的设定值
实际功率	W	0-125% $P_{Nom}$	输入功率的实际值， $P = U * I$
设定功率	W	0-100% $P_{Nom}$	限定直流输入功率的设定值
调节极限	A, V, kW	0-102% nom	U-max, I-min等，与物理值相关
保护设定	A, V, kW	0-110% nom	OVP, OCP等，与物理值相关

### • 显示区（灰色）

该区域显示各种状态文本：

显示	描述
Locked	HMI被锁定
Remote: LAN	产品经内置以太网接口正处于远程控制模式
Local	产品被用户明确锁定为阻止远程受控
Alarm:	未被确认或仍旧存在的报警条件
SEQ:	（仅在远程控制模式方可）序列发生器已激活

#### 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，以及在设置菜单（MENU）或序列发生器下的参数设定。关于其各个功能的详情，请参考章节“3.4 手动操作”第 28页。

#### 1.9.5.3 旋钮的按钮功能

本产品的旋钮还有按钮功能，在所有菜单选项下旋转它可顺时针移动所选参数的光标（从左至右），如下图所示：



#### 1.9.5.4 显示值的分辨率

显示屏上的设定值可按一定的增量方式调节。小数点后的位数取决于产品型号。这些数值可以为4至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, U-min, U-max			电流, OCP, I-min, I-max			功率, OPP, P-max		
额定值	位数	增量	额定值	位数	增量	额定值	位数	增量
80 V	4	0.01 V	12 A / 25 A	5	0.001 A	320 W	4	0.1 W
200 V	5	0.01 V						

#### 1.9.5.5 USB端口

前面板上旋钮右边的USB端口可连接标准U盘，可用它为序列发生器保存或上传序列文档。U盘必须为FAT23格式，且最大容量为32GB。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。电子负载可从U盘上读取下面这些文件类型：

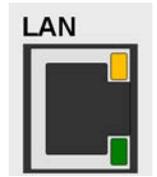
*.bin	仅通过控制面板进行固件更新。文件名格式类似于96230108_FW-ELR-MUL-HMI_V201.bin，可能会缩写为FW-ELR-MUL-HMI_V201.bin。其它文件就不会被识别，也不会被列出。
wave_<arbitrary_text>.csv	序列发生器上的序列，可用于电压(U)、或电流(I)或功率(P) 文件名必须以wave_ 开头，其它用户可自定义。

### 1.9.6 以太网端口

产品前板的以太网端口用于与其他产品的通讯，以及固件更新（2016年将应用）。

有关远程控制的详细介绍可从EA Elektro-Automatik网站或随货U盘上找到，里面还有一份基本编程指引。

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。

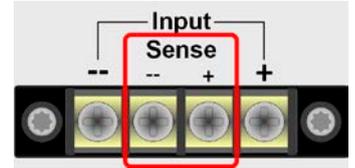


### 1.9.7 “Sense” 连接器（远程感测）



远程感测端要求一直连着线！

如果“Sense”，至少“Sense+”没有连线，或者因为连接线出问题而使连接断开，负载模块会测量并显示最小直流输入电压**4.8 V**。针对这样的数值，显示器会指示“**Error: Sense**”，该错误被当作一个暂时性的预警，将会打开直流输入。



#### 1.9.7.1 目的

为了补偿流直流线上的压降，“Sense”输入端可直接连到直流源，而不是直流输入端。最大可补偿值在技术规格表中有标注。

#### 1.9.7.2 限制

远程感测仅针对恒压（CV）操作模式，因此在CV运行模式下，建议只将负载的“Sense”输入与供电电源连接。在其他调整模式下，负载模块不能正确地测量电压与功率。举例：电源设为15 V，负载吸取4 A电流，将“Sense”输入端与电源相连。由于连接线上流经的电流与线长，负载模块的直流输入端上只有10 V电压，因此实际消耗 $10 \text{ V} * 4 \text{ A} = 40 \text{ W}$ 。但是因为它会一直测量“Sense”输入端上的电压，而连接的电源有15 V，它测量后就显示 $15 \text{ V} * 4 \text{ A} = 60 \text{ W}$ ，但是仍只吸收40 W的功率。

#### 1.9.7.3 最大补偿

如果达到最大补偿值，即直流输入端与感测输入端之间的电压差异超过最大补偿，则会显示“Sense”错误，直流输入会被关闭。如果感测+导线因故断开，也会出现该错误。

#### 1.9.7.4 没有使用的情况

如果感测输入端没有接线到电源上，则**必须直接接到负载模块的直流输入端**。可以使用随附的小桥接线。

## 2. 安装&调试

### 2.1 搬运与储存

#### 2.1.1 搬运



- 产品前板的手柄**非**搬运用途！
- 鉴于机柜产品的重量，当装有负载模块时，应尽量避免徒手搬运它。如果实在无法避免，仅且只能托住产品外壳而不是外在部件（如手柄，直流输入端子，旋钮）进行搬运。
- 当产品已打开或与其它设备相连时请不要搬运它！
- 产品使用位置变化时建议使用原始包装材料。
- 本产品应一直保持水平移动或安放。
- 移动产品时，请穿上合适的防护衣服，特别是防护鞋。因为其重量很重，一旦跌落可能会造成严重后果。

#### 2.1.2 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。

#### 2.1.3 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. 送货范围“）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



- 根据安装的负载模块数量，机柜可能有一定的重量。因此安放产品的装置（桌子，机柜，架子，19”机架）必须毫无限制地能承受它的重量。
- 使用19”机架时，必须使用适合产品外壳宽度与重量的轨条（见„1.8.3. 详细技术参数“）
- 连到市电前，确保供电电压如您使用产品标牌上所示的电压。交流电过压可能会损坏产品。
- 针对电子负载：把一个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。
- 针对能量返回式电子负载：本产品不能将电量返回到公共电网。如果这样已经不可避免，需特别查清楚产品的能量返回在当地是被允许的，且要求安装监控硬件设备，即：自动隔离器（AIU，ENS）

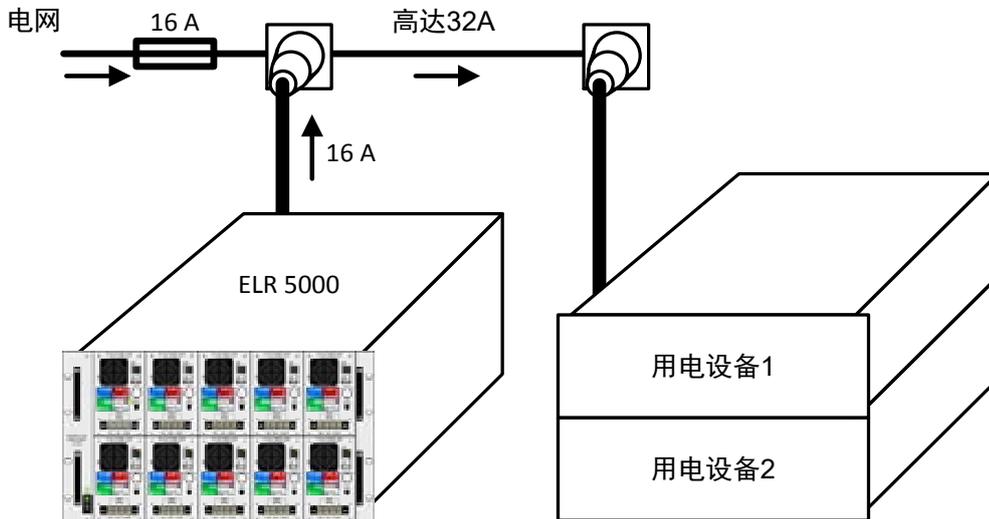
### 2.3.2 交流端的连接（EU型号，230 V墙插）

ELR 5000系列能量回馈型电子负载机柜的市电连接，需通过产品后板的插座（250 V，16 A）。随货清单还附有一条电源线，适合连接230 V供电的保险丝为标准16 A的墙插。

#### 2.3.2.1 能量回馈设备的安装概念

由于返回的电流会累加到电网电流上（见下面原理图），这会使现有运行设备过载。想想如果是任何种类的两输出插座，特别是墙插时，通常是没有安装额外熔断保险的。一旦任何消费设备交流部分出故障（如：短路），或者连接的多台产品可以吸收更大功率，则总电流会通过不能承受这么大电流的连接线，于是会导致产品损坏，甚至引起电线或连接端起火。

当将ELR 5000产品与消费类设备相连时，一定要考虑现有安装理念，以避免带来损失与事故。下图为一台回馈式负载的原理图：



如果在安装设备的同一个脚上运行多台回馈式产品，比如能量回馈产品，则每个相位的总电流要相应增加。

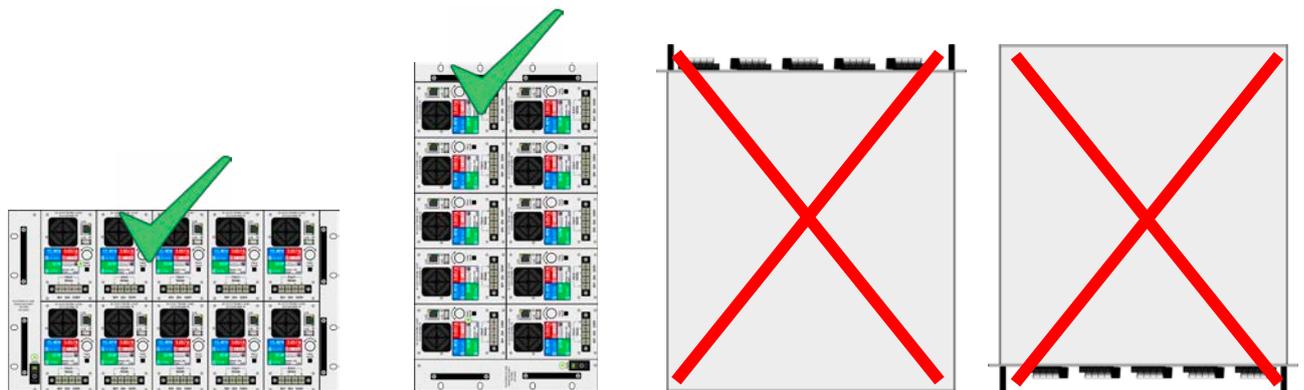
### 2.3.3 安装机柜



- 为产品选择一个与市电连接距离尽可能短的安放位置。
- 产品后面需预留足够的空间，最少30 cm，方便暖风流通，虽然产品能将消耗能量的90%回馈回来，仍然会排出暖风。

19"外壳通常镶嵌在合适的轨道上，然后安放于19"机架或机柜内。但必须注意产品的深度与重量。前板的把手用于在机柜内推进推出。前金属面板上的椭圆形长条槽用来固定产品（锁紧螺丝不随货提供）。

可接受与不可接受的安放示意图如下：



直立面

### 2.3.4 负载模块安装到机柜内

第一次安装任何数量的负载模块，或者取下模块，亦或更换配置之前，请注意如下：



- 用电源开关关闭机柜，如果方便，请拔下电源线
- 将即将插入或拔下的所有负载模块直流输入端上连接的电压源断开
- 如果为了插入/取下模块而需关闭机柜，在关闭前它已进行短暂地操作，在进行下一步动作前等待至少30秒
- 切勿在机柜打开时插入任何模块！如果您不确定电源开关的指示是否正确，断开电源线。

#### 2.3.4.1 插入模块

这些模块一般是按从左至右的顺序插入的，因为第一个模块是下一个的指引。按照这个原则，模块的编号可以定位为1（左）至5（右）。如果在第4位安装一个模块，而第3位还没安装，则很难找准正确位置，但还是可以进行安装的。

请遵循下列规则操作：

1. 在所需位置插入模块，推入机柜内，且模块露出机柜大约只有2 cm。不论是安装到上一排还是下一排，都可以。
2. 将模块推到左边，直至到达机柜指引位（第1位），或者模块推到左边。
3. 将模块推入机柜内直到完全到位。在它最终到位之前，应可以感觉到一个小阻力。
4. 用随附的四个螺丝（M2.5x8，公制螺纹）将模块固定到前板上。
5. 如有需要，按同样的方法安装后续的模块。

也可见下图：

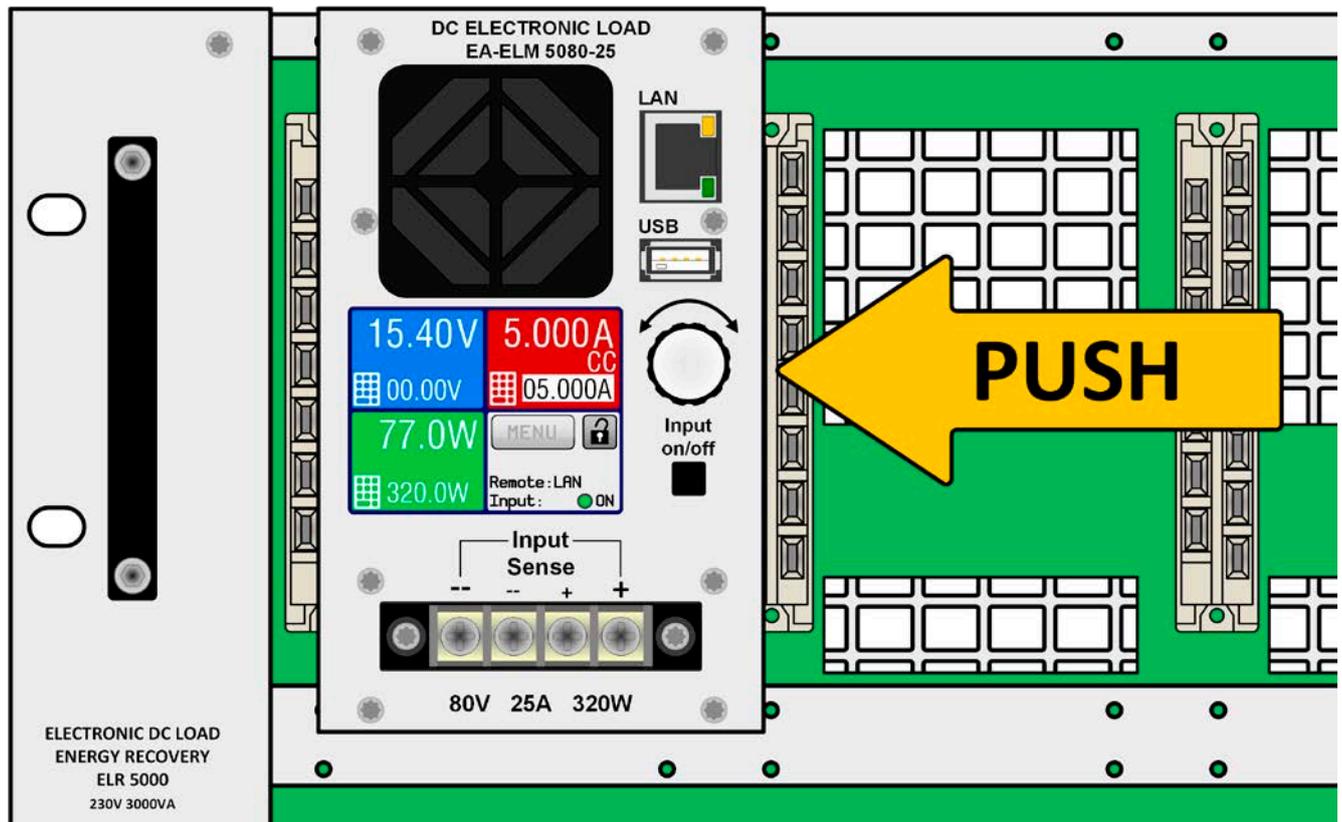


图 9 - 模块安装示意图

### 2.3.5 直流输入端的接地

允许将直流输入的其中一极接地，就是接到安全地。ELR 5000机柜外面才有一个合适的PE地连接点。因为机柜本身是经电源线接地的。

### 2.3.6 与直流源的连接

本直流负载的输入端在模块的前面，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1.5 m长的以下规格连线，且平均环境温度不超过50 °C：

12 A以下： 1 mm<sup>2</sup>

25 A以下： 2.5 mm<sup>2</sup>

针对每个连接极输入性（多芯隔离线，末端垂悬）。单芯线如2.5 mm<sup>2</sup>，可用2x1 mm<sup>2</sup>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。



为确保人身安全，并且为了避免人体与带危险电压部件的接触，强烈建议在线尾装一绝缘耳。

#### 2.3.6.1 连接线引线与塑胶盖

一般建议将直流输入线（也包括感测线）从直流端底部引出。

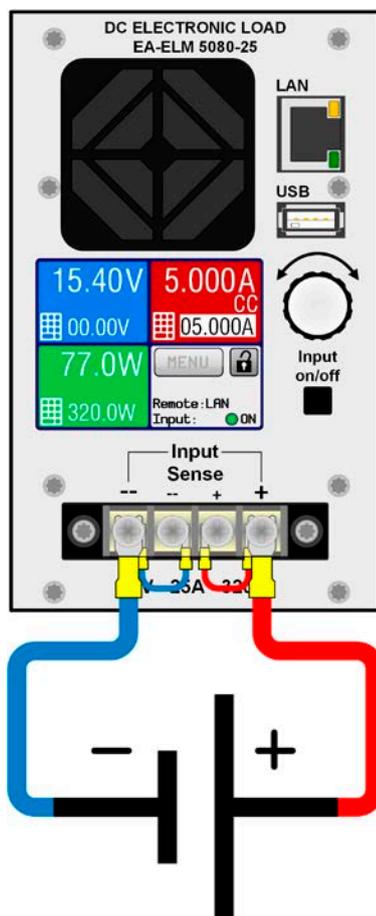


图 10 - 无感测线的直流端连线范例

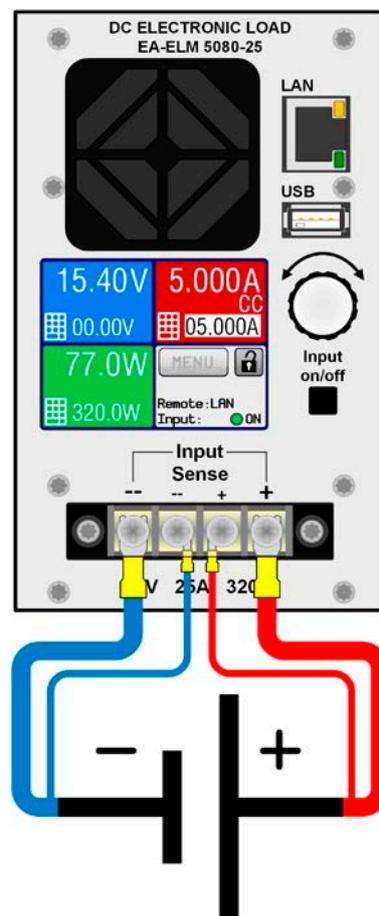


图 11 - 感测线连到电压源的直流端连线范例

直流电源线的连接，建议使用带塑胶套管或者圆形接线片的线材。直流端要求如下：

- 线材尾部带塑胶套管（绝缘）规格：0,5 mm<sup>2</sup> ... 4 mm<sup>2</sup>，套管最长为8 mm
- 圆形接线片（绝缘的）：直径为4 mm



直流输入端与网络端口连线的时候，同时要确保两条线之间有一定的距离！不可将直流线与网线绑在一起！

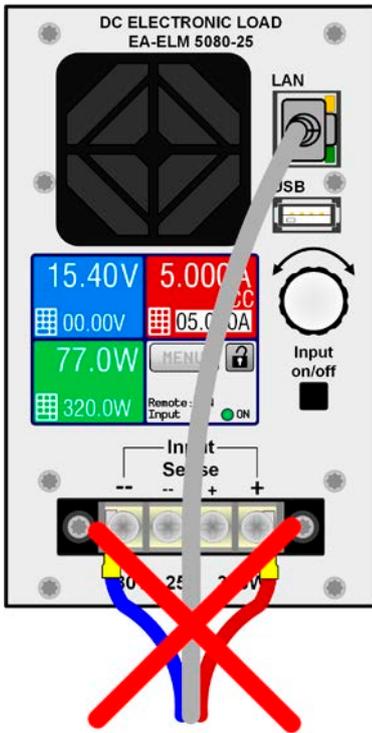


图 12 - 不允许这样连线

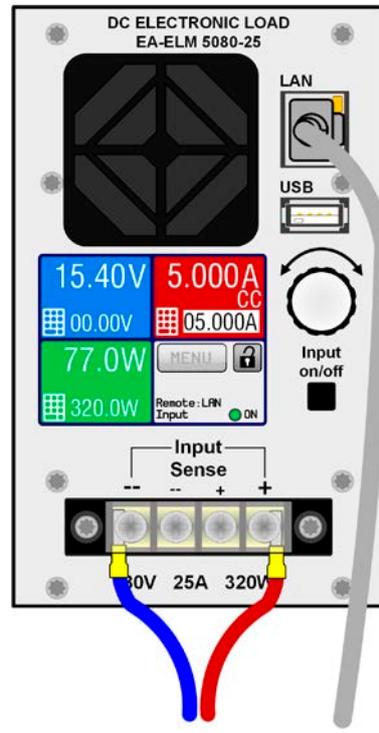


图 13 - 允许这样连线（举例）

图 13 中列举的连线例子只是一个可行的方案。如果将LAN线引出到产品顶部会更好。因为它不会阻碍旋钮的操作，触摸屏也可以完全触摸得到。

随产品还附有一个保护直流端子接触的塑胶盖，必须总是盖上此盖子。

### 2.3.7 远程感测端的连接



- 远程感测仅在恒压（CV）模式下有效，在其它模式下，如果可以，必须断开感测输入端的连线，因为连上后会增大震荡趋势。
- 感测线的横截面不是很重要。5米以下的线建议使用0.5 mm<sup>2</sup>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，可在电源端装一个电容，消除振荡。
- 感测线跟源极之间要+与+，-与-相连，否则会损坏两个系统。见图 11。

不论是否使用远程感测，都可操作负载模块。远程感测只是能够帮助达到更精确的电压调整，因此只有在恒压（CV）模式下使用它才有意义。

如果不用远程感测，前板直流端子的感测端子必须按照DC+ 与Sense+，以及DC-与Sense-连线。这样产品才能正确测量数值，并调整输入电压。

两种方案的连线范例，请参考图 10与图 11。

### 2.3.8 LAN线的连接

为了能够远程控制一台或一台以上的负载模块，需要将设备联网。不论机柜内有多少负载模块连到LAN，切不可将LAN线与直流线放在一起，或者束在一起。

我们建议尽可能地多给LAN线与直流线之间多留一些空间，为了安全原因，以及避免串扰。多台负载模块的LAN线可以放在一块，因为他们共享相同的参考值，即使他们是相互隔离的。也可见章节2.3.5的图 12与图 13。

### 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、安全与监控序列，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

### 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”。如果进行了固件更新，建议重设为默认值。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
- 那些能承受危险电压的型号，必须总是使用随附的直流端外盖或类似装置
- 不论何时重新设置电源与直流输入时，不仅仅是关闭直流输入，还应将产品与市电端断开！

### 3.2 调整模式

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工程的典型法规，在不同调整模式工作。每一个调整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

恒压操作（CV）或稳压是电子负载的一个次要操作模式。在正常操作下，电压源与负载相连，这表示负载有一定的输入电压。如果恒压操作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值。如果该电流超过最大可调电流或达到了总功率值（根据 $P = U_{IN} * I_{IN}$ 公式），负载就会自动切换到恒流或恒功率模式，哪个值先到达就转换到哪个模式。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 mode active”状态，并以内部状态存储起来，经数字接口可以读取。

##### 3.2.1.1 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 $U_{MIN}$ ，则负载吸收的电流就会成比例地变小，甚至小于调整值。

#### 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 $R = U / I$ ，更改负载内阻基于输入电压，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：根据输入电压可得到一个恒定的电流。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，即使最大电流要高过它也不行。用户决定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 mode active”状态，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

ELM 5000系列负载模块无此功能。

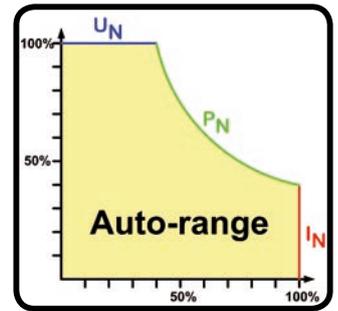
### 3.2.4 功率调整 / 恒功率 / 限功率

功率调整如限功率或恒功率（CP）一样，使产品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，达到所需功率值。只要电压源可提供能量，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 mode active”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。



### 3.2.5 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 >0dB 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：1000uF...4700uF

200 V 型号：100uF...470uF

### 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）、可听（如果被激活），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。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

Power Fail (PF)电源故障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MENU下决定，见3.4.3。



通过电源开关关闭机柜不能看做供电端断电，因此每次关闭机柜时，负载模块都将以PF报警发出信号，此时应忽略。

#### 3.3.2 过温

如果产品内部温度过高导致暂时性地停止功率吸收，则会出现过温(OT)报警。当内部风扇运转不良或者环境温度过高时也会出现该报警。虽然本产品能将大多数消耗的能量高效地回收，它仍需制冷。

当产品冷却后，会自动继续工作，而直流输入维持原来的状态，且报警不需要确认。

#### 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...110%  $U_{NOM}$ )设定的电压

该功能旨在提醒电子负载用户，与之连接的电压源已输出过高电压，从而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 打开产品

应尽可能通过产品前板的旋转开关打开机柜，或者可选择能承受足够大电流的外部保险装置（接触器，断路器）来代替。

产品打开后，所有已装上的负载模块显示屏会最先显示公司标志，接着是一些产品相关的信息与语言选择。在设置菜单„3.4.3. 经菜单配置“的二级菜单（见章节）的“**General settings**”下，有一个选项“**DC input after power ON**”，此处用户可决定产品通电后直流输入的状态。出厂设置为“**OFF**”，意思是产品通电后直流输入总为关闭状态。“**Restore**”则是恢复为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。

### 3.4.2 关闭产品

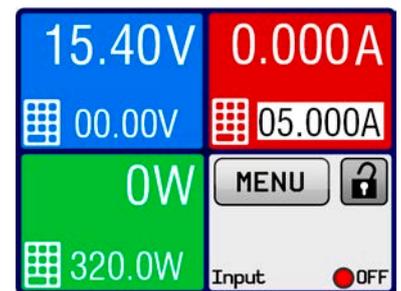
产品关闭时，最后的输入状态、最新的设定值与输入状态都会被保存下来。而且会报告一个PF报警（电源故障），但是这个可忽略。

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。

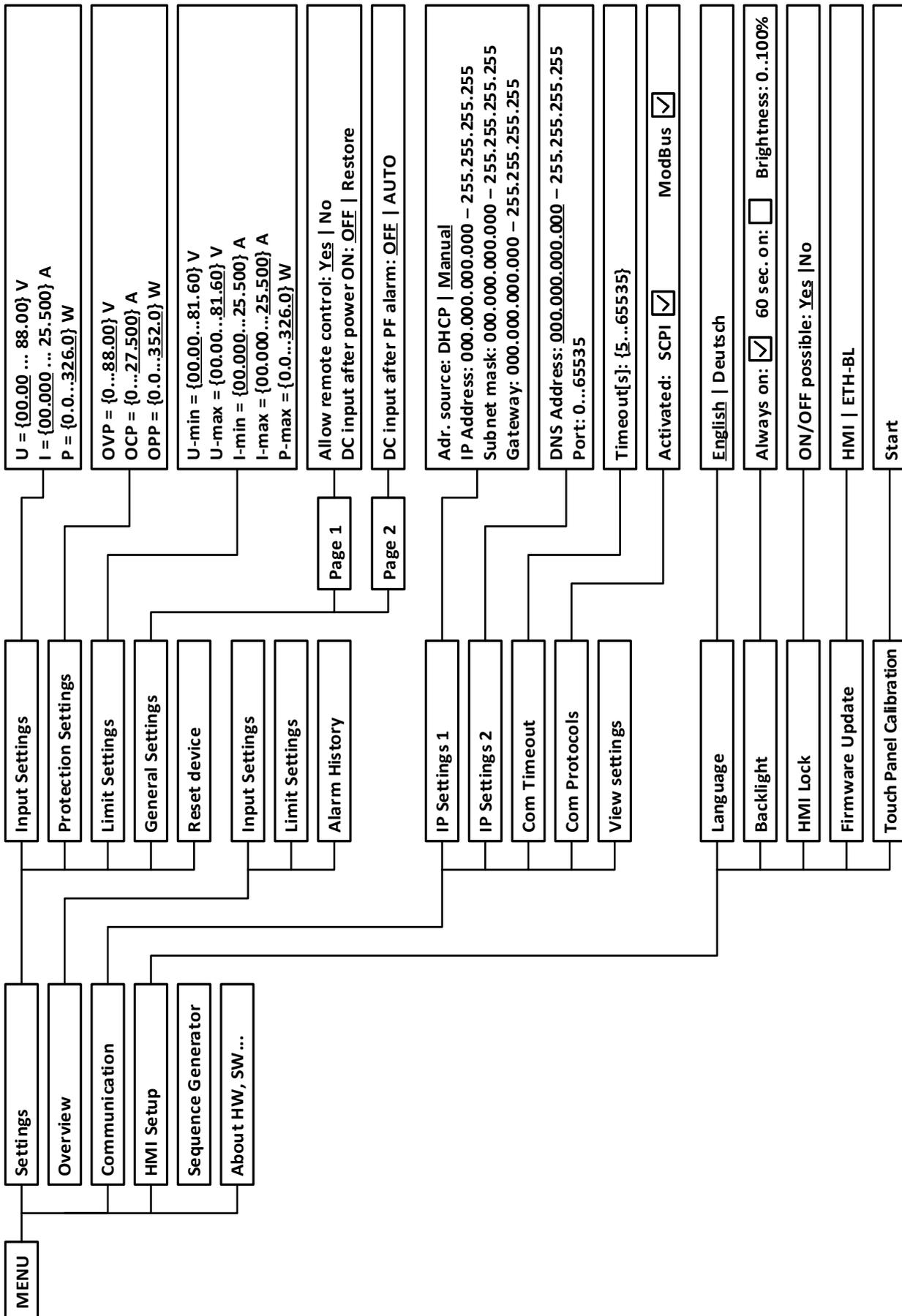
### 3.4.3 经菜单配置

MENU是用来配置所有非常用的操作参数。这些参数可在MENU触摸区通过手指点触来设定，但是只有当直流输入OFF的时候方可执行，如右图。

菜单导航只能用通过点触（手指或笔）完成。参数设定则通过旋钮或经触摸屏直接输入。旋钮分配给具体的可调值通过倒写（白底黑字）的被选值指示出来。选择另外一个值，只需点触它即可。



菜单的结构系统地显示于下一个页面。有些设定参数不解自明，有些则不是，后者在后续页面有进一步解释。



带波括号号的参数描述的是可选范围，带下划线的参数显示的是每次提交或重设后的默认值。



## 3.4.3.1 “设置”菜单

这个菜单分为几个子菜单：

菜单项目	描述
<b>Input Settings</b>	调节设定电压、电流与功率的另外一种方式。也可参考章节3.4.5。
<b>Protection Settings</b>	保护极限的调节。可参考3.4.5与3.3。
<b>Limit Settings</b>	在此处定义调节极限。可参考3.4.4。
<b>General Settings</b>	可参考下面章节3.4.3.2。
<b>Reset device</b>	“ENTER”触摸区，会将使所有设置、所有设定值以及负载模块的其他参数，恢复成出厂默认值。

## 3.4.3.2 “基本设置”菜单

设定	P.	描述
<b>Allow remote control</b>	1	<b>“No”</b> 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 <b>“Local”</b> 。也见章节1.9.5.1。
<b>DC input after power ON</b>	1	决定产品通电后直流输入的状态。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OFF</b> = 产品打开后直流输入一直为关闭状态</li> <li>• <b>Restore</b> = 直流输入状态将被恢复，而不会关闭。</li> </ul>
<b>DC input after PF alarm</b>	2	当市电故障报警出现时决定直流输入的反应动作： <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>OFF</b> = 直流输入为关闭状态直到用户改变它</li> <li>• <b>Auto ON</b> = 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</li> </ul>

## 3.4.3.3 “Overview”菜单

这个菜单页有几个子菜单页，它们显示设定值（U，I，P）、发生的报警、以及所谓的调节极限的总图。它这些数值仅能在这里查看。

## 3.4.3.4 “About HW, SW..”菜单

这个菜单页显示的是产品相关数据总图，如系列号，产品编号。

## 3.4.3.5 “Sequence Generator”菜单

见 „3.8 序列发生器“ 第 37页。

## 3.4.3.6 “Communication”菜单

这个子菜单给经以太网接口进行的数字通讯提供各种设置。比如通讯超时，它在无通讯期间可以关闭插座连接。

在“通讯协议”屏幕下可激活两个支持的通讯协议，ModBus RTU与SCPI，或者停用其中一个。这可避免混淆两个协议，接收不可读消息。例如：期待一个SCPI回复时，却收到一个ModBus RTU回复。

## 3.4.3.7 “HMI Setup”菜单

下面的设定仅针对控制面板（HMI）。

要素	描述
<b>Language</b>	在德语与英语之间选择显示语言的种类。
<b>Backlight</b>	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。
<b>HMI Lock</b>	见 „3.7 控制面板 (HMI) 的锁定“ 第 36页。
<b>Firmware Update</b>	利用该功能可经U盘更新控制面板固件。详情请参考 „4.3 固件更新“ 第 45页。
<b>Touch Panel Calibration</b>	为触摸屏启动一校准动作。校准后，触摸屏应对指触反应更好更准确。产品每次重设，就会恢复为出厂默认值，也需再次执行触摸屏的校准。

### 3.4.4 调节极限 (“Limits”)

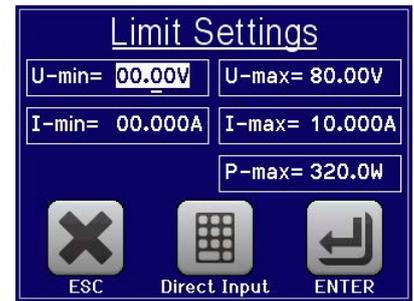


不论是手动调节还是远程设定，调节极限仅对相关设定值有效！

参数调节旨在防止已设置出错，即当使用直接输入或远程控制时输入太高的值。

默认状态下，所有设定值(U, I, P)都可在0到100%之间调节。这些参数在有些情况下被阻碍了，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)仅能设置上限值：



#### ► 如何配置调节极限：

1. 在主页面下轻触 **MENU**，然后是  与 。
2. 点触所需要的值并选定它，以便来调节。
3. 用旋钮或直接输入调节数值。
4. 用  按钮确认设定。



调节极限与设定值连在一起的。意思是其上限不可以设成低于其对应设定值的值。举例：如果想将设定功率极限 (**P-max**) 设为200 W，而当前调节后功率设定值为250 W，那么需先将此设定值减到200 W或更少，这样才能设置**P-max**为200 W。

### 3.4.5 设定值的手动调节

设定电压、电流与功率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三个数值中的一个。默认功能为电压的调节。

设定值的手工输入有两种方式：通过旋钮或直接输入。



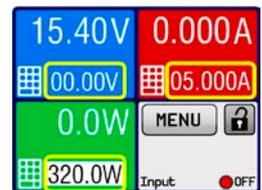
不管输入是打开还是关闭状态，可在任何时间输入需更改的数值。



调节设定值时上下限就会生效。见章节„3.4.4. 调节极限(“Limits”)”。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。

#### ► 如何用旋钮调节数值：

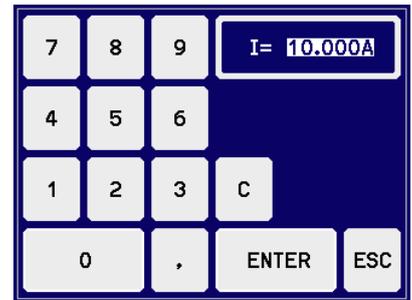
1. 先检查将要更改的数值是否已是其中一旋钮可操作的任务。右图中主屏幕会显示分配的任务，即以颠倒（白色背景）方式显示的被选值。
2. 如图例所示，任务设定为电压 (U, 左边) 与电流 (I, 右边)。如需变更功率，需先设定为功率，然后才可轻触点触区更改任务。此时会出现一组选项。
3. 选择成功后，可在定义极限内设定需求值。推动旋钮，使光标从左至右移动（带下划线的数字）来选择数位位置：



**10.000 A** → **10.000 A** → **10.000 A**

## ▶ 如何通过直接输入调节数值：

1. 在主屏幕下的设定/实际值显示区下，点触小键盘标志符号，或者在菜单下，点触标记为“直接输入”的按钮
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。



如果输入的数值高于调节极限，会出现一条信息，输入值重设为零，不被接纳。

### 3.4.6 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于手动操作。

## ▶ 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。否则产品对按钮操作没有反应。
2. 该按钮可在开与关之间切换，只要没有报警或没有锁定于“Remote”模式，都能切换。此时显示状态可为“Input: On”或“Input: Off”。

## ▶ 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。

## 3.5 远程控制

### 3.5.1 基本信息

经内置以太网/LAN端口可远程控制产品。如果要使用远程控制，比如：设定状态或数值，通常需要经数字接口用指定的指令将产品转换为远程控制模式。在产品菜单下用设定设置远程控制，或者在产品的HMI面板上终止。这是一个安全特征，当出现紧急情况时，可以让用户与产品互动。

状态监控与数值的读取，不要求激活远程控制。一般都是可以并且允许读数值的。



在远程更改产品的任何数值或状态前，要求用户先用指令转换为远程控制模式。

### 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。
Remote	经接口的远程控制已被激活。
Local	远程控制已被锁，仅允许手动操作。

使用“**Allow remote control**” (见“3.4.3.1. “设置” 菜单”)设置可启动或禁止远程控制。在禁止状态下，状态区会显示“**Local**”。当产品由软件或其它电子设备远程控制时，激活本地模式是非常有用的，但是需对产品进行一些调节，或者产品在进行远程下无法处理的紧急事件。

激活“**Local**”条件将会导致如下：

- 如果经数字接口的远程控制已被激活（“**Remote**”），则会被立即终止。一旦“**Local**”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。
- 如果手控模式已激活，即不是远程控制状态，想要用相应指令切换至远程控制的动作会被拒绝，然后返回一错误信息。

## 3.6 报警与监控

### 3.6.1 术语的定义

设备报警（见“3.3. 报警条件”）如过流（OCP）最先是为保护连接到负载模块上的电压源，反过来也会保护负载本身。所有报警都会关闭负载产品的直流输入，并在显示器上以文本发出状态信号，经数字接口发出可读状态。总共有下面几种类型的信号类型：

动作	作用	举例
Error	在达到可触发 <b>Error</b> 事件的条件时，将在某特定负载模块的显示器状态区显示一条文本信息。当直流输入关闭时也可能会出现 <b>Error</b> 事件，而且只要该错误一直存在，将会阻止打开直流输入。	<b>Error: Sense</b>
Alarm	在达到可触发 <b>Alarm</b> 事件的条件时，将在某特定负载模块的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。当直流输入关闭时，有些产品报警也会经数字接口可查询得到。当直流输入关闭时，也可能会出现 <b>Alarm</b> 事件，而且只要该报警一直存在，将会阻止打开直流输入。	<b>Alarm: OVP</b>

### 3.6.2 产品报警的处理

#### 重点须知：



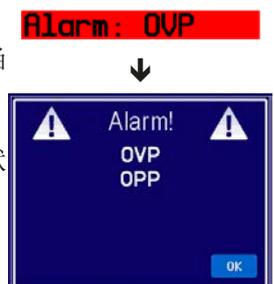
- 本负载产品从开关电源或类似供电电源吸取的电流可能要大大地高于预期。当产品上的监控极限都调整到一极其敏感的水平时，由于其输出端的电容，即使供电电源有限流功能，仍有可能触发过流关断OCP或过功率关断OPP。
- 关闭负载的直流输入时，限流源仍会继续提供电量，于是电流源的输出会立即上升，由于反应与处理时间的影响，输出电压可能会过冲到一未知水平，并触发过压关断OVP，因为产品上的监控极限都会调整到一极其敏感的水平，
- 本产品如出现报警不能记录下来。报警清单总是列出所有当前报警，但不会存储下来。

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一个声音信号以便告知用户。有些报警信息必须被确认，因此它们会一直保留在显示器上直至被确认。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。

显示器的状态区仅显示最高级别的报警（见下表）。如果产品同时出现多个报警，比如：过温条件下出现过压报警，点击报警指示的状态区会列出这些，并将跳出一个报警清单对话框。在菜单下，会有所有设备报警的记录区。每台负载模块都有它们自己的报警记录区。

#### ► 如何确认显示器上的报警（在手动控制模式下）：

1. 如果报警以文本信息显示于显示器状态区，点击报警文本。会跳出一对话框，列出当前被激活的报警（见右图举例）
2. 请按OK按钮。对话框会关闭。如果该报警或多个报警不再激活，状态区下得报警状态会被清除。根据报警优先等级，也可能还会有报警存在。



数字远程控制模式下的确认，则参考另外的文件“Programming ModBus & SCPI”。

有些设备报警信息有可调极限：

报警	优先等级	含义	描述	范围
OVP	1	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。但是过压情况下负载模块对有些损坏是没法保护的。该报警是针对来自电压源的过压才会提示。	$0\text{ V} \dots 1.1 * U_{\text{Nom}}$
OCP	2	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。	$0\text{ A} \dots 1.1 * I_{\text{Nom}}$
OPP	3	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。	$0\text{ W} \dots 1.1 * P_{\text{Nom}}$

有些设备报警是不可配置的，且取决于硬件：

报警	优先等级	含义	描述
PF	5	电源故障	指示机架下DC-AC逆变器的各种问题。如果逆变器过热或者产品从供电端断电（比如：用电源开关关闭产品），会触发此报警。直流输入将会被关闭。
OT	4	电源故障	如果负载模块内部温度超过某个极限会触发此报警，且直流输入会被关闭。

下面这些也跟设备报警一样显示，但是“错误”文本不会跟报警一样处理：

报警	优先等级	含义	描述
Sense	6	感测未连接	如果a)远程感测端子连线不正确或者被打断，或者b)直流输入端的输入电压与感测输入端的电压差距太大（见规格表）。在状态a)下，如果没有连接或被打断则满足条件。该错误会阻止直流输入的打开。

► 如何配置可调产品报警：

- 轻触触摸区 ，然后是 ，然后是 。
- 点击想要调节的数值。
- 如果110%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。在同一屏幕下点击“直接输入”按钮也会出现（数字键盘符号）。

### 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 （右上角）。
2. 在“HMI Lock Setup”设置页面会出来，并要求您选择在锁定期间On/Off按钮是否仍可操作（“ON/OFF possible = Yes”），或者锁定整个HMI面板（“ON/OFF possible = No”）。
3. 用  激活锁定。此时会如右图以“Locked”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对话框，询问是否终止锁定。

#### ▶ 如何解锁HMI：

1. 点击被锁HMI触摸屏的任意一个地方，或者旋转旋钮，或者按“On/Off”按钮（仅针对整个HMI锁定状态）。
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HMI，否则对话框会消失，HMI仍然保持锁定状态。

## 3.8 序列发生器

### 3.8.1 简介

内置序列发生器可以创建电压、电流与功率对应时间的曲线图。

这个曲线进程图基于100个自由可配置的序列点，形成一个序列。序列的配置与序列排的操作可以手动或者远程控制。整个序列存储在负载模块上，可以按任意数量选择，编辑以及运行单个序列点。

而且还可经前板USB端口将序列存储在U盘或者从U盘上传。这样可对多个不同的序列快速转换，在打开的序列文件格式下，于电脑上编辑或创建。

### 3.8.2 操作方式

已配置好的序列点是一个接一个运行的，如果调节时间一过，就会转换到下一个点，则下一步就是下一个点的设定值。意思是，两点之间不是按线性发展的，所以形成的曲线为矩形。也不可以产生阶跃，但是可以使用很小的幅度与时间步骤，达到楼梯状的进程，这个与阶跃很类似（见下面范例，图 16）

用户可以选择任意数量的序列点（1-100），设定一个起始点与终止点来运行。他们会按照循序渐进的顺序运行，且无延迟。选定的点形成一个块。这个块可以重复1-999次或者无穷，直到进程自动或手动干扰停止。

下面列举了可能出现的序列进程图（P = 一个序列的点）

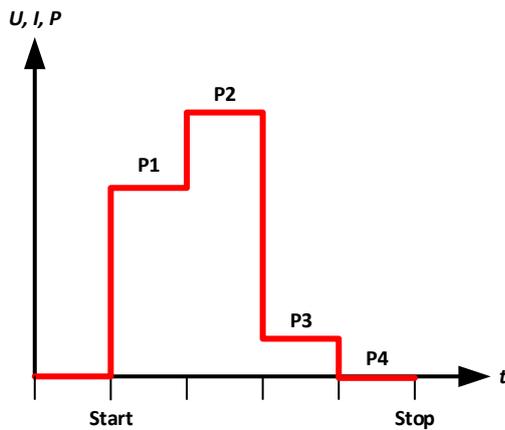


图 14 - 按相等的间隔时间产生的简易序列

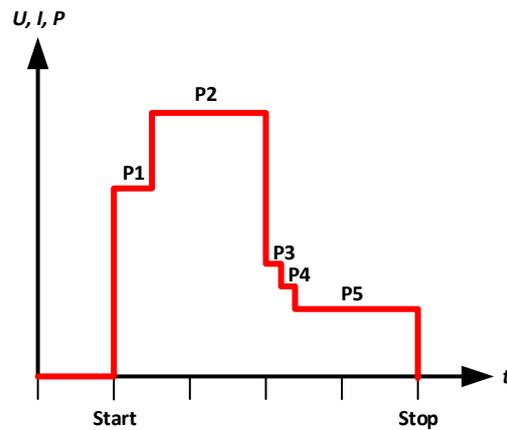


图 15 - 按不同的间隔时间产生的简易序列

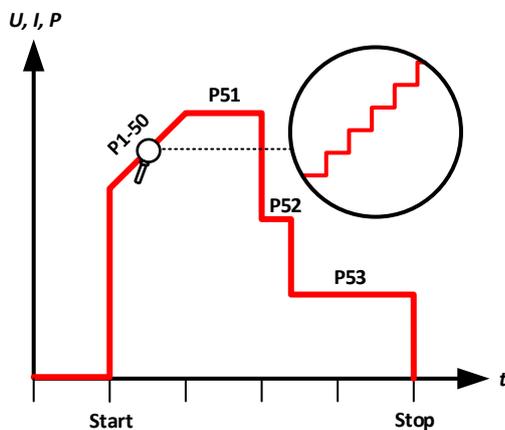


图 16 - 按50步模拟阶跃的序列

### 3.8.2.1 基本步骤

需按下列步骤进行序列发生器（SEQ）的配置与序列的运行：

#### 1. 检查并设置序列进程的整体条件：

- 在负载模块的主屏幕上调节U, I 与 P设定值。只要直流输入一直打开，就可将它们应用到一个自动或手动序列终止点的后面。也可见下面的3.8.2.3。
- 调节保护值，如OVP, OCP 与 OPP，以避免因为数值原因影响排序进程。在序列发生器下也会出现超过极限的报警，而且会关闭直流输入，并终止排序进程。

2. 在MENU（页面2）的子菜单**Function Generator**下，选择**序列发生器**。这只有当直流输入关闭时方可执行。

3. 配置所有必要的序列点（如果还未操作的话）

4. 配置排序进程

5. 上载序列（上载后电子负载模块不会打开直流输入）

#### 6. 操控序列发生器：

- 点触“**Start**”区或者用“**On/Off**”按钮启动排序。
- 随时**停止**排序，即：手动停止，或者让它运行到终止点（所有点与重复次数已完成）而自动停止。手动停止有两种方式，一个是用触摸区的“**Stop**”，或者用“**On/Off**”按钮，这两者间有一些不同：
  - “**Stop**”：排序会立即停止，而直流输入保持打开状态，主屏幕设定页面（间步骤1）下的U, I 与 P设定值被设定，且不可退出SEQ。
  - “**On/Off**”：排序会立即停止，而直流输入保持打开状态，而且可以退出SEQ。

#### 7. 退出序列发生器。

- 只有当序列进程已停止，且直流输入被关闭时方可进行。

### 3.8.2.2 限制

适用下列限制条件：

- 当一个排序进程在中间任何地方停止下来，就不能再继续，而是从下一次启动时从头开始处理

### 3.8.2.3 动作

上传序列后，启动排序进程前，一般需关闭负载模块的直流输入，而且启动序列后也会自动关闭它。但是用“**Stop**”触摸区停止排序后，它只终止排序进程，而直流输入仍然打开，产品会设定某个U, I 与 P值。

还会出现下列情景：

期望的性能	解决方案
负载模块在停止后不会吸收任何电流	进入SEQ前，在主屏幕下把设定电流设置为0。
负载模块在停止后将吸收指定的电流	进入SEQ前，在主屏幕下把设定电流设置为所需特定值。
负载模块在排序处理最后一个序列点时停止，并吸收相同的电流	将设定电流设为与排序进程最后一个序列点一样的值。每次更改到启动点或终止点，或者更改最后序列点的设置时，都要求退到主屏幕，再次更改设定电流。如果排序进程因为报警或者手动停止而在最后点停止时，该方案可能不能如期工作。

### 3.8.3 手动操作

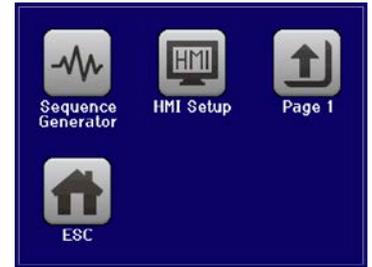
#### 3.8.3.1 序列发生器的进入与配置选择与控制

通过触摸屏可打开、配置与监控序列发生器（SEQ）。但是只有关闭输入时才能进行选择与配置。

##### ► 如何进入SEQ

1. 确定负载模块的直流输入已关闭。

2. 点击主屏幕上的触摸区 **MENU**，然后是菜单上的  与 .
3. SEQ的第一个界面总是序列点选择界面，如右图所示。

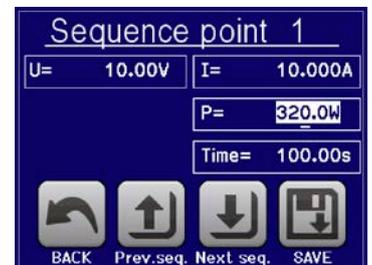


##### ► 如何配置一个序列点

1. 如果要配置一个或多个序列点，可用旋钮在“Seq. point select”界面下选择第一个点，然后点触“Edit”触摸区开始编辑。选定的序列点的编辑界面上传上来（见右图）
2. 按照老方法用旋钮调节U, I与P值，以及时间。此处不可直接输入。要选择不同值直接点击即可。时间值定义某特定序列点运行时，其U, I与P值设定的有效时间长度。



3. 一旦完成点的设定，你可点击“SAVE”选择保存更改，并返回选择序列点界面；如果要编辑后面的点（下一个或前一个），可以使用触摸区“Prev.seq”与“Next seq.”。



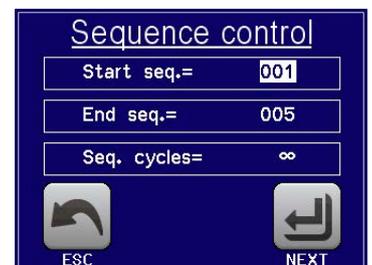
下列调节范围适用于所有序列点的参数：

参数	调节范围	描述
U	0...U <sub>Nom</sub>	在指定时间下序列点的设定电压
I	0...I <sub>Nom</sub>	在指定时间下序列点的设定电流
P	0...P <sub>Nom</sub>	在指定时间下序列点的设定功率
时间	1 ms ... 36000 s	以秒为单位的序列点的时间段

调节极限在这里不适用。所有序列点的时间总和在一起组成一个排序循环的总运行时间。这个时间最短为1 ms（1个序列），最长为1000 h（100个序列）。

##### ► 如何配置序列

1. 在“Seq. point select”界面（见上图）上点触“NEXT”。它会打开“Sequence control”（见右图）。
2. 设定第一个点（Start seq.）与最后一个点（End seq.），选择下一个需要处理的进程的序列点块。
3. 设定Seq. cycles次数（1-999或无穷大）
4. 用“NEXT”点触区确认设定，或者用“ESC”放弃设定。



点触“下一步”，产品会最终加载序列，转换到实际的序列发生器界面，于是排序进程现在就开始了。



在配置序列点时，如果这个块里面的任何序列点不能设定，将会以默认值（U=0, I=0, P=320 W, t=0.3 s），或者按上次设置的数值为准。

### ► 如何启动和停止一个序列

1. 如果直流输入当前是关闭的，点击 **START** 或按下“On/Off”按钮即可启动序列。于是序列就从启动序列点参数立即开始运作。如果使用**START**键时直流输入仍然关闭，则直流输入会被自动打开。
2. 点击 **STOP** 或按下“On/Off”按钮可**停止**排序。但是这两种方式有个不同点：
  - a) **STOP** 键只能停止排序，而直流输入仍保持打开状态，静态值仍有效。
  - b) “On/Off”按钮能停止排序，也能关闭直流输入。



任何产品报警（过压、过热等）会自动停止序列的运行，关闭直流输入，并在显示器上报告报警状态。



用“停止”触摸区停止序列运行后，若还要退出序列发生器SEQ，必须先关闭直流输入。

### 3.8.3.2 上传与存储序列

本产品可以依次存储一个序列。经负载模块前板的USB端口可以从U盘加载，快速地转换到另外一个序列。那里可以插FAT32格式，存储空间可达32GB的U盘。3.0与/或更高存储容量的U盘也可工作，但不是完全保证。

有一些限制条件：

- 通常一个序列的所有100个点可以一次存储或加载。
- 本产品仅能列出最多5个序列文档。这5个文档不一定是按字母顺序所列的最初5个序列文档。因此在该文件夹下一次不要存储超过5个序列文档。
- 如果想要将当前运行的序列存储到U盘作为新的文件（-NEW FILE，如下），在相同文件夹下如果还未超过4个序列文件，则不可以这样操作。

序列文件的文件名有下列要求：

- 该文档必须存储到U盘根目录下叫做HMI\_FILES的文件夹下。
- 该文件名必须总是以WAVE\_开头（不区分大小写）。

序列文件的格式有下列要求：

- 该文件必须准确地含有100行，每行由4个以分号隔开的数值组成，如果用EXCEL或类似软件查看时应为4列。
- 带小数位的数值必须以逗号或圆点作为小数位分隔符，一个数值只有一个。比如：1,0或1.0都可以，但是10,000,000或10.000.000是不会接受的。
- 每一行与每一列的所有数值必须在规格范围内（如下）
- 表格中的列应按照定义的顺序排列且不能更改

下面给出了序列文档100行的数值范围，它们与序列发生器的手动配置有关（列标题跟Excel一样）：

列	参数	范围
A	设定电压	U的0...100%
B	设定电流	I的0...100%
C	设定功率	P的0...100%
D	以毫秒为单位的时间	1...36000000 (3.6亿毫秒 = 10 h)

CSV举例:

	A	B	C	D
1	00,00	1,000	320	20000
2	00,00	1,000	320	1000
3	00,00	3,000	320	1000
4	00,00	00,000	320	300
5	00,00	00,000	320	300
6	00,00	00,000	320	300

这个例子显示只有头三个序列已配置，其它都被设为默认值。

查看格式为Excel格式，它不会将00,00这样的文本当数值，但是没有关系，因为将它存储为CSV格式后，所有都会再次变为文本。

#### ► 如何从U盘上传一个序列文档:

1. 先不要插U盘，如果已插上先不要拔下它。
2. 进入序列发生器步骤: **MENU -> Page 2-> Sequence generator**，看看主屏幕是否如右图所示。



3. 点击 **Import/Export** 触摸区，然后是 **LOAD from USB**，按照屏幕上的说明操作。如已识别出至少一个有效文件，产品会列出一个可被选的文件清单。关于文件与路径的命名，以及可显示文件数量限制，见上面章节。



4. 点击右下角的 **LOAD from USB** 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。于是须更正文件，然后重复上面步骤，或者加载一不同的文件。



#### ► 如何将当前激活的序列存储到U盘上:

1. 先不要插U盘，如果已插上先不要拔下它。
2. 经**MENU -> Page 2-> Sequence generator**，进入序列发生器。



3. 轻触 **Import/Export**，然后是 **SAVE to 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。如果已有序列文件存在，将会被列出，可以从中选择一个进行覆盖，否则选择 **-NEW FILE-** 创建一个新文件。



5. 最后用 **SAVE to USB** 保存序列。

### 3.8.4 序列发生器的远程控制

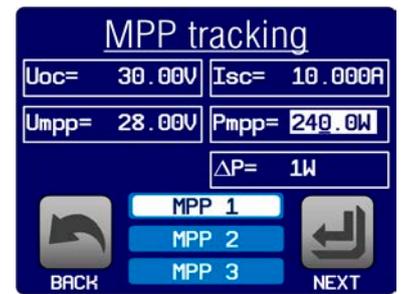
序列发生器可远程控制，但是单个序列的配置与控制，以及用单独指令加载序列点数据，与手动操作不同。另外一份说明书“ModBus & SCPI的编程指引”有它的详细解释。

### 3.9 MPP追踪函数

MPP这个函数名称就代表“最大功率点”（参见右侧原理图），是太阳能电池板功率曲线上这个特定点的常用名。当太阳能逆变器连接到这样的面板上时，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，而无需连接通常需要负载连接到其交流输出的大型太阳能逆变器设备。此外，负载的所有MPP追踪相关参数均可调整，因此比具有有限直流输入范围的逆变器更灵活。

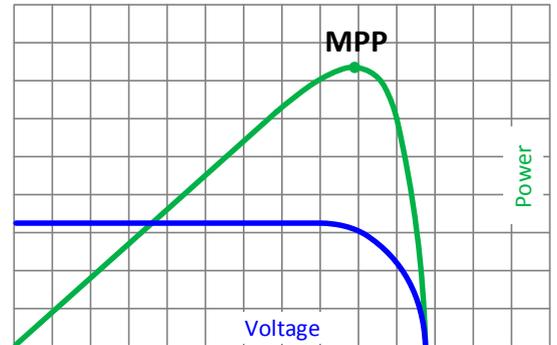
MPP追踪函数，如在HMI上手动操作，共有三种模式。第四种模式经任意可选数字接口（USB, Ethernet）的远程控制可操作。



#### 3.9.1 MPP1模式

这种模式也叫“查找MPP”。这是电子负载查找到连接太阳能板MPP的最简单方式。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。

$I_{sc}$ 用作电流上限，因此负载不会尝试吸取超过控制面板设定的电流。



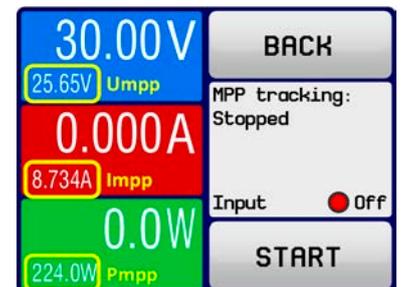
设置参数时，应考虑 $U_{oc} * I_{sc}$  不能超过敷在模块的额定功率。

可为MPP1模式设置下列参数，其它则可忽略：

数值	范围	描述
$U_{oc}$	0...U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额定值	短路电流，太阳能电池板的最大额定电流

应用于结果：

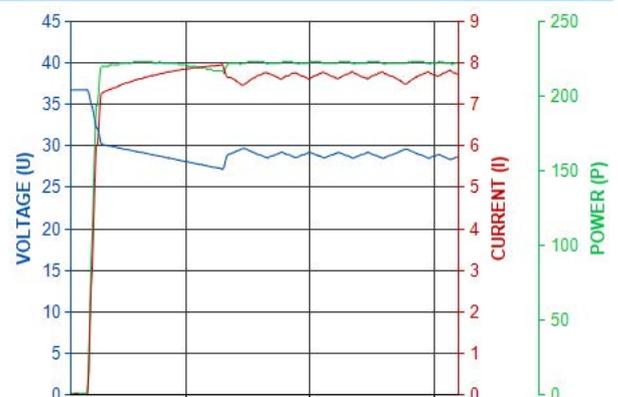
设置好上面两个参数后，就可以启动该函数。一旦找到MPP，该功能将停止，并关闭直流输入。然后在显示屏上显示MPP值的电压（ $U_{MPP}$ ），电流（ $I_{MPP}$ ）和功率（ $P_{MPP}$ ）。函数运行的时间取决于参数 $\Delta t$ （默认：5 ms），该值不可在HMI上设置，但可经以太网端口的远程控制下设置。即使设置最小值为5 ms，运行一次也要花几秒钟。



#### 3.9.2 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 $\Delta P$ 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， $\Delta P$ 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 $\Delta P$ 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额定值	短路电流，太阳能电池板的最大额定电流
$\Delta P$	0...P额定值	MPP以下的追踪/调整误差

### 3.9.3 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：

Value	Range	Description
$U_{OC}$	0...U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额定值	短路电流，太阳能电池板的最大额定电流
$U_{MPP}$	0...U额定值	MPP下的电压
$P_{MPP}$	0...P额定值	MPP下的功率
$\Delta P$	0...P额定值	MPP以下的追踪/调整误差

### 3.9.4 MPP4模式

这种模式在HMI上不可手动设置和使用。

MPP4与其它模式都不同，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。

起点和终点可任意调整， $\Delta t$ 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。

经任意可选数字接口（USB, Ethernet）都可完成配置、控制与分析。该模式支持ModBus RTU与SCPI协议，也支持EA Power Control软件。该软件存储在接口选项随附的U盘内。

### 3.10 其它应用

#### 3.10.1 串联



串联是电子负载不可允许的一种操作方式，在任何情况下都不可这样安装或操作！

#### 3.10.2 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。

但是ELM 5000不支持特定的并联操作。但是用户可以正确设置单个负载模块获得极佳的结果。



如果一个机架内装有80 V与200 V的型号，确保它们没有并联在一起，或者将80 V型号连到200 V的电源上，否则会损坏产品！

## 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（不论是在保修期内还是保修期外）。如果要退回检查或维修，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说明。
- 如果是寄往国外，请附上必要的清关文件。

## 4.3 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。

如有需要，控制面板（HMI）可经前面的以太网端口更新。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...

- 您产品上的问题可以直接解决的，特别是针对我们支持的案例，且建议安装更新
- 新增了一新功能，且您决对有必要使用。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：

- 固件上简单的更改可能对您产品正在使用的应用产生深远的影响。因此建议彻底地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。

## 5. 联系信息与技术支持

### 5.1 综述

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 611-612, No. 6, Lane 358, Wencheng Road, Song Jiang District, Shanghai, China	技术支持： support@elektroautomatik.de 所有其它事宜： ea1974@elektroautomatik.cn	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** 菲尔森, 德国

Tel: +49 2162 / 37 85-0

Fax: +49 2162 / 16 230

[ea1974@elektroautomatik.cn](mailto:ea1974@elektroautomatik.cn)

[www.elektroautomatik.de](http://www.elektroautomatik.de)