

操作指南

EL 9000 B 2Q

直流电子负载



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 (3U型号)	13
1.8.5	控制件	16
1.9	结构与功能	17
1.9.1	基本描述	17
1.9.2	原理图	17
1.9.3	送货范围	18
1.9.4	可配附件	18
1.9.5	控制面板 (HMI)	19
1.9.6	B类USB端口 (后板)	19
1.9.7	接口模块插槽	20
1.9.8	模拟接口	20
1.9.9	共享连接器	20
1.9.10	“感测”连接器 (远程感测)	21
1.9.11	主-从总线	21

2 安装&调试

2.1	搬运与储存	22
2.1.1	搬运	22
2.1.2	包装	22
2.1.3	储存	22
2.2	拆包与目检	22
2.3	安装	22
2.3.1	安装与使用前的安全规范	22
2.3.2	前期准备	23
2.3.3	安装产品	23
2.3.4	与直流源的连接	24
2.3.5	直流输入端的接地	25
2.3.6	“Share”总线的连接	25
2.3.7	远程感测端的连接	25
2.3.8	USB端口的连接	26
2.3.9	接口模块的安装	26
2.3.10	连接模拟接口	27

2.3.11	初次调试	27
2.3.12	固件更新或长时间未使用时的调试	27

3 操作与应用

3.1	人身安全	28
3.2	操作模式	28
3.2.1	电压调整 / 恒压	28
3.2.2	电流调整 / 恒压 / 限流	29
3.2.3	内阻调整 / 恒阻	29
3.2.4	功率调整 / 恒功率 / 限功率	29
3.2.5	动态特性与稳定准则	30
3.3	报警条件	31
3.3.1	电源故障	31
3.3.2	过温	31
3.3.3	过压	31
3.3.4	过流	31
3.3.5	过功率	31
3.4	手动操作	32
3.4.1	打开产品	32
3.4.2	关闭产品	32
3.4.3	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	经后板USB端口或接口模块进行远程控制	33
3.5.3	经前板USB端口的远程控制	34
3.5.4	经模拟接口 (AI) 的远程控制	35
3.6	报警与监控	39
3.6.1	术语的定义	39
3.6.2	产品报警与事件的处理	39
3.7	其他应用	41
3.7.1	两象限操作 (2QO)	41
3.7.2	串联操作	43
3.7.3	主-从模式 (MS) 下的并联	43

4 检修与维护

4.1	维护/清洁	46
4.2	故障查找/诊断/维修	46
4.2.1	更换不良的电源保险丝	46
4.2.2	固件更新	46

5 联系方式与技术支持

5.1	维修	47
5.2	联系信息	47

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以及其衍生品有效。

型号	产品编号	型号	产品编号
EL 9080-85 B 2Q	33 200 710	EL 9080-170 B 2Q	33 200 715
EL 9200-35 B 2Q	33 200 711	EL 9200-70 B 2Q	33 200 716
EL 9360-20 B 2Q	33 200 712	EL 9360-40 B 2Q	33 200 717
EL 9500-15 B 2Q	33 200 713	EL 9500-30 B 2Q	33 200 718
EL 9750-10 B 2Q	33 200 714	EL 9750-20 B 2Q	33 200 719

若某特定型号出现更改或变更，将于另外的文件中列出并作出说明。

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

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。我们的产品属于这些法规范围内，并带有如下相应的标志：



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 - 85 B 2Q zzz

	选项功能和/或特殊型号的识别区
	额外规格： 2Q = 大功率两象限（专门设计成负载模块，在两象限操作系统下与可兼容电源一同操作）
	结构/版本 B = 第二代
	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 = 电子负载，总是可编程 ELR = 能量反馈性电子负载

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。



- 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。



- 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入端，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。
- 切勿将已连到以太网的网线或者网线部件插到产品后面的主从插座上！
- 必须设置各种保护功能，避免过流，过功率等，使敏感性负载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 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

报警状态，非危险情况，都以产品前板的红色“Error”LED灯发出信号（也可见章节1.8.4）。LED灯会对下列所有报警状态做出指示。如果检测到使用了从机产品，可经过任意数字接口查询产品状态对报警进行解码。使用模拟接口监控产品时，只能对少数几个重要的报警解码。详情请参考3.5.4.4。

外。该信号可以是可视的（以文本出现于显示屏上），可听的（压电式报警器）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。

经“Error”LED灯指示出报警状态的整体含义如下：

OT 信号 (OverTemperature-过温)	- 产品温度过热 - 会关闭直流输入 - 不严重
OVP 信号 (OverVoltage-过压)	- 因太高电压输送给产品而使直流输入过压关闭 - 严重！产品与/或负载可能会被损坏
OCP 信号 (OverCurrent-过流)	- 因超过预设限流值而关闭直流输入 - 不严重。可保护供电电源过载
OPP 信号 (OverPower-过功率)	- 因超过预设限功率值而关闭直流输入 - 不严重。可保护供电电源过载
PF 信号 (Power Fail-电源故障)	- 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！交流电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： 6 x 彩色LED灯

控制部件： 1个旋钮

产品的额定值决定最大可调范围。

1.8.3 详细技术参数

1200 W以下	2Q型号				
	EL 9080-85 B	EL 9200-35 B	EL 9360-20 B	EL 9500-15 B	EL 9750-10 B
交流输入					
供电电压	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC
端子类型	墙插	墙插	墙插	墙插	墙插
频率	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz
保险丝	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A
功率损耗	最大 45 W	最大 45 W	最大 45 W	最大 45 W	最大 45 W
漏电电流	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA
直流输入					
最大输入电压 U_{Max}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
输入功率 $P_{Max}^{(12)}$	1200 W	1000 W	900 W	600 W	600 W
最大输入电流 I_{Max}	85 A	35 A	20 A	15 A	10 A
过压保护范围	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$
过流保护范围	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$
过功率保护范围	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$
最大允许输入电压	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
I_{Max} 的最小输入电压	约 2.2 V	约 2 V	约 2 V	约 6.5 V	约 5.5 V
设定值温度系数 Δ / K	电压/电流: 30 ppm				
电压调整					
调节范围	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
ΔI 稳定度	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 $23 \pm 5 ^\circ C$ 时)	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$
远程感测补偿	最大 $5\% U_{Max}$				
电流调整					
调节范围	0...85 A	0...35 A	0...20 A	0...15 A	0...10 A
ΔU 稳定度	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 $23 \pm 5 ^\circ C$ 时)	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$	$\leq 0.2\% I_{Max}$
10...90% I_{Nom} 上升时间	$< 23 \mu s$	$< 40 \mu s$	$< 24 \mu s$	$< 22 \mu s$	$< 18 \mu s$
90...10% I_{Nom} 下降时间	$< 46 \mu s$	$< 42 \mu s$	$< 38 \mu s$	$< 29 \mu s$	$< 40 \mu s$
功率调整					
调节范围	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 $23 \pm 5 ^\circ C$ 时)	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$
阻值调整					
调节范围	0.08...30 Ω	0.44...200 Ω	1.4...600 Ω	2.5...1200 Ω	6...2500 Ω
精确度 (在 $23 \pm 5 ^\circ C$ 时)	$\leq$ 最大阻值的1%, 最大电流的 $\pm 0.3\%$				
模拟接口 ⁽³⁾					
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, OT				
对产品的隔离耐压	最大1500 V DC				
采样率 (设定值输入脚)	500 Hz				

(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。

举例: 一台170 V产品的电压精确度最小为0.1%, 就是170 mV。当电压调到10 V时, 实际值的差异最大允许170 mV, 意思是电压可能在9.83 V与10.17 V之间。

(2 30 $^\circ C$ 以下的环境温度, 但是超过该温度点会有连续的功率降额, 功率会变少

(3 模拟接口的技术规格请看50页章节„3.5.4.3. 分辨率与取样率 “。

1200 W以下	2Q型号				
	EL 9080-85 B	EL 9200-35 B	EL 9360-20 B	EL 9500-15 B	EL 9750-10 B
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	通讯与维护用USB-B x 2个, 主-从总线 x 1个				
数字模块插槽	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
对产品的隔离耐压	最大1500 V DC				
端子					
后面	共享总线, DC输入, AC 输入, 远程感测, 模拟接口, USB-B, 主-从总线, 接口模块插槽				
前面	USB-B				
尺寸					
外壳尺寸 (WxHxD)	19" x 2U x 464 mm				
整体尺寸 (WxHxD)	483 mm x 88 mm x 538 mm				
符合标准	EN 60950				
重量	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg	~ 9 kg
产品编号	33200710	33200711	33200712	33200713	33200714

2400 W以下	2Q型号				
	EL 9080-170 B	EL 9200-70 B	EL 9360-40 B	EL 9500-30 B	EL 9750-20 B
交流输入					
供电电压	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC	90...264 V AC
端子类型	墙插	墙插	墙插	墙插	墙插
频率	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz	45...65 Hz
保险丝	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A	T 6.3 A
功率损耗	最大 45 W	最大 45 W	最大 45 W	最大 45 W	最大 45 W
漏电电流	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA	< 3.5 mA
直流输入					
最大输入电压 U_{Max}	80 V	200 V	360 V	500 V	750 V
输入功率 $P_{Max}^{(2)}$	2400 W	2000 W	1800 W	1200 W	1200 W
最大输入电流 I_{Max}	170 A	70 A	40 A	30 A	20 A
过压保护范围	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$	$0...1.03 * U_{Max}$
过流保护范围	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$	$0...1.1 * I_{Max}$
过功率保护范围	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$	$0...1.1 * P_{Peak}$
最大允许输入电压	88 V	220 V	396 V	550 V	825 V
I_{Max} 的最小输入电压	约 2.2 V	约 2 V	约 2 V	约 6.5 V	约 5.5 V
设定值温度系数 Δ / K	电压/电流: 30 ppm				
电压调整					
调节范围	0...80 V	0...200 V	0...360 V	0...500 V	0...750 V
ΔI 稳定度	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$	$< 0.05\% U_{Max}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 $23 \pm 5^\circ C$ 时)	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$	$\leq 0.1\% U_{Max}$
远程感测补偿	最大5% U_{Max}				
电流调整					
调节范围	0...170 A	0...70 A	0...40 A	0...30 A	0...20 A
ΔU 稳定度	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$	$< 0.1\% I_{Max}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 $23 \pm 5^\circ C$ 时)	$\leq 0.1\% I_{Max}$	$\leq 0.1\% I_{Max}$	$\leq 0.1\% I_{Max}$	$\leq 0.1\% I_{Max}$	$\leq 0.1\% I_{Max}$
10...90% I_{Nom} 上升时间	$< 23 \mu s$	$< 40 \mu s$	$< 24 \mu s$	$< 22 \mu s$	$< 18 \mu s$
90...10% I_{Nom} 下降时间	$< 46 \mu s$	$< 42 \mu s$	$< 38 \mu s$	$< 29 \mu s$	$< 40 \mu s$
功率调整					
调节范围	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$	$0...P_{Peak}$
精确度 ⁽¹⁾ (在 $23 \pm 5^\circ C$ 时)	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$	$< 0.5\% P_{Steady}$
阻值调整					
调节范围	0.04...15 Ω	0.22...100 Ω	0.7...300 Ω	1.25...600 Ω	3...1250 Ω
精确度 (在 $23 \pm 5^\circ C$ 时)	$\leq$ 最大阻值的1%, 最大电流的 $\pm 0.3\%$				
模拟接口 ⁽³⁾					
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, OT				
对产品的隔离耐压	最大1500 V DC				
采样率 (设定值输入脚)	500 Hz				

(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。

举例: 一台170 V产品的电压精确度最小为0.1%, 就是170 mV。当电压调到10 V时, 实际值的差异最大允许170 mV, 意思是电压可能在9.83 V与10.17 V之间。

(2 30 °C以下的环境温度, 但是超过该温度点会有连续的功率降额, 功率会变少

(3 模拟接口的技术规格请看50页章节„3.5.4.3. 分辨率与取样率 “。

2400 W以下	2Q型号				
	EL 9080-170 B	EL 9200-70 B	EL 9360-40 B	EL 9500-30 B	EL 9750-20 B
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	通讯与维护用USB-B x 2个, 主-从总线 x 1个				
数字模块插槽	CAN, CANopen, Profibus, Profinet, RS232, Ethernet, ModBus TCP, EtherCAT				
对产品的隔离耐压	最大1500 V DC				
端子					
后面	共享总线, DC输入, AC 输入, 远程感测, 模拟接口, USB-B, 主-从总线, 接口模块插槽				
前面	USB-B				
尺寸					
外壳尺寸 (WxHxD)	19" x 2U x 464 mm				
整体尺寸 (WxHxD)	483 mm x 88 mm x 538 mm				
符合标准	EN 60950				
重量	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg	~ 11 kg
产品编号	33200715	33200716	33200717	33200718	33200719

1.8.4 各面视图 (3U型号)

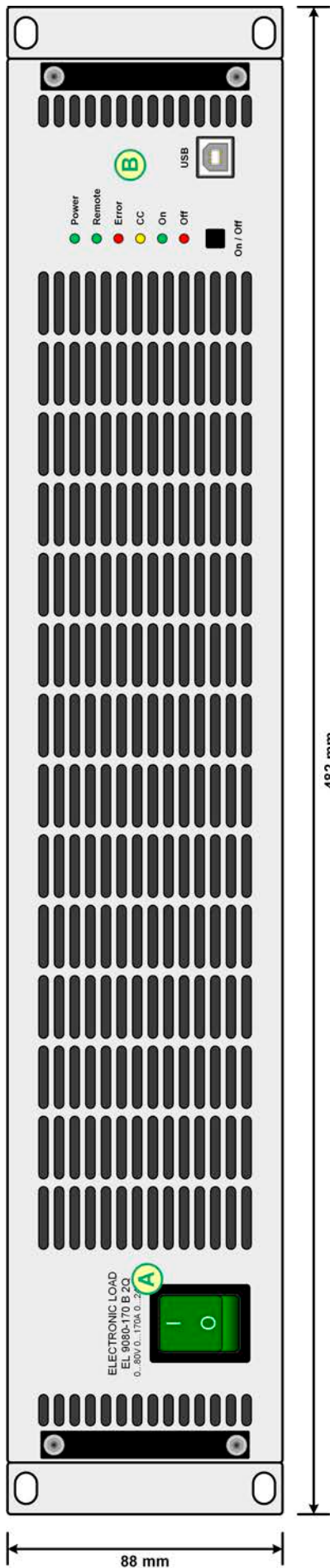


图 1 - 前视图

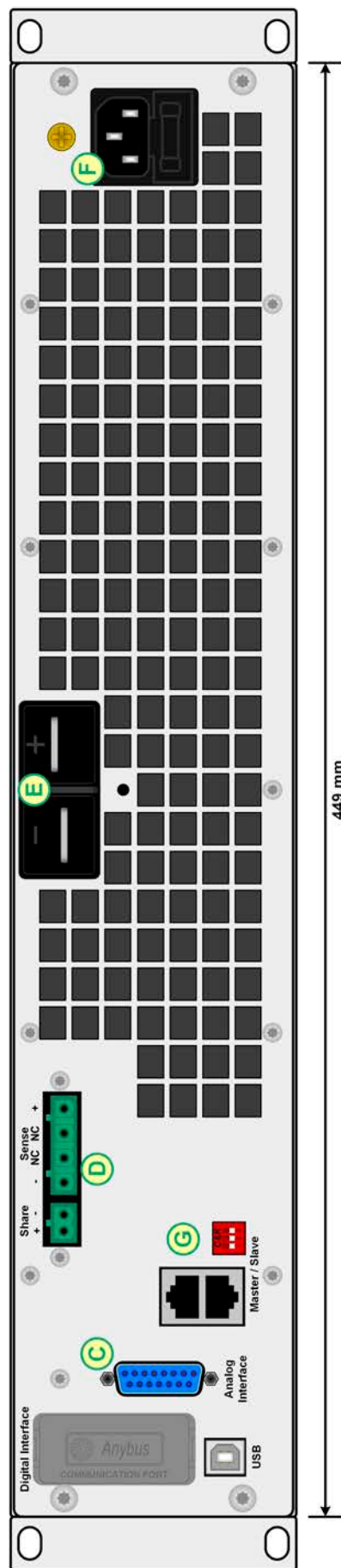


图 2 - 后视图

- A - 电源开关
 B - 控制面板
 C - 控制接口 (数字, 模拟)
 D - 共享总线与远程感测连接端
 E - 直流输入端 (M6螺丝座)
 F - 交流插座
 G - 主-从端口

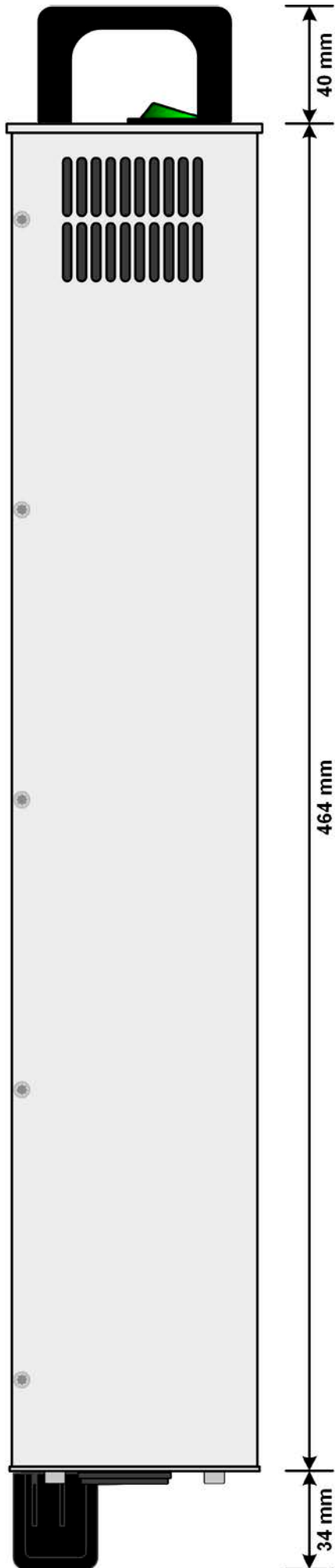


图 3 - 左侧视图, 带直流端子盖

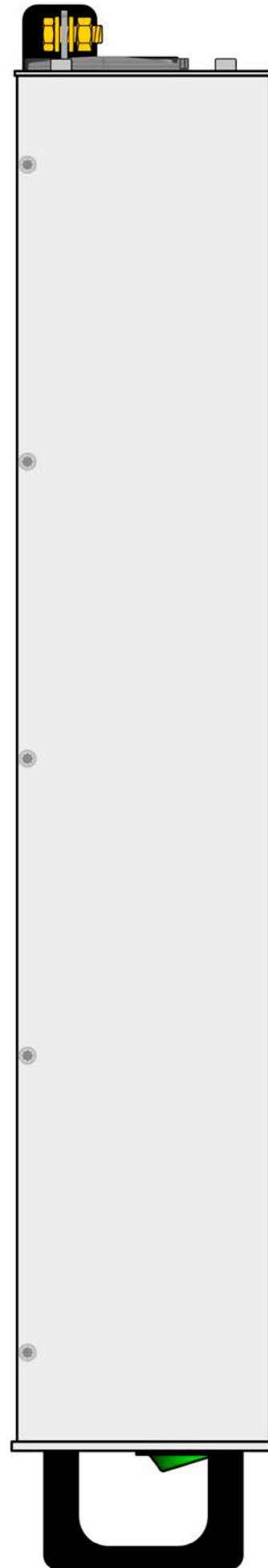


图 4 - 右侧视图, 不带直流端子盖

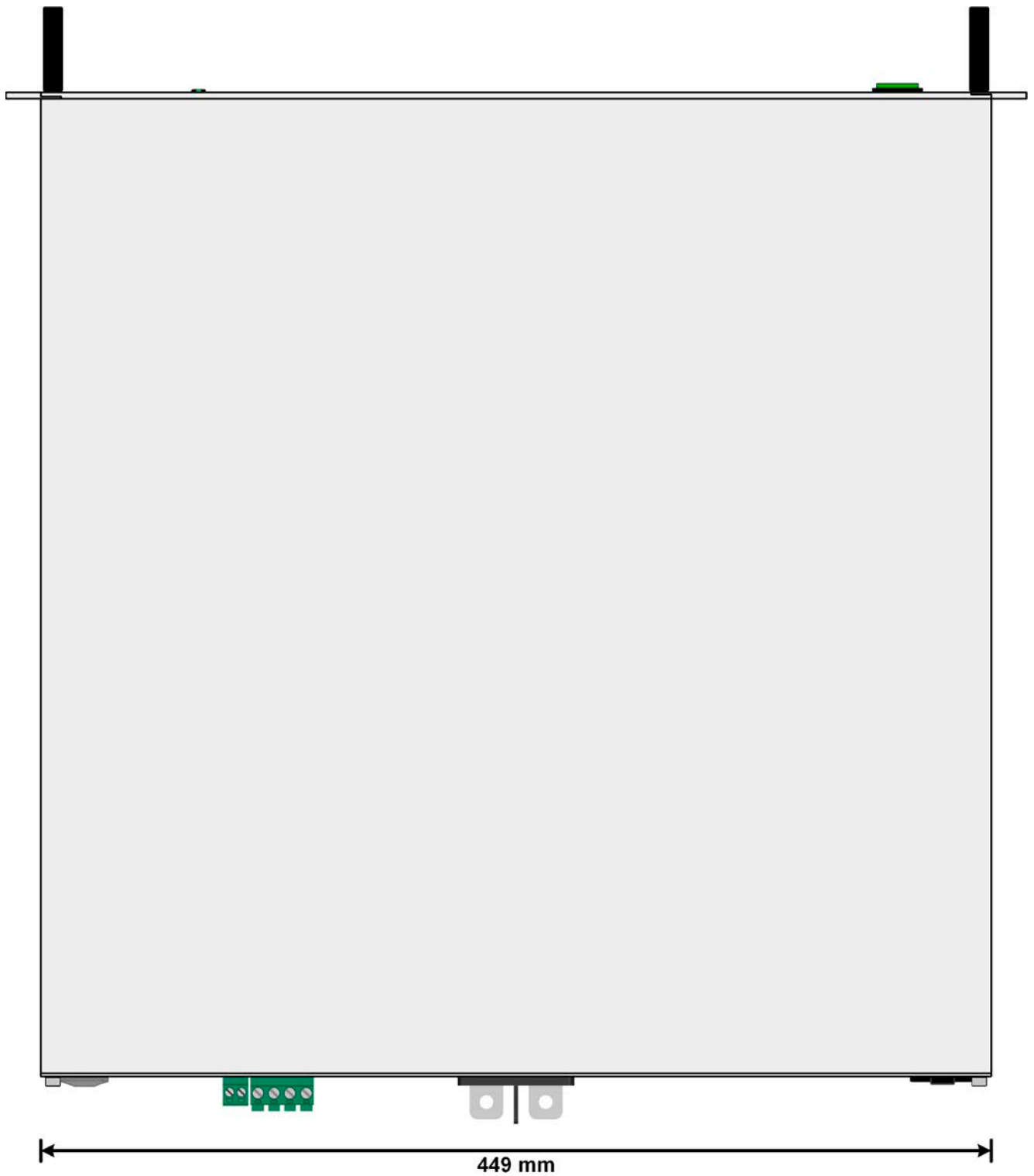


图 5 - 俯视图

1.8.5 控制件

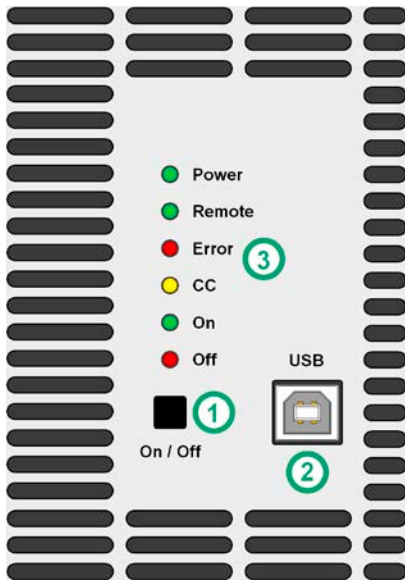


图 6 - 控制面板

操作面板各部件综述

详情请参考章节 „1.9.5. 控制面板 (HMI) “。

(1)	直流输入On/Off 按钮 当产品处于手动操作模式时，可用于打开或关闭直流输入，此时 “Remote” LED灯=关闭。
(2)	USB端口 当产品不在主-从操作模式时，用于快速并轻松地打开最重要的与直流输入相关的参数。该端口与后板的端口相比，功能减少很多。
(3)	状态指示灯（LED灯） 共有六个彩色LED灯指示产品状态，详情请参照1.9.4。

1.9 结构与功能

1.9.1 基本描述

EL 9000 B 2Q系列名称中的“2Q”，代表“两象限”，指本系列产品的主要用途，就是在由电源供应器控制的两象限系统下当负载操作。两种设备组合在一起，就成为所知的源-吸原理典型应用。该系统最初用来测试电气和电子元件，除了电子负载（即：吸收源）供电给任何电源，也可以吸收他们本身散发的能量，比如：电池或马达。

次要用途就是可当EL 9000B HP系列所有型号的从机，从而组合成一个总功率超大（高达24 kW）的主-从系统。根据用户需求，一台EL 9000B HP系列下的主机产品可以连接并控制9台2Q系列负载。

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。

须经电脑或PLC（可编程控制器）远程控制时，产品后板提供了一个USB-B型插槽，还可使用电隔离模拟接口。

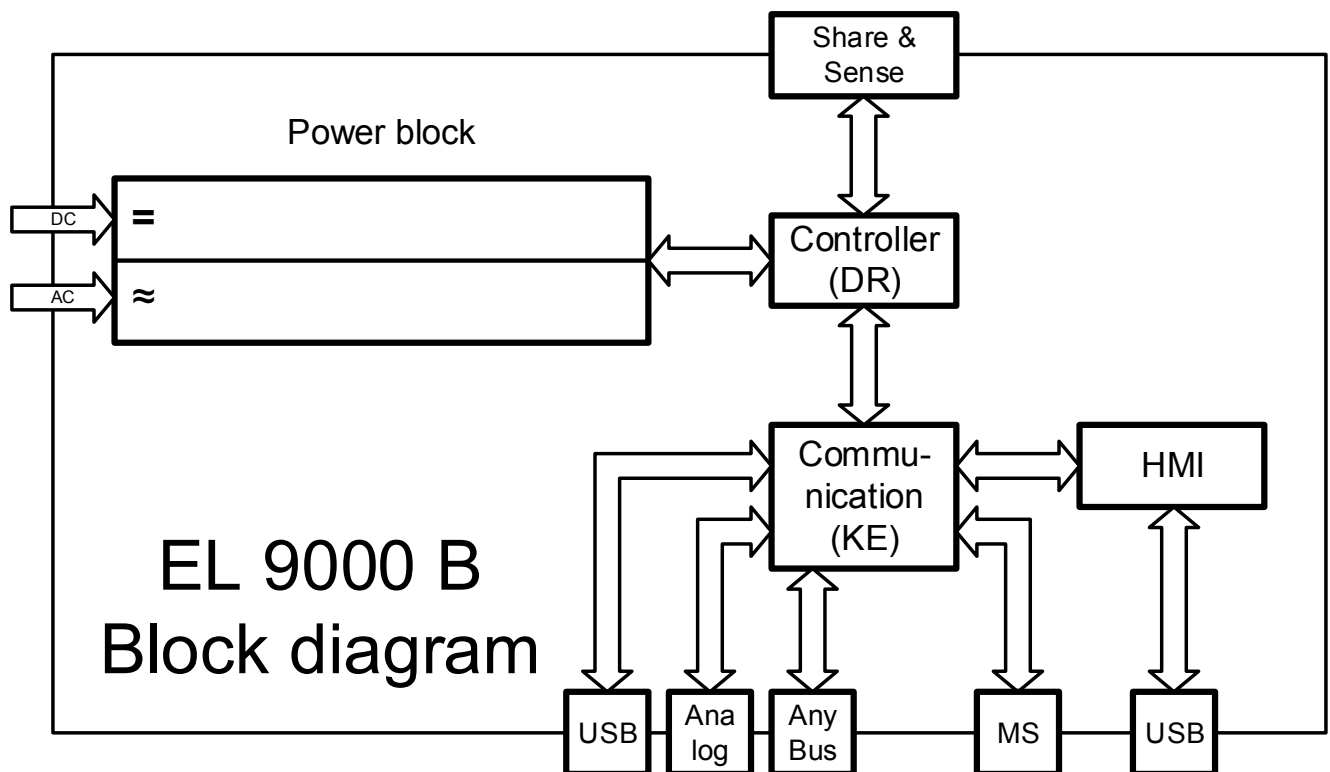
经可选插入式接口模块还可可增加其它类型的数字接口卡，如Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CANopen, CAN等等。只要通过更改或增加一个小模块，即可轻易地将产品连接到标准工业总线。如有必要，配置也可很简单。比如，本负载可与其它负载或者其它类型设备一起操作，或者用电脑以及可编程控制器来控制，所有这些都需用到数字接口。

所有型号都由微处理芯片控制，从而可准确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（KE, DR, BE），到时对固件更新起作用。



1.9.3 送货范围

- 1 x 电子负载
- 1 x 共享总线插头
- 1 x 远程感测插头
- 2 x 填充条（该部件用途请参阅2.3.3.1）
- 1 x 1.8 m长的USB线
- 1 x 一套直流端子外盖件
- 1 x 存有相关文件与软件的U盘
- 1 x 电源线（带EU与IEC插头，电流为10A）
- 1 x 英式墙插适配器（仅针对发往英国的产品）

1.9.4 可配附件

本系列产品还可配下列附件：

数字接口模块 IF-AB	可选择适合RS232, CANopen, Ethernet, Profibus, ProfiNet, ModBus TCP, CAN的可插式、可替换型数字接口模块。 关于接口模块的详情与使用于产品上的编程，请参考另外的说明书。通常随产品附有一个U盘，在这个U盘上可以找到，或者从EA Elektro-Automatik网站上下载PDF文档。
------------------------	---

1.9.5 控制面板 (HMI)

HMI (Human Machine Interface-人机界面)由六个彩色的LED灯、一个按钮以及一个USB-B端口组成。

1.9.5.1 状态指示灯 (LED)

产品前板的六个彩色LED灯，指示产品的不同状态：

LED灯	颜色	灯亮时表示
Power	橙色 / 绿色	橙色 = 产品处于启动阶段或出现内部错误 绿色 = 产品已准备就绪
Remote	绿色	由主机或任意USB端口控制的远程控制已激活。在此状态下，开/关按钮的手动控制被锁。
Error	红色	至少有一个未确认的设备报警已激活。LED灯会指示出„3.6. 报警与监控“章节下列出的所有报警。
CC	黄色	恒流调整模式正激活。意思是，如果LED灯未亮，它就会指示CV、CP或CR模式。也可参阅„3.2. 操作模式“。
On	绿色	直流输入已打开
Off	红色	直流输入已关闭

1.9.5.2 USB端口

前板USB端口比后板端口更容易插入，它主要用来快速设置直流输入相关的参数与设置。对正常的两象限操作必须使用这个，因为它需要正确的设置。在另外一种情况下，当主从操作在运行，EL 9000 B 2Q作为从机时，主机覆盖掉这个配置，且只能通过该端口监控从机。

仅当处于下面两种情况时方有必要且可以这样做：

按上述任意一种状态运行时，USB端口都要适用如下：



- 主-从配置，输入值 (U, I, P, R) 与保护值 (OVP, OCP, OPP) 功能减少。更多详情请参考 „3.5. 远程控制“。
- 只有当产品与主机不在线时，方可替代远程控制模式，从而更改配置。这需要暂时停止主机上的主-从操作，或者关掉主机。

1.9.5.3 “On / Off” 按钮



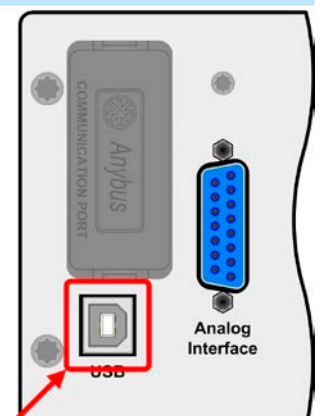
该按钮用于手控模式下，即：产品未经主机或任意USB端口（“远程”LED灯=关闭）远程控制，打开或关闭直流输入。一旦按下按钮打开直流输入，产品将输入调整为它最后存储的参数。由于并非所有的输入相关值都能显示，应谨慎操作该按钮。

1.9.6 B类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）。驱动程序存储在媒介上（U盘），它会安装一个虚拟COM口。

可经该端口或者使用国际标准ModBus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。有关远程控制的详细介绍可从EA Elektro-Automatik网站或随货提供的U盘上找到。

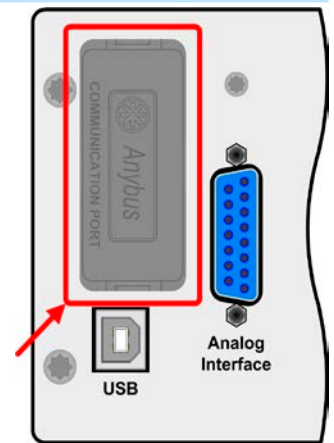
如果产品处于远程操作模式，接口模块（如下）或模拟接口要优先于USB端口，而且也只能与这些接口替换使用。但是可一直执行监控功能。



1.9.7 接口模块插槽

该插槽位于产品后板，可安装各种类型的IF-AB接口系列。该接口系列有下列型号可选：

产品编号	名称	描述
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x 9针Sub-D型公插
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x 9针Sub-D型公插（调制解调器串口）
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave-从机, 1x 9针Sub-D型母插
35400104	IF-AB-ETH1P	Ethernet, 1x RJ45
35400105	IF-AB-PNET1P	ProfiNET IO, 1x RJ45
35400107	IF-AB-MBUS1P	ModBus TCP, 1x RJ45
35400108	IF-AB-ETH2P	Ethernet, 2x RJ45
35400109	IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP, 2x RJ45
35400110	IF-AB-PNET2P	ProfiNET IO, 2x RJ45
35400111	IF-AB-CAN	CAN 2.0 A & 2.0B, 1x Sub-D 9针公插



用户可自己安装这些模块，或者自行拆卸，不会出现任何问题。但是可能需要更新一下产品的固件版本，以便识别和支持某特定的接口模块。

如果产品处于远程操作模式，USB端口或模拟接口要优先于接口模块，而且也只能与这些接口替换使用。但是可一直执行监控功能。



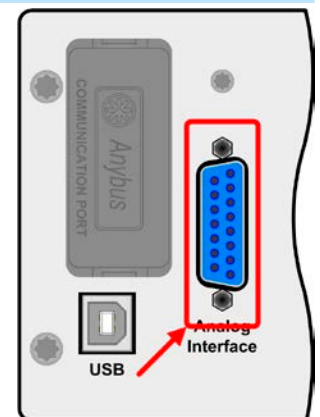
插上或取下接口模块前一定要关闭产品！

1.9.8 模拟接口

产品后板的15针Sub-D型插座，是产品经模拟或数字信号远程操作时使用的。

如果产品处于远程操作模式，模拟接口只能与数字接口替换使用，但是可执行监控功能。

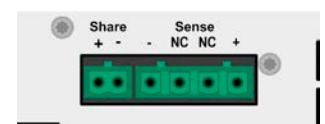
输入电压的设定范围与输出电压的监控范围，以及参考电压水平可通过设定菜单下在0-5V与0-10V之间转换，每种的范围都可以是0-100%。这需经EA Power Control软件或任何其它使用具体配置指令的软件来完成。



1.9.9 共享连接器

产品后板的2针插座（“Share”）是为连接到具有同型号插座的可兼容电子负载上，从而创建均流所需的并联连接，也可连接到可兼容电源上，以便组建一个两象限操作模式。关于其详细特征请参考„3.7.3. 主-从模式 (MS) 下的并联“与„3.7.1. 两象限操作 (2QO)”。下面列出了可兼容的电源与负载系列：

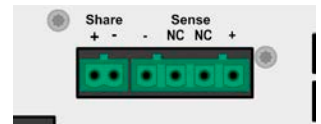
- PSI 9000 2U - 24U
- ELR 9000
- EL 9000 B / EL 9000 B HP / EL 9000 2Q
- PSE 9000
- PS 9000 1U / 2U / 3U *



* 此（硬件）版本在名牌上有标识。如果名牌没有标识版本，则其硬件都是第1版。

1.9.10 “感测”连接器（远程感测）

为了补偿直流输入线上的压降，可将直流源按正确极性连到感测输入端。最大可补偿值在技术规格表中有标注。更多详情请参考„2.3.7. 远程感测端的连接“。



为了确保安全，且符合国际安全指令，高压产品比如额定电压为500 V或更高的产品，其隔离耐压通过4针端子的两个外引脚来保证。标有NC的两个内引脚则必须保持悬空。

1.9.11 主-从总线

产品后板还有一个端口，安装的是两个RJ45插座，可经数字总线（RS485）将多台同型号产品连到一起，从而创建一个主-从系统。一般使用标准的CAT5线来连接。理论上连线长度最长可为1200 m，但建议尽可能使用较短的连接线。更多详情请参考„1.9.4. 可配附件“



2. 安装&调试

2.1 搬运与储存

2.1.1 搬运



- 产品前板的手柄**不能**作搬运用途！
- 鉴于产品的重量，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。
- 当产品正在给电压源供电或与之连在一起时请不要搬运它！
- 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



- 确保安放产品的装备（桌子，机柜，架子，19"机架）必须毫无限制地承受其重量。
- 使用19"机柜时，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 B 2Q系列电子负载的市电连接仅需要标准墙插即可。电源线含在配货清单内。本产品仅消耗很小的功耗，因此不需安装其它配件或采取额外的安全措施。本系列负载也可跟其它不同设备一起操作使用。

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安放位置。
- 产品后方需预留足够的空间，最少30 cm，方便暖风或热空气的流通。

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）。

本系列某些型号，随配的将产品固定于19"机架内的安装支架可拆下来，从而当桌面式产品在水平面上操作。

可接受与不可接受的安放示意图如下：



直立面

2.3.3.1 改为桌面版

本产品主要为安装在19"机架和机柜而设计的，它也可用作台式机。为此，前板左右两侧的19"固定支架可能会多余。要移除它们，并将产品改为“桌面版”，请执行以下操作：

1. 松开前板的黑色手柄（六角螺丝），然后放在一边。
2. 将两边固定支架拉出即可拆下。
3. 然后插上随附的补充条（），将其螺丝孔对准前面板上的螺丝孔。
4. 再次锁紧黑色手柄。

2.3.4 与直流源的连接



如果产品的额定电流较大，则需一条粗且重的直流连接线，这需考虑连线的重量以及直流端的拉力。特别是当产品装在19"机柜或类似机柜内时，连线会悬挂于直流输入端，此时需使用一个固线套管来保护。

直流负载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。

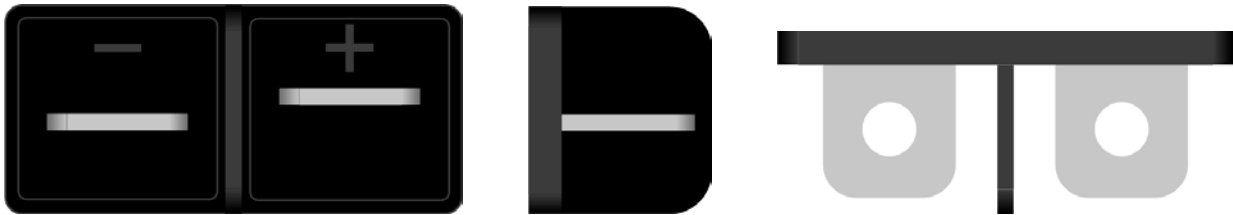
我们建议使用不超过**5 m**长的以下规格连线，且平均环境温度不超过**50 °C**：

20 A 以下：	4 mm ²	40 A 以下：	6 mm ²
70 A 以下：	16 mm ²	85 A 以下：	25 mm ²
170 A 以下：	70 mm ²		

针对每个连接极输入性（多芯隔离线，末端垂悬）。单芯线如70 mm²，可用2x 25 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 直流端子类型

下表展示的是各款直流端子的总图。我们建议一直使用带环形接触片的软性线做负载线。



铜条上装有一M6螺柱

建议：用带6 mm孔径的环状连接器

2.3.4.2 连线的引出与塑胶盖

直流端子带有一个保护接触件的塑胶盖。这个盖子应始终保留在上面。



若计划将整个产品放到19"机柜或类似装置，而具体需求多深，必须考虑直流连线的接线角度与弯曲半径。当要使用塑胶盖时，只能水平引出连线。

2.3.5 直流输入端的接地

单机操作的产品可从直流负极接地，即直接接到PE。但是接地后，直流正极端的输入电压不能超过400 V。因为负极端的电压会把输入电压按相反方向转移。见1.8.3章节下的规格表，“隔离耐压”项。

鉴于此原因，所有能支持400 V以上输入电压的产品不允许从其直流正极接地。



- 任何额定电压>400 V的产品不能从直流正极接地！
- 如果从输入极接地，要确保源极（比如：电源）的输出极没有接地。否则会造成短路！

2.3.6 “Share” 总线的连接

产品后板的“Share”总线端子主要是为了均衡并联操作中多台产品的电流，特别是当使用主机的内置函数发生器时。也可以接上一台可兼容电源，从而运行两象限操作。关于该模式的更多信息，可参考章节„3.7.1. 两象限操作(2QO)“。

共享总线的连接必须注意下列事项：



- 该端子只能连接10台以内的产品，且是„1.9.9. 共享连接器“章节下所列可兼容产品。
- 如果是由多台电源与一台负载或者一组负载配置成的两象限操作系统，则应将所有设备通过共享总线连接起来。然后将其中一台电源配置成主机。电源组可使用主-从总线执行主-从操作，而负载组则不能，因为共享总线上只能有一台主机。

2.3.7 远程感测端的连接



- 禁止连接任何连线到“Sense”-感测端的两个“NC”针脚！
- 本系列的额定电压高达750 V DC，因此需用合适电气强度的连线当远程感测线。



- 远程感测仅在恒压（CV）操作模式有效，而对于其它调整模式，感测输入端应悬空，因为连接后会增加震荡趋势。
- 感测线的横截面不是很重要。5米以下的线建议使用0.75 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7。
- 在主-从操作模式下，远程感测线仅能连到主机产品上

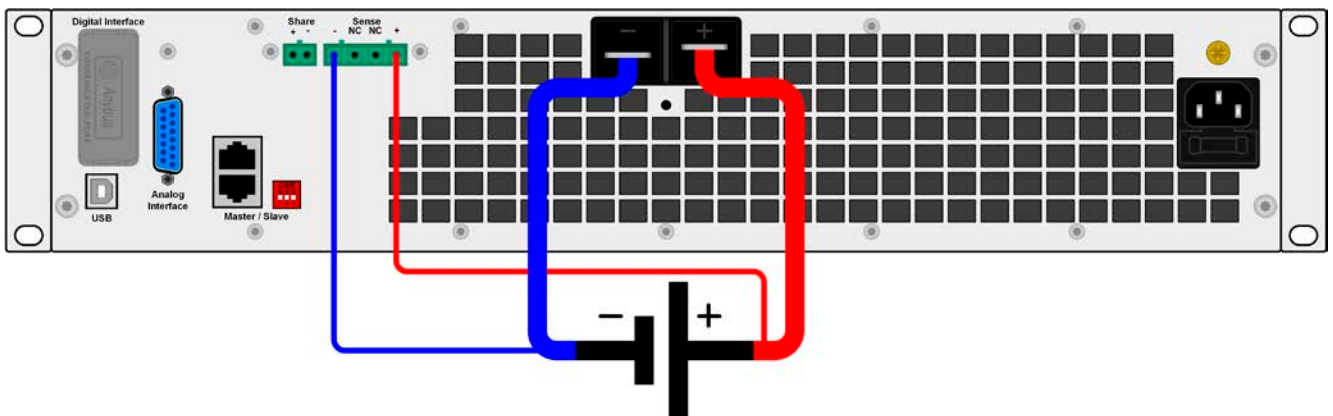


图 7 - 远程感测接线原理

2.3.8 USB端口的连接

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(Windows)的安装

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性。

2.3.8.2 驱动程序(Linux, MacOS)的安装

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。

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。

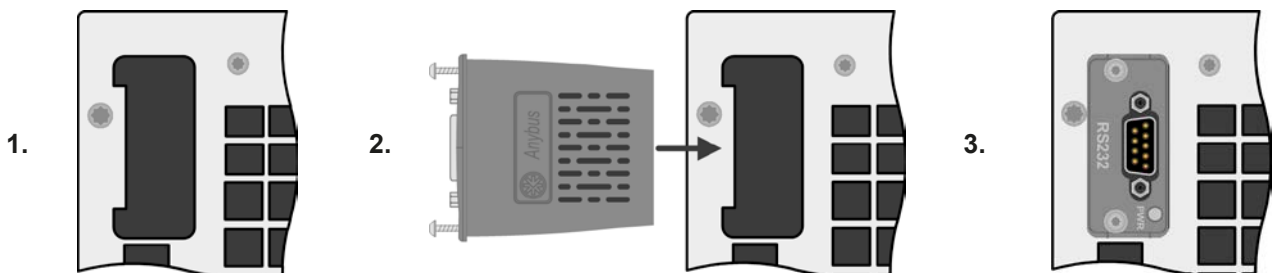
2.3.9 接口模块的安装

用户可自己拆装与更换各种接口模块。初次安装或模块类型更换后，当前的模块设置可能会变化，必须进行检查，必要时还需更正。



- 插入或更换模块时要按照一般的ESD保护程序进行。
- 插入或取下模块前必须关闭产品
- 请不要将接口模块以外的硬件插入此槽内
- 如果没有使用任何模块，建议装上插槽盖，以避免产品内部弄脏，以及更改空气流通方向

安装步骤：



取下插槽盖，如有必要使用螺丝刀拆卸。

检查模块的固定螺丝是否已松脱，如果没有，松开螺丝(Torx 8)，然后取下模块。

将接口模块插入槽中。插槽形状可保证正确对准。

插入时请注意模块要与产品后壁尽可能成90°角。在开口插槽上您可看到绿色PCB板，可将此当作引导。在其末端有个装模块的插座。

模块的底部有两个塑胶尖部件，可卡进绿色PCB板内，这样模块就与产品后壁对齐了。

将模块尽可能滑入底部。

随附的螺丝(Torx 8)用来固定模块，应将它们全部使用上并锁紧。安装完后，就能使用模块并执行连接了。

拆卸时按照相反的顺序进行。此时可用螺丝将模块拉出卡槽。

2.3.10 连接模拟接口

产品后面的15针连接器（类型：Sub-D，D-Sub）就是模拟接口。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。因此不要将它的任意地 (AGND) 连到直流输入的负极，因为这样会消除电隔离功能。

2.3.11 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！

2.3.12 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„2.3.11. 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
- 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
- 不论何时重新设置直流输入，不仅仅是关闭直流输入，还应将产品与市电端断开！还要关闭或断开供电源！

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工程的典型法规，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 $P = U_{IN} \cdot I_{IN}$ 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

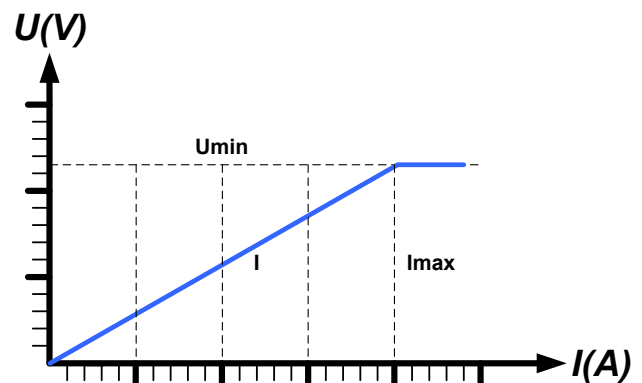
可经过软件配置，对内部电压调整器在“慢”与“快”之间转换。出厂默认设置为“慢”。要根据负载应用的实际情况决定使用哪一个设定，但最初是由电压源类型决定的。一般的有源稳压电源比如开关模式电源就有它自己的稳压器，它能与负载电路同步工作，两者有可能会相互作用而引起冲突。如果出现此情况，建议将电压调整器设为“慢”。

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 / 恒压 / 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。内阻自然限定于近零值与最大值（电流调整分辨率太不精确）之间。因为内阻不能为零，所以下限值要定义为一个可达到的最小值。这可确保电子负载在极低的输入电压时可从电源消耗一个较高的输入电流，直到最大电流。

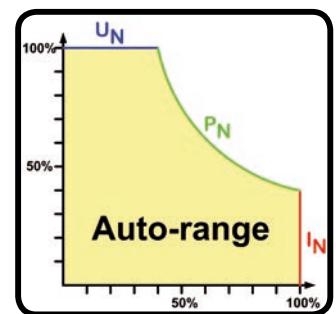
当直流输入已打开，恒流模式被激活，在图形显示屏上会以CR缩写指示出“CR 模式已激活”状态，该消息也会以信号方式传输到模拟接口，并以内部状态存储起来，经数字接口可以读取。

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。



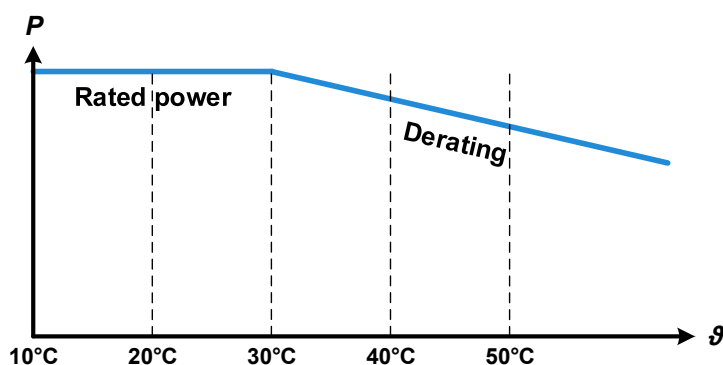
3.2.4.1 随温降额

本系列具备普通电子负载将消耗的电能转为热量并散发出去的特征。但为了避免过热，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。这个降额根据环境温度而定。

在室温为30℃时，所有型号都可以吸收其额定输入功率。高于此极限，最大输入功率会不断减少。

但是，如果产品的输入功率少于额定功率时，降额不会影响操作。但是，内部功率减少功能仍激活。举例，如果你想让一台稳定功率为2400 W，实际恒定功率为1600 W的产品运行，且其功率限额设为2400 W，将温度升高至30℃以上，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2400 W的功率限额。

下图为功率降额特性原理：



从30℃的环境温度开始，功率降额会持续地减少其所获的输入功率。

产品的操作温度范围规定在50℃ (122°F)以下。高于该点，系统会由于过温(OT)而关断。但是因为持续降额功能在发生，最多也只能承受至80℃ (176°F)。

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

360 V 型号：68 μF ...220 μF

500 V 型号：47 μF ...150 μF

750 V 型号：22 μF ...100 μF

3.3 报警条件



本章节大致描述了产品报警功能。当产品出现报警状态时的后续处理，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（前板的“Error”-错误LED灯），以及经数字接口的可读状态方式表现出来。若想要以后访问报警信息，可从显示器或经数字接口读取报警记录。

针对那些能引起直流输入关闭的报警，在直流输入再次接通前，需对其进行确认。正常主-从操作下的确认由主机完成。在其他情况下，如手动操作期间，可以通过前面的按钮“开/关”完成，或者可经数字接口发送特定命令。

3.3.1 电源故障

Power Fail (PF)电源故障是一种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）

只要出现电源故障，产品会立刻停止吸收能量，并关闭直流输入。如果电源故障是欠压，后续故障又消失，该报警会消失，且不要求确认。



通过电源开关关闭产品，不能与供电端断电区别开来，因此每次关闭产品时，“Error”-错误LED灯都会提示，此时忽略即可。



当产品还在通电且正常操作期间出现PF报警后，比如：暂时断电，直流输入的状态可通过具体指令进行设置。

3.3.2 过温

如果产品内部温度过高会出现过温(OT)报警，并且会暂时停止吸收功率。产品冷却后，会自动继续工作，且直流输入状态维持不变，报警也不需要确认。

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

该功能主要以可视或可听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 打开产品

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

产品打开后，会以前板上的**橙色“Power”LED灯**指示启动阶段。启动完成后，产品准备就绪，“Power”LED灯变为**绿色**。

还有一可选配置，能决定产品通电后直流输入的状态。出厂配置为“关闭”。更改为“恢复”，将使产品恢复到最后的直流输入状态。可以是打开，也可以是关闭。

在主-从操作下，作为从机产品，其默认操作方式、所有参数与状态都由主机存储和恢复的来决定，它会覆盖从机的设定。

3.4.2 关闭产品

产品关闭时，最后的输入条件与最近的设定值与输入状态，以及被激活的主-从操作，都会被保存。而且会通过“**Error**”错误LED灯提示报警（电源故障），但是这个可忽略。

直流输入会被立即关闭，一小会儿后产品完全关闭。

3.4.3 打开或关闭直流输入

只要产品不受控于主机或经USB接口通过软件进行远程控制，就可以通过“**On / Off**”按钮手动打开或关闭直流输入。这是为了当产品需单独操作或代替出故障主机或缺失主机的情况使用的。同样的情况，也允许通过前端USB端口访问所有与直流输入相关的参数。该按钮还可用于确认“**Error**”错误LED灯发出的设备报警信息。

有关参数的配置，可参阅3.5章节，以及随附的编程指引。EA Power Control软件也可用来配置少数几个参数。

3.5 远程控制

3.5.1 基本信息

经内置模拟端口，或任意一个数字接口都可远程控制产品。数字接口就是两个USB端口，可选接口模块以及关闭的主从总线，经过其中一个，可在主-从操作模式下通过主机控制本产品。

重点是只有模拟或其中一数字接口可控。意思是，比如，当模拟远程控制激活的同时，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**Remote**引脚的转换可以忽略。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 经后板USB端口或接口模块进行远程控制

3.5.2.1 选择接口

EL 9000 B 2Q系列的所有型号除了有后板内置USB端口外，还支持下列可选接口模块：

缩写ID	类型	端口	描述*
IF-AB-CANO	CANopen	1	带通用EDS的CANopen从机
IF-AB-RS232	RS232	1	标准RS232，串行接口
IF-AB-PBUS	Profibus	1	Profibus DP-V1从机
IF-AB-ETH1P	Ethernet	1	Ethernet TCP
IF-AB-PNET1P	ProfiNet	1	Profinet DP-V1 从机
IF-AB-MBUS	ModBus TCP	1	ModBus RTU/TCP协议，经Ethernet
IF-AB-ETH2P	Ethernet	2	Ethernet TCP，利用开关
IF-AB-MBUS2P	ModBus TCP	2	ModBus RTU/TCP协议，经Ethernet
IF-AB-PNET2P	ProfiNet	2	Profinet DP-V1 从机，利用开关
IF-AN-CAN	CAN	1	经CAN的可修饰ModBus RTU

* 各款模块的技术规格请参考另外的说明书“Modbus & SCPI的编程指引”。

3.5.2.2 接口模块的基本信息

接口的安装可参考„2.3.9. 接口模块的安装“章节。

这些模块仅需少许几个甚至不需操作设置，也可用默认配置直接使用。所有特殊设定都将永久保存，这样更换不同型号时不需再做任何配置。更改设置需在远程控制模式下，利用特定的配置指令来完成。这个可参考所附U盘上的编程指引。还有其它几种发送指令的方式，比如用终端软件操作LabView或SCPI。

3.5.2.3 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，或则可从EA Elektro-Automatik网站上下载。

3.5.3 经前板USB端口的远程控制

前端USB端口的主要目的，是快速访问最重要的直流输入相关参数，如：设定值和保护。读取值和状态一直都可进行，但只有产品未被主机控制时才可进行设置。

主-从模式以外的操作下，可通过**EA Power Control**软件，或者定制应用程序，远程控制产品。为了做到这一点，我们随货提供了一个存有编程文档的U盘。

此USB端口限制了可用指令的数量，但它同时支持SCPI和ModBus RTU通信协议。作为编程文档的一部分，转为前端USB端口使用的，提供了一个额外的ModBus寄存器列表（Modbus_Register_EL9000B_2Q_Front_HMI.xx+_EN.pdf）。

在编程指引中，“Programming SCPI & ModBus”为分开的SCPI章节，它展示的是所有可用SCPI指令，下面只是前板USB端口可用指令总览。有关所有指令的详细信息，请参见编程指引。

*IDN?	SYSTem:ALARm:ACTion:PFail
*CLS	SYSTem:ALARm:ACTion:PFail?
*RST	SYSTem:ALARm:COUNt:OCURrent?
*ESE	SYSTem:ALARm:COUNt:OPower?
*ESE?	SYSTem:ALARm:COUNt:OTemperature?
*ESR	SYSTem:ALARm:COUNt:OVoltage?
*STB?	SYSTem:ALARm:COUNt:PFail?
[SOURce:]CURRent	SYSTem:COMMunicate:TIMEout?
[SOURce:]CURRent?	SYSTem:CONFig:MODE
[SOURce:]CURRent:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:MODE?
[SOURce:]CURRent:LIMit:LOW?	SYSTem:CONFig:OCD
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:OCD?
[SOURce:]CURRent:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:OCD:ACTion
[SOURce:]IRRAAdiation	SYSTem:CONFig:OCD:ACTion?
[SOURce:]IRRAAdiation?	SYSTem:CONFig:OPD
[SOURce:]PoweR	SYSTem:CONFig:OPD?
[SOURce:]PoweR?	SYSTem:CONFig:OPD:ACTion
[SOURce:]PoweR:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:OPD:ACTion?
[SOURce:]PoweR:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:OUTPut:REStore
[SOURce:]PoweR:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:OUTPut:REStore?
[SOURce:]RESistance	SYSTem:CONFig:OVD
[SOURce:]RESistance?	SYSTem:CONFig:OVD?
[SOURce:]RESistance:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:OVD:ACTion
[SOURce:]VOLTage	SYSTem:CONFig:OVD:ACTion?
[SOURce:]VOLTage?	SYSTem:CONFig:UCD
[SOURce:]VOLTage:LIMit:HIGH?	SYSTem:CONFig:UCD?
[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW?	SYSTem:CONFig:UCD:ACTion
[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]	SYSTem:CONFig:UCD:ACTion?
[SOURce:]VOLTage:PROTection[:LEVel]?	SYSTem:CONFig:USER:TEXT
MEASure:[SCALar:]CURRent[:DC]?	SYSTem:CONFig:USER:TEXT?
MEASure:[SCALar:]PoweR[:DC]?	SYSTem:CONFig:UVD
MEASure:[SCALar:]VOLTage[:DC]?	SYSTem:CONFig:UVD?
OUTPut[:STATe]	SYSTem:CONFig:UVD:ACTion
OUTPut[:STATe]?	SYSTem:CONFig:UVD:ACTion?
STATus:OPERation?	SYSTem:DEVIce:CLAss?

STATus:QUEStionable?	SYSTem:ERRor:ALL?
SYSTem:ERRor:NEXT?	SYSTem:NOMinal:CURRent?
SYSTem:ERRor?	SYSTem:NOMinal:POWer?
SYSTem:LOCK	SYSTem:NOMinal:RESistance:MAXimum?
SYSTem:LOCK?	SYSTem:NOMinal:RESistance:MINimum?
SYSTem:LOCK:OWNer?	SYSTem:NOMinal:VOLTage?

3.5.4 经模拟接口 (AI) 的远程控制

3.5.4.1 概述

产品后板有一个内置电隔离15针模拟接口（简称：AI），它具有下列功能：

- 远程控制电流、电压、功率与内阻
- 远程监控状态（CV）
- 远程监控报警（OT，OVP，PF）
- 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。

AI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%。可通过软件配置，如：EA Power Control选择电压范围。

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%，而实际值输出脚上(CMON, VMON)0...100%的实际值对应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%，而实际值输出脚上(CMON, VMON)0...100%的实际值对应0...10 V。

输入超过设定值（比如：输入>5 V而不是在5 V范围内，或者在10 V范围内输入>10 V的值）的数值会被100%的设定值切断。

使用接口模块前请先阅读这些重要的注意事项：

- 必须先用“远程”(5)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。
- 设定值输入脚，如VSEL, CSEL, PSEL与RSEL（如果R模式被激活的话），在模拟远程控制模式下，它不能做任何连接（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。



模拟接口与直流输入端是隔离的。因此不要将模拟接口的任何地接到DC-或DC+的输入脚上，除非有绝对必要！

3.5.4.2 设备报警的确认

设备报警（见章节3.6.2）通常会通过前板的“Error”错误LED指示出来，有些会通过模拟接口插座（见下表）以信号报告出来。

如果在经模拟接口的远程控制模式下出现产品报警，跟手动控制模式下一样，直流输入会关闭。经接口相应的引脚可监控OT（过温）、PF（电源故障）与OV（过压）报警，但是其他报警如过流（OC）则不能。这只能将实际电流与电压设为零而非设定值，这样才能监控或检测得到。

有些设备报警（OV, OCP 与 OPP）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）。

3.5.4.3 分辨率与取样率

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。在10V工作电压范围下，设定值（VSEL等）与实际值（VMON/CMON）的分辨率是一样，都是26214。5V范围下分辨率则减半。因为有误差，实际可达到的分辨率会稍微低一点。

另外还有一个500 Hz的最大取样率。它指产品可以每秒钟获得500次的数字引脚模拟设定值与状态。

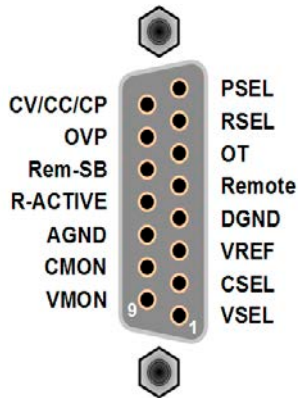
3.5.4.4 模拟接口规格

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%****
2	CSEL	AI	设定电流	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 I_{Nom}	输入阻抗 $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
3	VREF	AO	参考电压	10 V 或 5 V	$I_{max} = +5\text{ mA}$ 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	打开内部控制/远程控制	远程 = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ 内控 = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ 内控 = Open	电压范围 = 0...30 V $I_{Max} = -1\text{ mA}$, 5 V时 $U_{LOW\text{ to HIGH typ.}} = 3\text{ V}$ 发送者：集电极对DGND开路
6	OT / PF	DO	过热报警 / 电源故障	OT报警= HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ 无OT报警= LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	准集电极开路上拉至Vcc ** 输出5 V时，电流最大+1 mA $U_{CE} = 0.3\text{ V}$ 时， $I_{max} = -10\text{ mA}$, $U_{max} = 0...30\text{ V}$ 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%****
8	PSEL	AI	设定功率	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 P_{Nom}	输入阻抗 $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
9	VMON	AO	实际电压	0...10 V或0...5 V对应0..100%的 U_{Nom}	$I_{max} = +2\text{ mA}$ 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, $U_{Low} < 1\text{ V}$ R模式关 = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ R模式关 = Open	电压范围 = 0...30 V 该引脚为5 V时， $I_{Max} = +1\text{ mA}$ $U_{LOW\text{ to HIGH typ.}} = 3\text{ V}$ 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***)	直流输入关 = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ 直流输入开 = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$ 直流输入开 = Open	电压范围 = 0...30 V $I_{Max} = +1\text{ mA}$, 5 V时 发送者：集电极对DGND开路
14	OVP	DO	过压报警	OVP报警= HIGH, $U_{high} > 4\text{ V}$ 无OVP报警 = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$	准集电极开路上拉至Vcc ** 赋予该引脚5 V电压时，电流最大+1 mA $U_{CE} = 0.3\text{ V}$ 时， $I_{max} = -10\text{ mA}$, $U_{max} = 0...30\text{ V}$ 对DGND有短路保护
15	CV	DO	恒压调整激活	CV = LOW, $U_{Low} < 1\text{ V}$ CC/CP/CR = HIGH, $U_{High} > 4\text{ V}$	

* 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 Vcc = 10 V

*** 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

	数字输入脚 (DI) 若想给DGND发送一个干净的信号，需使用一低阻开关（如继电器、开关、断路器等）。		模拟输入脚 (AI) OA电路的高阻输入引脚（阻值 >40 k....100 kΩ）。
	数字输出脚 (DO) 一个准集电极开路被当做对内部供电高阻上拉。在LOW条件下，它不能带任何负载，只能当开关用，如图所示的是继电器。		模拟输出脚 (AO) OA电路的输出脚，只能最低限度地抵抗，见上页规格表。

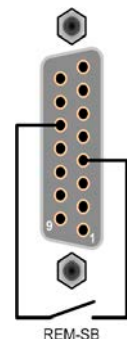
3.5.4.7 应用举例

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输入。它还可非远程控制模式下工作。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。其逻辑功能与默认电平可经软件配置用参数颠倒。见EA Power Control或随附U盘内的编程指引



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	+	„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	+	„Rem-SB“ 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	+	被颠倒		
	+	HIGH	+	被颠倒	→	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）

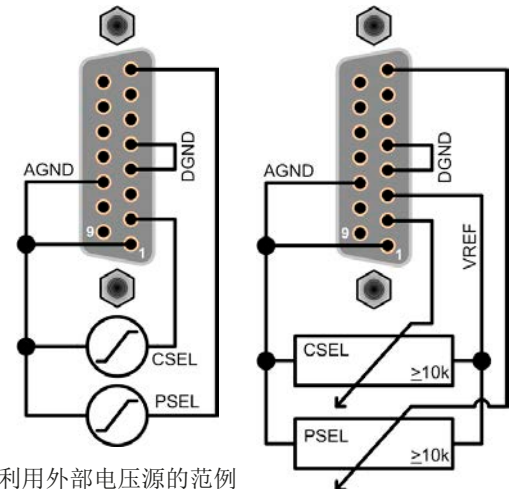
PSEL与CSEL脚的设定值一般来自VREF的参考电压，利用电位器设置。因此电子负载可选择在限流或限功率模式下工作。根据VREF输出脚最大5 mA的规格，必须使用至少10 kΩ的电位器。

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）



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。

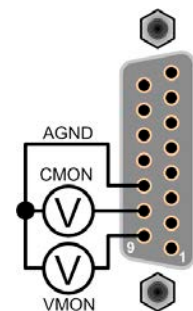


利用外部电压源的范例

利用电位器的范例

c) 读取实际值

AI可提供直流输入值，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

产品会经前板“Error”-错误LED灯把报警（见„3.3. 报警条件“）以信号发出，经数字接口可读取状态。当以主-从系统下的从机运行时，报警也会报告给主机，如果主机有显示器（不同系列），报警也会显示出来。基本上，设备报警会关闭直流输入，主要为了保护连接的供电源，次要就是保护设备本身。

还可以用户自定义事件的形式对产品进行监视或监控。只有经任意一个数字接口可配置报警极限与时间。

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可能要远大于预期值，且有可能因故触发电子负载的过流关断OCP或过流事件OCD，因为这些检测极限都会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，为这些检测极限都会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，且前板“Error”错误LED灯会亮，以告知用户。有些报警信息必须被确认。当产品处于主机控制时，所有报警都在主机上确认。确认后，从机引起的报警“Error”-错误LED灯应关闭。

对于所有其它情况，可按前板“On / Off”按钮，或在远程控制模式下经数字接口发送特定指令，确认报警。

► 如何确认报警（手控模式下）

1. 如果直流输入已关闭，且“Error”-错误LED灯已亮，可按前板“On / Off”按钮。
2. LED灯应该灭，然后再按一下“On / Off”按钮，直流输入应再次打开。如果LED灯还亮，表示报警原因仍然存在。

模拟远程控制模式下报警信息的确认，可参考„3.5.4.2. 设备报警的确认“。数字式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，特别是其极限值都可经EA Power Control软件或客制软件工具配置：

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。	$0\text{ V} \dots 1.03 \cdot U_{\text{Nom}}$	“Error”-错误LED灯，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。	$0\text{ A} \dots 1.1 \cdot I_{\text{Nom}}$	“Error”-错误LED灯，数字接口
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。	$0\text{ W} \dots 1.1 \cdot P_{\text{Nom}}$	“Error”-错误LED灯，数字接口

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	指示AC供电部分的各种问题。如果AC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，会触发报警。直流输入将会被关闭。	“Error” –错误LED灯，模拟&数字接口
OT	Over Temperature -电源故障	如果产品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。	“Error” –错误LED灯，模拟&数字接口
MSP	Master-Slave Protection -主从保护	如果已初始化的主-从系统下，主机与任何从机失去连接，或者有一台从机还未被主机初始化，则会触发报警。直流输入会被关闭。然后可以停止主-从模式，或者重新初始化MS系统来清除此报警。	“Error” –错误LED灯，数字接口

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，而电压仍继续下降。

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：

动作	作用
无	用户自定义事件不工作。
信号/警告	在达到可触发信号或警告的事件条件时，会在产品状态缓存区设置一下。经USB端口可读取缓存区。本系列的信号与警告动作级别一样。
报警	在达到可触发报警事件的条件时，会在产品状态缓存区设置一下，而且会关闭直流输入。经USB端口可读取缓存区的这两个条件。

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...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...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...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...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...P _{Nom}

一旦用“无”之外的动作设置了一个事件，并且直流输入是打开的，则会立即出现事件，并关闭直流输入。因此建议仅在直流输入关闭时设置事件。

3.7 其他应用

3.7.1 两象限操作(2QO)

3.7.1.1 简介

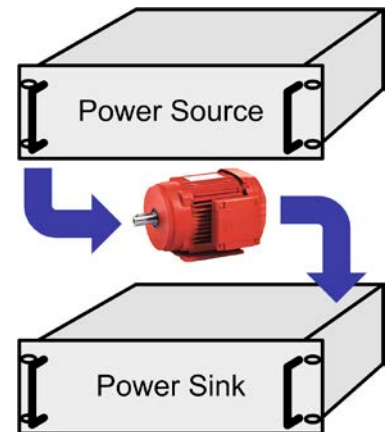
这个操作模式针对供电源的使用，该情况指可兼容的电源系列（见„1.9.9. 共享连接器“章节），与吸收源的结合使用，如EL 9000 B 2Q系列电子负载。系列名称中“2Q”指出本系列产品的主要功能，即：当负载以次要身份运行，经所谓的共享总线受控于电源时，以两象限模式运行。共享总线为模拟连接端，它决定电压水平，以及吸收源的输入电流。其它要求正确操作的参数，必须由用户经可用数字接口调整，至少针对2Q型号要调整。

通过共享总线实现源-汇操作，该组合下的两种设备可交替使用。它能实现多种应用，例如：将电池的充放电作为生产线中终端测试的一部分，或者快速地将开关电源的输出容量放电，以提高其电压动态。

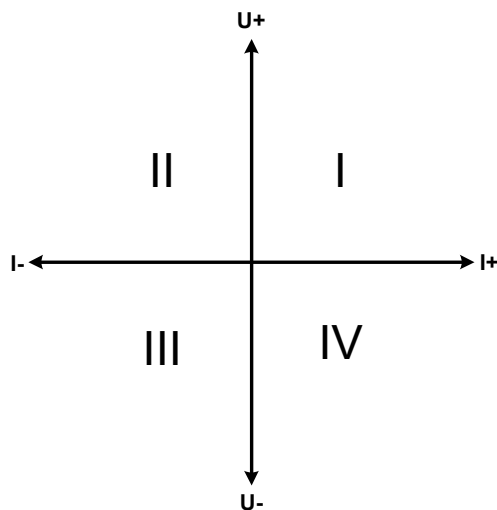
其他应用可能要求吸收源单独地、恒定地在供电源的直流输出上运行。这只需断开共享总线即可。在此操作模式下，两个设备仅连接直流端。于是吸收源将仅在某一电压阈值之上开始反应，例如：为了切掉减速马达的再生能量，该减速马达会产生过高电压，输送给电源。

用户可自己决定是手动操作系统，还是通过电脑远程控制作为驱动设备的电源或者两个产品。一般建议集中于电源产品上。两象限操作仅适合恒压操作（CV）模式。

在一台电源与一台负载组成的系统其功率仍不够用的情况下，可将同额定值的产品并联连接起来，在主从模式下操作，从而扩展其功率。



图释：



供电源与吸收源结合只能绘制I + II象限，顾名思义为“两象限操作”。供电源（电源）被定为“I”象限，而吸收源（电子负载）定为“II”象限。意指只能提供正向电压。

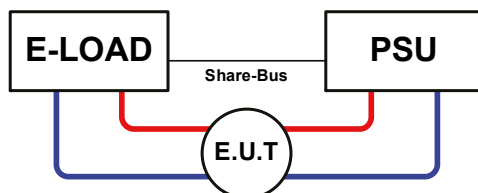
由于系统的主要对象为E.U.T-被测设备。正向电流由供电源产生，然后正向输送给E.U.T，而E.U.T输出出来的负电流则流向吸收源。

典型应用：

- 燃料电池
- 电容测试
- 电机驱动应用
- 需高动态放电的电子测试

3.7.1.2 连接产品组成两象限操作-2QO

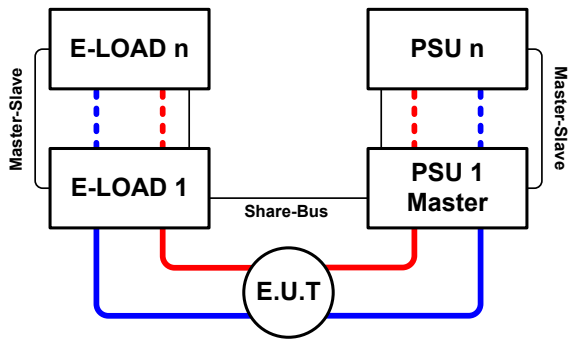
可以多种方式将供电源与吸收源连成两象限操作-2QO：



配置A：

1台电子负载与1台电源，再加上1个测试对象（E.U.T）

这个是最基本的2QO配置。这两台设备的额定电压与电流应该相互匹配，比如EL 9080-170 B 2Q匹配PSI 9080-170 3U，至少是其电压相同。该系统由电源控制，故电源应在设置菜单下设为“主机”，即使无主-从操作也是这样。

**配置B:**

多台电子负载与多台电源连接，以提升总性能，再加上1个测试对象（E.U.T）。

负载组与电源组结合起来可各自创建一个指定功率的总系统。但是这两个系统的额定值必须匹配，即：输入电压为80 V的电子负载组对应直流输入电压最大为80 V的电源组。最多不能超过10台产品相连。对于使用共享总线操作，需将所有负载产品设为从机，而将其中一台电源设为主机。

3.7.1.3 限制**重要须知:**

- 只要经共享总线将电子负载与电源相连，就不再限制其电压水平。因此较常用的限制值，比如给电池放电时，必须使用正确的设置，然后谨慎地调节。
- 如果电源断电或出故障，则共享总线不工作。负载产品可以继续运行，但是不再收到稳定的调整信号。在此情况下，只有UVD（见“3.6.2.1. 用户自定义事件”）这类监控功能才能起保护作用，比如：阻止电池过放。
- 如果驱动电源的直流输出关闭，共享总线会为电子复杂将电压调整为“OV”。意思是，只有当电源直流输出打开时，方能执行正确的操作，以及控制正确的电压水平。

3.7.1.4 产品上的设定

主-从设定也会影响共享总线。为了使2QO操作能正常运行，所有涉及的负载产品都要设为共享总线上的从机。为了达到此目的，可将主-从模式设为关或者从机，取决于是否在使用数字式主-从模式。主-从系统下负载为主机（设置：主机），比如使用的是EL 9000 B HP型号，需激活另外的参数“PSI/EL system”。当使用EL 9000 B 2Q作为主机时，可用ModBus寄存区652完成激活，或者经远程配置使用相应的SCPI指令来完成。

然后针对电源组的其中一台，激活其主-从模式，然后将其设为主机，除非该电源已经在主-从系统下被设为主机。其它详情请参考电源的说明，可参阅更多信息。

为了保证被测设备-E.U.T/D.U.T的安全，避免损坏，我们建议，将电源（主机）的监测极限，如OVP/OVD，或者负载的UVD，调至一合适水平。一旦超过这些极限值，将会关闭供电源直流输出或者负载的直流输入。

3.7.1.5 应用举例

给一个24 V/400 Ah的电池充电与放电，可用配置A的那种连接。

- 将电源PSI 9080-120 2U设为： $I_{Set} = 40\text{ A}$ （充电电流，容量的1/10）， $P_{Set} = 3000\text{ W}$
- 将电子负载EL 9080-170 B 2Q设为： $I_{Set} =$ 电池的最大放电电流（即：100 A）， $P_{Set} = 2400\text{ W}$ ，加上UVD = 20 V，然后通过“Alarm”事件使电池在特定的低电压限值上停止放电
- 功率消耗：在测试开始时电池的电压为26 V
- 所有产品的直流输入或输出都需关闭



在此配置下，建议先打开电压源的直流输出，再打开吸收源即负载的直流输入。

第一部分：将电池放电到24 V

设置：电源电压设为24 V，激活电源的直流输出与负载的直流输入

反应：电子负载会给电池提供最大100 A的电流，以便将其放电至24 V。此时电源不输出任何电流，因为电池电压仍然高于电源已调节电压。负载会逐渐地减少电流以便使电池电压保持在24 V。一旦电池电压达到24 V且放电电流为0 A时，电源会一直供电，并使电压维持在这个水平。



经共享总线电源决定负载的电压设置。为了避免意外地将电源电压设为一个很低值而使电池过放，建议对负载设置一个欠压感测功能（UVD），这样当达到最小允许放电电压时会关闭直流输入。经共享总线操作的负载的设定，不可再负载显示屏上读取。

第二部分：给电池充电到27 V

设置：电源电压设为27 V

反应：电源会以最大40 A的电流给电池充电。接着电流逐渐减小，而电压上升，因为电池内阻出现变化。在此阶段负载不再吸收任何电流，因为它经共享总线控制在某一电压上，但是仍高于电池的实际电压与电源的实际输出电压。当电压到达27 V时，电源只提供维持电池电压所需的很小电流。

3.7.2 串联操作



电子负载串联是不允许的，在任何情况下都不可这样安装或操作！

3.7.3 主-从模式(MS)下的并联

本系列除了其主要功能-由电源驱动的两象限操作之外，在多台负载组成的主-从系统下，这些负载产品还可当作从机产品用。因为2Q系列只能经远程控制配置，如能从EL 9000 B HP系列中抽一台作为主机，则会更有用处。2Q系列下的所有型号都能匹配HP系列下的型号。将最多10台两个系列下的产品组成主-从系统，可获得高达24kW的总功率。

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。对于真实的主-从操作，需将产品经直流输入端，主-从总线端与共享总线端连在一起。

主-从总线为数字总线，可将整个系统的调节值、实际值与状态当做一个大机器运作。

共享总线会经内部电流调整电路，动态平衡给每台产品，当主机运行了正弦波等函数时特别明显。为了使该总线正确工作，应至少将所有产品的直流负极连接起来，因为直流负极是共享总线的参考点。

3.7.3.1 限制

与单机的基本操作相比，主-从操作有一些限制：

- 主-从模式对不同的报警状态反应会有不同（见下面章节3.7.3.6）。
- 共享总线的使用可以使整个系统尽可能地动态反应，但是仍不如单机操作那样动态快速。

3.7.3.2 直流输入端的连线

在并联时，只需将每台机的直流输入端相互连接即可，用线直径请根据最大电流选择，并请用尽可能短的线材。或者安装U型铜条来代替。

3.7.3.3 共享总线端的连线

机台之间共享总线端的连线一般使用合适的对绞线连接，线材直径大小无关紧要。我们一般建议使用0.5 mm²至1.0 mm²的线材。



- 共享总线是有极性的，请特别注意连接线的正确极性！
- 为了正确使用共享总线，至少需将所有产品的直流负极输入连在一起。



经共享总线最多只能连接10台机器。

3.7.3.4 主-从总线端的连线与设置

主从总线为内置型，所以必须先用网线（≥CAT3超五类网线）连接起来，然后手动配置或远程配置。适用如下：

- 最多可经主从总线连接10台产品：1台主机，9台从机。
- 只能是类似产品比如：电子负载与电子负载，同型号的产品比如EL 9080-170 B 2Q与EL 9080-170 B 2Q，或与EL 9080-170 B HP才能这样连接。
- 总线末端的产品都要装终端电阻（如下）



主-从总线端不能用交叉电缆连接！

MS系统的后续操作必须适用：

- 主机通过远程控制器会显示或者能够读取所有产品的总实际值
- 主机上数值的设定范围要符合产品数量，因此，如果是5台功率分别为2.4 kW的产品相连，则组成的系统时12 kW, 那么主机可设范围为0...12 kW。
- 只要从机受控于主机，则不可重新配置。

► 如何进行主-从总线端的连接：

1. 关闭所有即将连接的产品，然后用网线（CAT3超五类网线或更好的，本产品不提供）将它们相连。不管将这两个主-从插座（RJ45，产品后板）的哪一个与另外一台相连都没有关系。
2. 将所有产品的直流端连在一起。
3. 如果使用了较长（>0.5 m）的连接线，则连接链上最开始与末尾的这两台机都要装终端电阻。可通过产品后板上MS连接器旁边的3针DIP开关来完成。



现在必须对主-从系统上的每台产品进行配置。建议先配置所有的从机，然后是主机。2Q系列产品仅能通过软件配置，下文给出的逐步设置指引是针对EA Power Control (仅在Windows操作系统下) 软件的。客制软件也可以操作。然后假定有一台带显示器的主机，比如EL 9000 B HP系列的型号。2Q系列也可当主机用，但是必须通过软件完成整个设置与产品的初始化。

► 步骤1：用EA Power Control软件配置所有2Q系列从机：

1. 用USB线将产品连接到后面的USB端口，然后安装驱动程序，如果有必要的话。
2. 启动软件，将产品标志拖拽到“设置”应用程序。
3. 切换到“主-从”选项卡，从下拉列表中选择“从机”。此时可忽略地址设置，因为本系列使用自动配置。

于是从机就配置好到主-从操作中了。重复上述步骤设置所有其它从机。

► 步骤2：配置主机：

1. 进入 **选单**，然后是**基本设置**，按 直到找到主-从模式。
2. 用 **MASTER** 将产品指定为主机。此时会跳出一报警请求，需用OK键确认，否则更改会被恢复。
3. 用触摸区 键接受设定，然后返回主页面。

► 步骤3：初始化主机

主机与整个主-从系统都必须进行初始化。从设置菜单退出后，主页面会跳出一个对话框，展示第一次初始化的结果：



点击**初始化**会让主机再次搜索从机，然后设置所有必要参数来配置本机。如果发现一台或多台配置正确的从机，屏幕上就会显示从机数量，组合后的总电流与总功率。

如果没有找到任何从机或没有显示预期的从机数量，则应检查所有从机与主机之间的连线与设置，然后重复设置步骤。



只要主-从模式仍处于激活状态，每次打开产品后，都要重复主机与主-从系统的初始化。经**选单 / 基本设置**，**页码 10**可随时重复初始化过程。

3.7.3.5 操作主-从系统

2Q系列产品不会指示“从机”或“主机”状态。只有当它们为“从机”时，前板的“Remote”LED灯会亮。只要从机不在手动控制模式，也未经模拟或数字接口控制的远程模式，就可通过读取实际值与状态监控它们。

主机在初始化后其显示内容会更改，且所有设定值会被重设。此时主机会显示整个系统的设定值与实际值。根据连接产品数量，总电流与功率会累加。且适用如下：

- 可将主机当一单机对待。
- 主机与从机共享设定值，并控制它们的设定值
- 可经模拟或数字接口远程控制主机
- U, I与P（监控，设定极限等）设定值的所有设置都会随新的总值而变化
- 所有初始化的从机会将极限值（ U_{Min} , I_{Max} 等），监控极限（OVP, OPP等），事件设定（UCD, OVD等）重设为默认值，以便与主机的控制不会有冲突。只要主机上的这些值被修改，将会1:1地传输给从机。然后在后续操作中，可能会使从机而不是主机出现报警或错误事件，因为电流分配不均匀或者反映稍微快了一点。
- 如果一台以上从机报告报警信息，这会显示于主机上，必须确认它从机才可继续操作。如果报警导致直流输入关闭，一旦报警被确认主机会自动恢复它。
- 如果任何一台从机的连接出现松动，会导致所有直流输入断开，作为安全起见，主机会报告此状态，在显示器上跳出一行信息“主-从安全模式”。此时MS系统需重新初始化，可以在重新将断开机台连接好之前或者之后。
- 用模拟接口的REM-SB引脚可从外部关闭所有机台，包括从机的直流输入。这个功能可在某些经济情况下使用，可将并联中所有机台的该引脚接一个接触器（接合器或断路器）。

3.7.3.6 报警与其它问题情境

主-从操作模式下，因为多台产品之间的连接与相互作用，可能会引起单机操作不会出现的额外问题。针对这些情况，必须做出下列相应的预防措施：

- 一般情况下，如果主机与任何一台从机断开，都将产生MSP（主-从保护）报警，在屏幕上跳出一个信息，并关闭直流输入。从机将会回到单机操作模式，也会关闭直流输入。再次初始化主-从系统可以删除MSP报警。这可在MSP报警对话框屏幕下，或主机的**选单**菜单下，亦或远程控制下完成。在主机上停止主-从操作也可清除报警。
- 如果一台以上从机的直流端因故障或过热等而关闭，整个MS系统的功率消耗会被切断，则需人为介入。
- 如果一台以上从机的交流端（通过电源开关，供电欠压）被断开，而主机仍在运行，当供电恢复后，从机不会自动初始化，并再次集成到MS系统内。此时需重复初始化步骤。
- 如果主机的直流输入端因故障或过热等而关闭，整个MS系统不能吸收任何功率，且所有从机的直流输入也会自动关闭。
- 如果主机的交流端（通过电源开关，供电欠压）被关闭，供电恢复后机器会自动初始化整个MS系统，并寻找与集成所有激活的从机。在此情况下，MS系统会自动恢复。
- 如果意外地将多台或没有一台产品定义为主机，则主-从系统不能初始化。

如果有一台或多台产品出现OV, PF或OT这样的报警，则适用如下：

- 从机上的任何报警显示在从机显示屏上，也显示在主机显示屏上
- 如果多个报警信息同时出现，主机只显示最新出现的那个。在此情况下，可经数字接口（后面端口）从报警计数器中读取从机的特定报警信息。

3.7.3.7 重要须知



如果并联系统下的一台或多台机器不适用，并且已关闭，根据运行机器的数量和操作动态，可能需将不运行机台与从共享总线上断开，因为即使不给它们供电，由于其内阻，它们也会对共享总线产生负面影响。

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。可以从产品外面操作。但若想达到最佳效果，对里面也清理一下，则需打开产品。

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。
- 如果接口模块可能出现连接问题，也请将此配件一同打包。
- 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。其规格值印在保险座的旁边，或参考技术规格表（1.8.3）。更换时需使用同尺寸同规格的保险丝。

4.2.2 固件更新



当有绝对必要，比如：新的固件可消除产品上存在的缺陷时，方可进行固件更新。

如果有需要，可经产品后板的USB端口，对控制面板（HMI）的固件，通讯件（KE）与数字控制器（DR）进行更新。此时需使用“EA Power Control”软件，该软件与固件更新文档会随货提供，也可从制造商网站下载，或发送需求给我们，我们也可提供。

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 611-612, No. 6, Lane 358, Wencheng Road, Song Jiang District, Shanghai, China	技术支持: support@elektroautomatik.de 所有其它事务: ea1974@elektroautomatik.cn	技术支持: +86-21-37012050