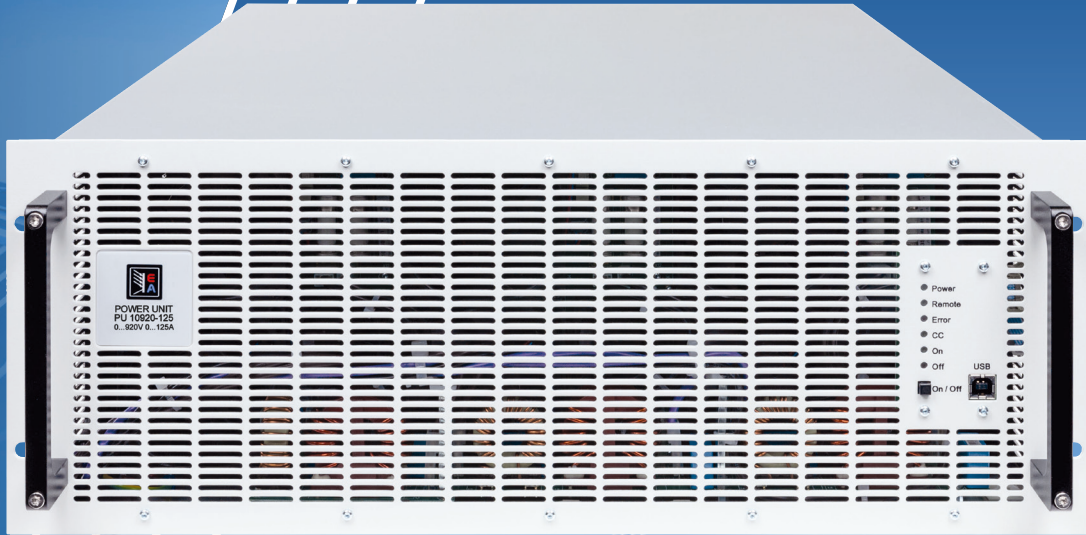




Elektro-Automatik



手册

EA-PU 10000 4U

可编程直流电源

目录

1. 概述		
1.1 手册介绍	4	
1.1.1 保留与使用	4	
1.1.2 版权	4	
1.1.3 有效性	4	
1.1.4 标志和警告	4	
1.2 保修	4	
1.3 责任限制	4	
1.4 设备处置	5	
1.5 产品编码规则	5	
1.6 预期用途	6	
1.6.1 设备上的标志和警告	6	
1.7 安全	7	
1.7.1 安全警示	7	
1.7.2 操作方的责任	8	
1.7.3 对用户的要求	8	
1.7.4 用户的责任	8	
1.7.5 报警信号	9	
1.7.6 功能性测试	9	
1.8 技术数据	10	
1.8.1 允许的操作条件	10	
1.8.2 一般技术数据	10	
1.8.3 特定技术数据	11	
1.8.4 视图	14	
1.8.5 控制部件	19	
1.9 结构与功能	20	
1.9.1 概述	20	
1.9.2 原理图	20	
1.9.3 标准配置清单	21	
1.9.4 配件	21	
1.9.5 选件	21	
1.9.6 控制面板 (HMI)	22	
1.9.7 USB 端口 (后置)	23	
1.9.8 接口模块插槽	23	
1.9.9 模拟量接口	23	
1.9.10 “共享总线”连接器	24	
1.9.11 “感测”连接器 (远程感测)	24	
1.9.12 主从总线	24	
1.9.13 Ethernet 端口	25	
1.9.14 水冷	25	
2. 安装和调试		
2.1 运输与储存	26	
2.1.1 运输	26	
2.1.2 包装	26	
2.1.3 储存	26	
2.2 开箱与目检	26	
2.3 安装	26	
2.3.1 安装使用前的安全规格	26	
2.3.2 准备	26	
2.3.3 安装设备	28	
2.3.4 安装水冷型设备	29	
2.3.5 连接交流供电	31	
2.3.6 与直流负载的连接	33	
2.3.7 直流端子的接地	34	
2.3.8 远程感测端的连接	35	
2.3.9 接口模块安装	36	
2.3.10 连接模拟量接口	37	
2.3.11 连接共享总线	37	
2.3.12 连接 USB 端口	37	
2.3.13 初始调试	37	
2.3.14 固件更新或长时间未使用后的调试	37	
3. 操作与应用		
3.1 人身安全	38	
3.2 操作模式	38	
3.2.1 电压调节/恒压	38	
3.2.2 电流调节/恒流/限流	39	
3.2.3 功率调节/恒功率/功率限制	39	
3.2.4 内阻调节	39	
3.3 报警条件	40	
3.3.1 电源故障	40	
3.3.2 过温	40	
3.3.3 过压保护	40	
3.3.4 过流保护	40	
3.3.5 过功率保护	40	
3.3.6 安全 OVP	41	
3.3.7 共享总线故障	41	
3.4 手动操作	42	
3.4.1 启动设备	42	
3.4.2 设备关闭	42	
3.4.3 打开或关闭直流输出	42	
3.5 远程控制	43	
3.5.1 概述	43	
3.5.2 通过数字接口进行远程控制	43	
3.5.3 接口监控	44	
3.5.4 通过模拟量接口进行远程控制	45	
3.6 设备报警处理	49	
3.7 其他应用	50	
3.7.1 主从 (MS) 模式下并联运行	50	
3.7.2 串联	54	
3.7.3 SEMI F47	54	

4.	检修与维护	
4.1	维护/清洁	55
4.1.1	电池更换	55
4.2	故障查找/诊断/维修	55
4.2.1	固件更新	55
4.2.2	排除设备问题	56
5.	联系与支持	
5.1	维修/技术支持	57
5.2	联系信息	57

注意! 本手册中涉及控制面板功能处理的部分, 仅适用于固件为“KE: 3.06”、“HMI: 3.04”以及“DR: 1.0.2.20”或更高版本的设备。

1. 概述

1.1 手册介绍

1.1.1 保留与使用

应将本手册置于设备附近位置，便于后期参考和提供设备操作说明。当设备的使用地点和/或用户发生更改时，应将手册随设备一并交付并妥当保存。

可登录我公司网址获得本手册的最新版本。

1.1.2 版权

禁止转载、复制本手册或将其部分内容用于除本手册预期目的以外的其他目的。违反规定可能导致法律后果。





1.1.3 有效性

本手册适用于下列设备，包括其衍生设备：

型号	型号	型号
EA-PU 10060-1000 4U	EA-PU 10500-180 4U	EA-PU 11500-60 4U
EA-PU 10080-1000 4U	EA-PU 10750-120 4U	EA-PU 12000-40 4U
EA-PU 10200-420 4U	EA-PU 10920-125 4U	
EA-PU 10360-240 4U	EA-PU 11000-80 4U	

1.1.4 标志和警告

本手册中的警告和安全警示及一般注意事项用带边框的标志表示，如下所示：

	危及生命的危险标志 (触电危险)
	风险标志 (设备损坏)。如果设备上贴有上述标志，则要求用户在开始任何操作前务必阅读相关指示信息。
	一般安全警示 (须知及危害防护禁令) 或重要操作信息标志
	一般注意事项标志

1.2 保修

EA Elektro-Automatik 保证应用技术的功能性及规定的性能参数。保修期从设备无缺陷交付之日起计算。

保证条款包含在 EA Elektro-Automatik 的一般条款和条件中。

1.3 责任限制

本手册中的所有声明和说明均建立在现行规章制度、最新技术及我公司的长期知识和经验积累的基础上。对于以下原因造成的损失，制造商概不承担责任：

- 将其用于设计目的以外的目的
- 由未经培训的人员使用
- 客户对设备进行了改装
- 技术变更
- 使用未授权备件

由于存在最新技术革新或定制型号 (包含额外订购选件) 等情况，实际交付的设备可能与本手册中的说明和图表所示设备存在差异。

1.4 设备处置

根据欧洲法律法规 (ElektroG, WEEE), 除非操作该设备的人员或其他授权人员正在进行报废处置, 否则必须将预报废处置的设备返回制造商处进行报废。我们的设备符合这些规定, 因此标有以下标志:



该设备包含锂电池。电池处置需遵循上述规定或特定的本地法规。

1.5 产品编码规则

解读标签上的产品说明, 示例如下:

EA-PU 10 080 - 1000 4U zzz

	用于标识已安装选件的字段:
	WC = 已安装水冷模块
	结构 (仅在型号标签上注明):
	4U = 4U 高的 19" 机架
	设备最大电流 (以安培为单位)
	设备的最大电压 (以伏特为单位, "10080" = 80 伏)
	系列: 10 = 10000 系列
	类型标识:
	PU = Power Unit 电源设备

1.6 预期用途





该设备仅用作可变电电压源和电流源，或仅用作可变电流吸收源。此外，只能在合适的设备（19" 机架或类似设备）中安装和操作，配套刚性、不可伸缩交流供电线。

电压源的典型应用是为任何相关用户提供直流电源，例如，用作电池充电器为不同类型的电池充电；针对电流吸收源，通过使用可调电子直流负载替换欧姆电阻器，实现任何类型的相关电压及电流源的加载。



- 就因预期用途之外的使用而造成的损害，我方概不接受任何形式的损害索赔。
- 所有因预期用途之外的使用而造成的损害，应由操作方承担全部责任。

1.6.1 设备上的标志和警告

标牌	说明
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>⚠ DANGER</p> <p>RISK OF ELECTRIC SHOCK</p> <p>Disconnect all sources of supply prior to servicing.</p> </div>	该警告主要与直流端子上设备的重新配置有关，出于安全考量，还要求切断设备与交流供电的连接（外部总开关）。这一要求对交流端的断开与重连接同样适用。
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>⚠ DANGER</p> <p>Capacitors on DC, storing voltage! Discharge for 10 sec then ground before working.</p> </div>	即使在直流端与外部电源断开连接后，直流接线端子极之间和/或直流电与外壳之间仍可能存在危险的电压电位。为安全起见，电容器放电后，直流端子必须短路，并且必须接地，即连接到 PE。
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>⚠ WARNING</p> <p>ELECTRICAL HAZARDS</p> <p>Authorized personnel only.</p> </div>	电气设备的金属材质、可公开接触部件上始终存在电压电位，尽管电压水平可能并不会造成危害。仍建议您谨慎操作，因为这些电位仍有可能引起轻微电击或火花。
 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>⚠ WARNING</p> <p>Read and understand the operating guide before using this device. Non-adherence of the instructions in the operating guide can result in serious injury or death.</p> </div>	在使用设备过程中，请务必遵循。

致命危险 - 危险电压



- 电气设备的运行表明，可在设备外部接触的某些部件可能存在高压危险。因此，在操作过程中，所有带电部件必须带保护盖！该要求基本上适用于所有设备型号。符合 SELV 要求的 60 V 的设备型号除外。
- 直流端子与交流输入相互隔离，内部不接地。因此，直流极和 PE 之间可能存在危险电位，例如，由连接的外部源引起的电位。由于电容器带电，在直流输出或设备已关闭的情况下，这种情况很可能会发生。
- 请勿将任何零件（尤其是金属件）插入通风孔内！
- 每次对交流或直流端子（特别是可能具有危险电压电位的端子）进行重新配置时，必须将设备与交流供电的连接完全切断（交流电缆远端的总开关）；仅关闭前面板的电源开关还不够。
- 操作电气设备时，必须遵守 5 项安全规则：
 - 完全断开
 - 防止重连
 - 确认系统已完全停止运行
 - 执行接地和短路操作
 - 保护相邻带电部件



- 避免在设备附近使用任何液体。保护设备免受湿气、潮湿和冷凝环境影响。
- 切勿将外部电源正负极反接到直流端子上！即使完全断电，这也会导致设备受损。
- 禁止将可能会产生高于设备额定电压的外部电源连接至直流端子！
- 切勿将已连接到 Ethernet 的网线或其组件插入设备背面的主从控制插座！



- 设备仅用于预期设计用途
- 该设备仅获批在产品标签上规定的连接限值范围内使用
- 在将接口卡或模块插入相应孔位时，必须遵循防静电规定
- 设备关闭后，方可拔插接口卡或模块。该操作无需打开设备
- 针对目标应用需要的敏感负载，应始终配置过流、过压等各种保护功能！

1.7.2 操作方的责任

操作方是指使用设备或将设备委托给第三方使用的自然人或法人, 在设备使用期间对用户、其他人员或第三方的安全负责。该设备已投入工业生产。因此, 操作方必须遵守安全法规。除了本手册中的警告和安全警示外, 还必须遵循相关的安全、事故预防和环境法规。特别是, 操作方必须做到以下几点

- 熟悉相关的作业安全要求
- 通过风险评估确定工作区特定使用条件可能产生的其他危险
- 针对当地情况在操作程序中引入必要步骤
- 定期更新操作程序
- 必要时更新操作程序, 反映法规、标准或操作条件的变化
- 明确确定设备的操作、维护和清洁责任
- 确保所有使用设备的员工均已阅读并理解本手册的内容。此外, 用户应定期接受有关设备操作及可能存在的危险的相关培训
- 向所有设备操作人员提供指定和建议安全设施

此外, 操作方有责任确保设备的技术性能始终符合使用要求。

1.7.3 对用户的要求

涉及使用此类设备的任何作业活动, 必须由能够正确可靠工作并符合作业要求的人员负责。

- 反应能力受到毒品、酒精或药物等不良影响的人员, 严禁操作本设备。
- 必须时刻遵循作业现场适用的年龄限制或作业要求规定。



不合格用户的风险

操作不当会造成人员或设备损坏。只有经过必要培训、具有必要知识和经验的人员才能使用该设备。

另外, 允许符合以下条件的人员操作本设备:

委托人员: 对这些人已就其任务及可能存在的危险进行了适当、明确的说明。

合格人员: 这些人员能够通过培训、知识储备和经验积累以及对具体要求的了解来执行所有规定任务, 识别危险并避免人身及其他风险。

1.7.4 用户的责任

该设备已投入工业生产。因此, 操作方必须遵守安全法规。除了本手册中的警告和安全警示外, 还必须遵循相关的安全、事故预防和环境法规。特别是设备用户:

- 必须知晓相关的作业安全要求
- 必须按照规定的责任要求完成设备操作、维护和清洁
- 在开始任何工作之前, 必须阅读并理解本操作手册中的相关内容
- 必须使用指定和建议的安全设备

此外, 任何设备操作人员都有责任确保设备的技术性能始终符合使用要求。

1.7.5 报警信号

该设备提供了各种发出报警条件信号的方式,但不涵盖危险情况。信号包括光信号(通过控制面板上的LED指示灯)、电子信号(模拟接口的状态输出)和数字可读状态位。所有报警都会导致设备关闭直流输出。有关各类报警的详细信息,请参见«3.3 报警条件»部分。

不同信号的含义如下:

OT 信号 (过温)	<ul style="list-style-type: none">• 设备过热• 将关闭直流输出• 非严重信号
OVP/SOVP 信号 (过压)	<ul style="list-style-type: none">• 因超过预设限值,直流输出过压关闭• 严重信号!设备和/或负载可能遭到损坏
OCP 信号 (过流)	<ul style="list-style-type: none">• 因超过预设限值,直流输出关闭• 非严重信号,防止负载电流消耗过大
OPP 信号 (过功率)	<ul style="list-style-type: none">• 因超过预设限值,直流输出关闭• 非严重信号,防止负载功率消耗过大
PF 信号 (电源故障)	<ul style="list-style-type: none">• 因交流欠压或交流输入故障,导致直流输出关闭• 过压时严重!交流输入电路可能损坏
MSP 信号 (主从控制保护)	<ul style="list-style-type: none">• 主从总线上存在通信问题,导致直流输出关闭• 非严重信号
SF 信号 (共享总线故障)	<ul style="list-style-type: none">• 共享总线上的信号失真,导致直流输出关闭• 非严重信号

1.7.6 功能性测试

设备操作方必须决定何时检查设备功能的正确性,由谁检查以及检查频次。“具体时间”可以在每次使用之前,或者在其转移位置或重新配置之后,亦或是按照规定间隔周期。



如果设定值无法按照如下说明进行调整,则可能只是因调整限值的干扰导致。当达到限值时,设备无法发出调整值信号。在远程控制中,无效值将被拒绝,并伴有错误信息。

一般测试程序如下:

1. 断开所有电缆(直流、感测、共享总线、模拟量接口、USB),交流电缆除外。
2. 将合适的电压表连接至直流端子。
3. 打开设备,通过前置或后置 USB 端口使用远程控制调节 10% U_{Nom} 的电压,同时电流和功率设定值均应达到最大值。然后打开直流输出,用万用表确认直流端子上是否有调整后的电压。同时将其与通过远程指令查询读取的实际电压值进行比较。
4. 在 100% U_{Nom} 的电压下,重复相同操作。
5. 关闭直流输出,用合适电容量(最低值为 I_{Nom})的电缆或铜轨桥接直流端子。如有,使用电流测量设备(换能器、电流探针)。
6. 将电流设定值调整为 10% I_{Nom} ,打开直流输出,使用外部测量设备(如果有)测量电流,并与可通过远程查询指令读取的设备测量的实际电流进行比较,或至少将读取的实际电流与设定值进行比较。
7. 在 100% I_{Nom} 的电流下,重复相同操作。

仅当设备提供的电流和电压在 0-100% FS 范围内可调时,设备才能被视为全面运行。

1.8 技术数据

1.8.1 允许的操作条件

1.8.1.1 环境条件

允许运行的环境温度范围为 0 °C (32 °F) 至 50 °C (122 °F)。在储存或运输过程中, 允许的温度范围可放宽至 -20 °C (-4 °F) 至 70 °C (158 °F)。如果在运输过程中出现水冷凝情况, 在运行前必须至少预留 2 小时让设备适应环境, 最好选择在空气流通良好的位置。

本设备设计适用于在干燥的室内操作。不得将设备暴露于灰尘过多、空气湿度高、有爆炸危险及存在污染空气的腐蚀性化学物质中, 或在这种环境下操作。操作位置并非随意确定 (参见«2.3.3 安装设备»), 但无论位置如何, 都必须保证良好的空气流通。该设备可以在 2000 m (约 6560 ft) 的海拔高度下运行。在给出公差的情况下, 技术规格 (在本手册中: 额定值) 适用于在环境温度为 23 °C (73 °F) 的条件下至少已经预热 30 分钟的设备。未给定公差的规格表示一般设备的标准值。

1.8.1.2 冷却

在设备内部耗散的功率会使气流升温。风扇位于气流通道末端, 内部放置有冷却块, 可将空气吸入设备。进气口设在前面, 排气口在背面。风扇转速会根据内部温度变化自动进行高低调节。鉴于设备怠速时有一些内部元件仍会发热, 因此会维持在特定最低转速。

空气中的灰尘长期积累形成灰尘层会阻碍空气流动, 因此至少应在设备外风扇后面留出足够的空间, 保证气流畅通无阻。风扇通常安装在机柜内部, 因此要求选用网格式柜门。

同时, 通过外部干预措施 (例如空调), 将环境温度维持在较低水平。如果设备内部发热, 且冷却块温度超过 80 °C (160 °F), 设备将自动关闭功率级来防止自身过热。冷却一段时间后, 方可继续操作并启动功率级供电模组。

对于水冷式电源设备, 水作为主要冷却介质, 流经内部各冷却块。几乎完全密封的机身内的空气在风扇的作用下循环流动, 以冷却未放置在冷却块上的剩余部件, 但这些部件会随着时间的推移而升温。

1.8.2 一般技术数据

显示: 6 个不同颜色的 LED 灯

控件: 1 个按钮

1.8.3 特定技术数据

一般规格	
交流输入	
电压, 相位	380 V - 480 V \pm 10%, 3ph AC (208 V - 240 V \pm 10%, 3ph AC, 降额至 18 kW)
频率	45-65 Hz
功率因数	大约 0.99
漏电流	<10 mA
相电流	400 V AC 时 \leq 56 A
过压类别	2
静态直流输出	
负载调整率 CV	\leq 0.05% FS (0 - 100% 负载, 恒定交流输入电压和恒定温度)
线性调整率 CV	\leq 0.01% FS (380 V - 480 V \pm 10% 交流输入电压, 恒定负载与恒定温度)
稳定性 CV	\leq 0.02% FS (经过 30 分钟的预热, 在 8 小时运行时间内保持恒定交流输入电压、负载和温度)
温度系数 CV	\leq 30 ppm/ $^{\circ}$ C (经过 30 分钟预热后)
补偿电压 (远程感测)	\leq 5% $U_{Nominal}$
负载调整率 CC	\leq 0.1% FS (0 - 100% 负载, 恒定交流输入电压和恒定温度)
线性调整率 CC	\leq 0.01% FS (380 V - 480 V \pm 10% 交流输入电压, 恒定负载与恒定温度)
稳定性 CC	\leq 0.02% FS (经过 30 分钟的预热, 在 8 小时运行时间内保持恒定交流输入电压、负载和温度)
温度系数 CC	\leq 50 ppm/ $^{\circ}$ C (经过 30 分钟预热后)
负载调整率 CP	\leq 0.3% FS (0 - 100% 负载, 恒定交流输入电压和恒定温度)
负载调整率 CR	\leq 0.3% FS + 0.1% FS 电流 (0 - 100% 负载, 恒定交流输入电压和恒定温度)
防护功能	
OVP	过压保护, 可调节 0 - 110% $U_{Nominal}$
OCP	过流保护, 可调节 0 - 110% $I_{Nominal}$
OPP	过功率保护, 可调节 0 - 110% $P_{Nominal}$
OT	过温保护 (当冷却不充分的情况下会关闭直流输出)
动态直流输出	
上升时间 10 - 90% CV	\leq 10 ms
下降时间 90 - 10% CV	\leq 10 ms
上升时间 10 - 90% CC	\leq 2 ms
下降时间 90 - 10% CC	\leq 2 ms
绝缘耐压	
交流输入至直流输出	3750 Vrms (1 分钟, 爬电距离 >8 mm)
交流输入至外壳 (PE)	2500 Vrms
直流输出至外壳 (PE)	取决于型号。请参见型号表
直流输出至接口	1000 V DC (输出电压小于等于 360 V 的型号), 1500 V DC (输出电压大于等于 500 V 的型号)
数字接口	
标配的电隔离接口	通讯用 USB、Ethernet (100 MBit)、USB 前面板端口
可选, 电隔离	CAN、CANopen、RS232、ModBus TCP、Profinet、Profibus、EtherCAT、Ethernet
模拟量接口	
标配的电隔离接口	15 针 D-Sub 接口
信号范围	0 - 10 V 或 0 - 5 V (可切换)
输入	U、I、P、R、遥控开/关、直流输出开/关、内阻模式开/关
输出	监督 U 和 I、报警、基准电压、直流输出状态、CV/CC 调节模式
精度 U/I/P/R	0-10 V: \leq 0.2%, 0-5 V: \leq 0.4%

一般规格	
设备配置	
并行运行	10000 系列中高达 64 台任何功率等级的设备（从 5 kW 开始），采用主从总线和共享总线
安全与 EMC	
安全	EN 61010-1 IEC 61010-1 UL 61010-1 CSA C22.2 No 61010-1 BS EN 61010-1
EMC 电磁兼容	EN 55011, A 级 CISPR 11, A 级 FCC 47 CFR 第 15B 部分, 无意辐射体, A 级 EN 61326-1 包含遵循以下标准的测试: - EN 61000-4-2 - EN 61000-4-3 - EN 61000-4-4 - EN 61000-4-5 - EN 61000-4-6
安全防护等级	1
防护等级	IP20
环境条件	
工作温度	0 - 50 °C (32 - 122 °F)
储存温度	-20-70 °C (-4-158 °F)
湿度	≤80% 相对湿度, 非冷凝
海拔	≤2000 m (≤6,600 ft)
污染等级	2
机械结构	
冷却	前后强制对流 (温控风扇), 可选水冷装置
尺寸 (宽 x 高 x 深)	外壳: 19" x 4U x 668 mm (26.3 in)
重量	50 kg (110 lb)
重量 (带水冷装置)	56 kg (126 lb)

技术规格	PU 10060-1000	PU 10080-1000	PU 10200-420	PU 10360-240	PU 10500-180
直流输出					
电压范围	0-60 V	0-80 V	0 - 200 V	0-360 V	0-500 V
CV 纹波 (rms)	≤25 mV (BW 300 kHz)	≤25 mV (BW 300 kHz)	≤40 mV (BW 300 kHz)	≤55 mV (BW 300 kHz)	≤70 mV (BW 300 kHz)
CV 纹波 (pp)	≤320 mV (BW 20 MHz)	≤320 mV (BW 20 MHz)	≤300 mV (BW 20 MHz)	≤320 mV (BW 20 MHz)	≤350 mV (BW 20 MHz)
电流范围	0-1000 A	0-1000 A	0-420 A	0-240 A	0-180 A
功率范围	0-30000 W	0-30000 W	0-30000 W	0-30000 W	0-30000 W
电阻范围	0.003 Ω - 5 Ω	0.003 Ω - 5 Ω	0.0165 Ω - 25 Ω	0.05 Ω - 90 Ω	0.08 Ω-170 Ω
输出电容	25380 μF	25380 μF	5400 μF	1800 μF	675 μF
灌电/拉电效率 (最高值)	95.1% *1	95.5% *1	95.3% *1	95.8% *1	96.5% *1
绝缘耐压					
直流负极 <-> PE	±600 V DC	±600 V DC	±1000 V DC	±1000 V DC	±1500 V DC
直流正极 <-> PE	+600 V DC	+600 V DC	+1000 V DC	+1000 V DC	+2000 V DC
产品编号					
标准	01113000	01113001	01113002	01113003	01113004
标准 + 水冷	01443001	01443002	01443003	01443004	01443005

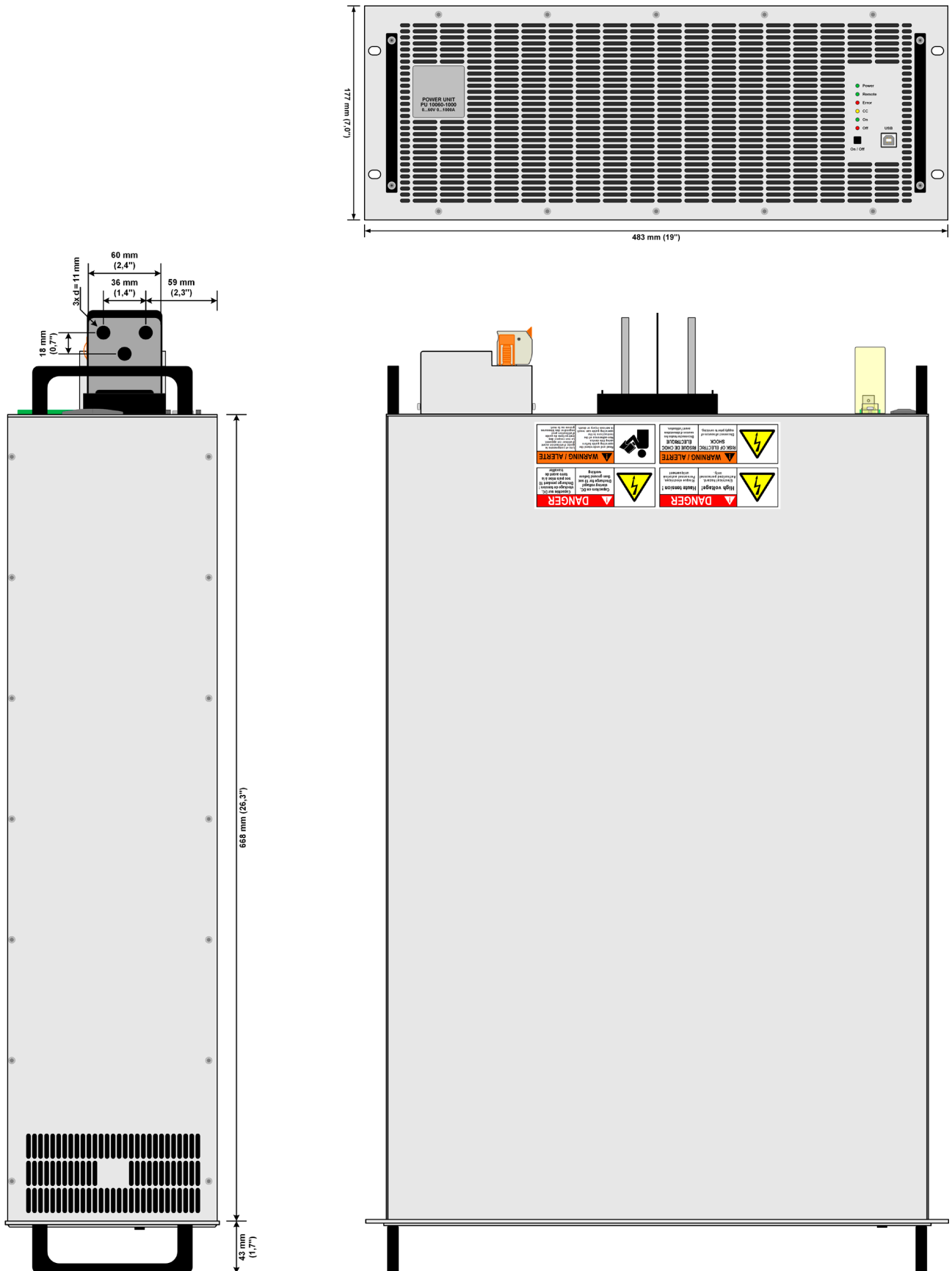
*1 在 100% 功率和 100% 输出电压条件下

技术规格	PU 10750-120	PU 10920-125	PU 11000-80	PU 11500-60	PU 12000-40
直流输出					
电压范围	0-750 V	0-920 V	0-1000 V	0-1500 V	0-2000 V
CV 纹波 (rms)	≤200 mV (BW 300 kHz)	≤250 mV (BW 300 kHz)	≤300 mV (BW 300 kHz)	≤400 mV (BW 300 kHz)	≤500 mV (BW 300 kHz)
CV 纹波 (pp)	≤800 mV (BW 20 MHz)	≤1200 mV (BW 20 MHz)	≤1600 mV (BW 20 MHz)	≤2400 mV (BW 20 MHz)	≤3000 mV (BW 20 MHz)
电流范围	0-120 A	0-125 A	0-80 A	0 - 60 A	0 - 40 A
功率范围	0-30000 W	0-30000 W	0-30000 W	0-30000 W	0-30000 W
电阻范围	0.2 Ω-370 Ω	0.25 Ω-550 Ω	0.4 Ω-650 Ω	0.8 Ω-1500 Ω	1.7 Ω-2700 Ω
输出电容	450 μF	100 μF	200 μF	75 μF	50 μF
灌电/拉电效率 (最高值)	96.5% *1	96.5% *1	95.8% *1	96.5% *1	96.5% *1
绝缘耐压					
直流负极 <-> PE	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC
直流正极 <-> PE	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC
产品编号					
标准	01113005	01113006	01113007	01113008	01113009
标准 + 水冷	01443006	01443007	01443008	01443009	01443010

*1 在 100% 功率和 100% 输出电压条件下

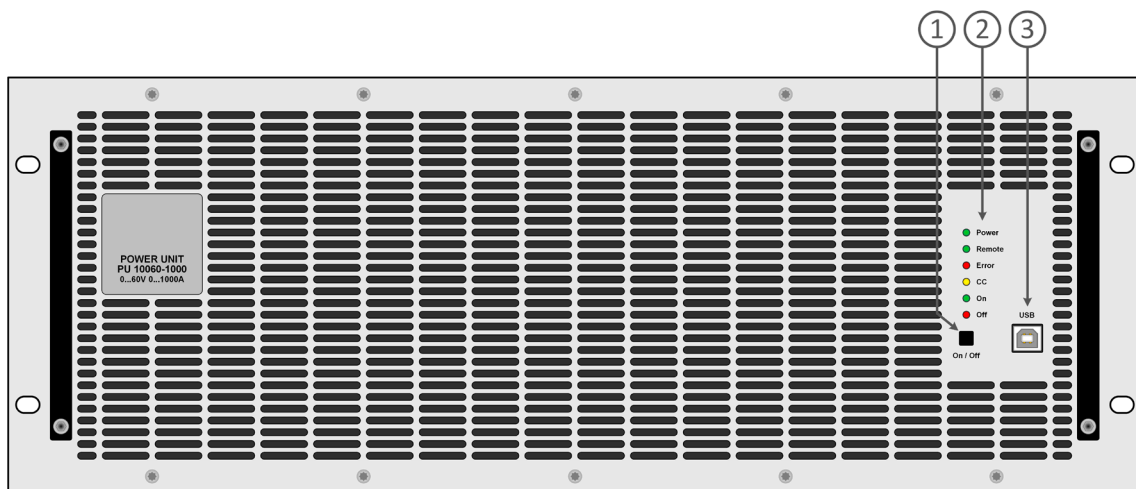
1.8.4 视图

1.8.4.1 PU 10000 4U 技术图纸 $\leq 200\text{ V}$



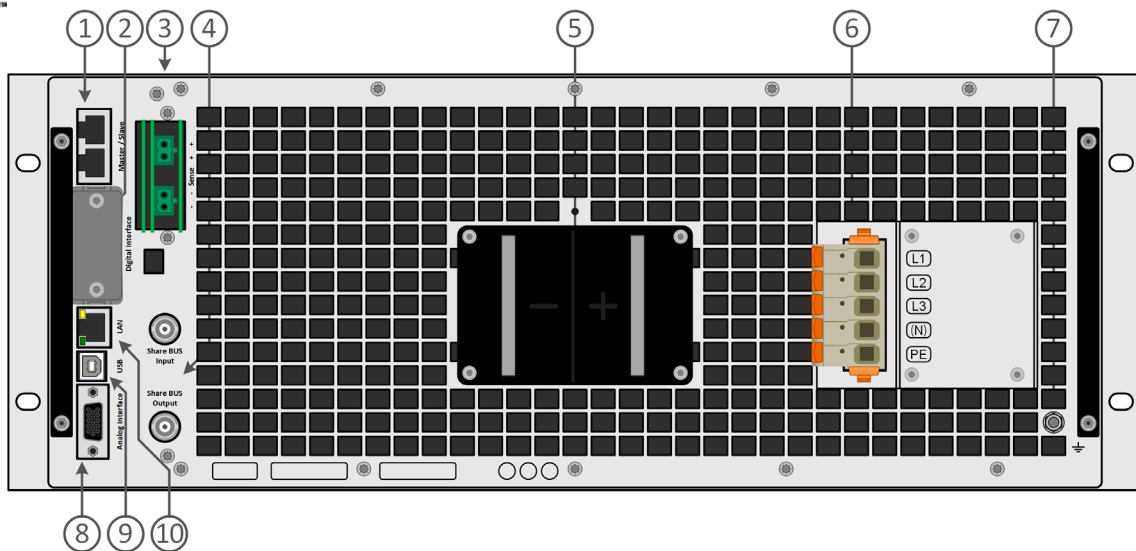
所示为风冷型设备的侧视图

1.8.4.2 PU 10000 4U 前面板视图



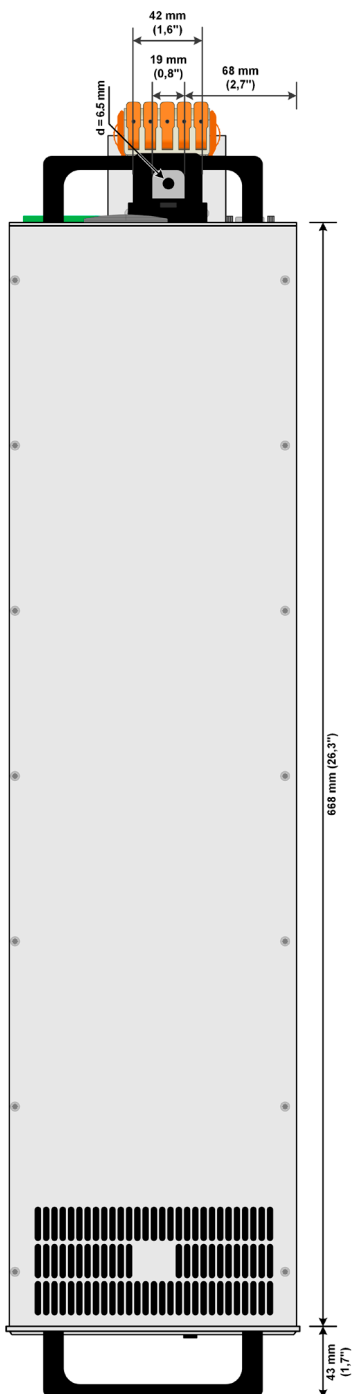
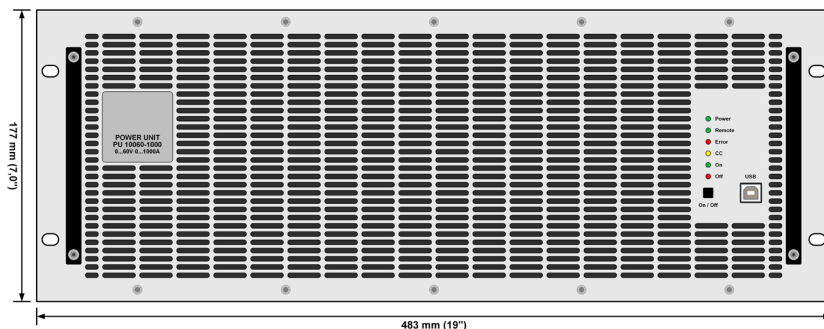
1. 直流开/关按钮
2. LED 状态指示灯
3. USB 接口

1.8.4.3 PU 10000 4U 后面板视图 ≤200 V

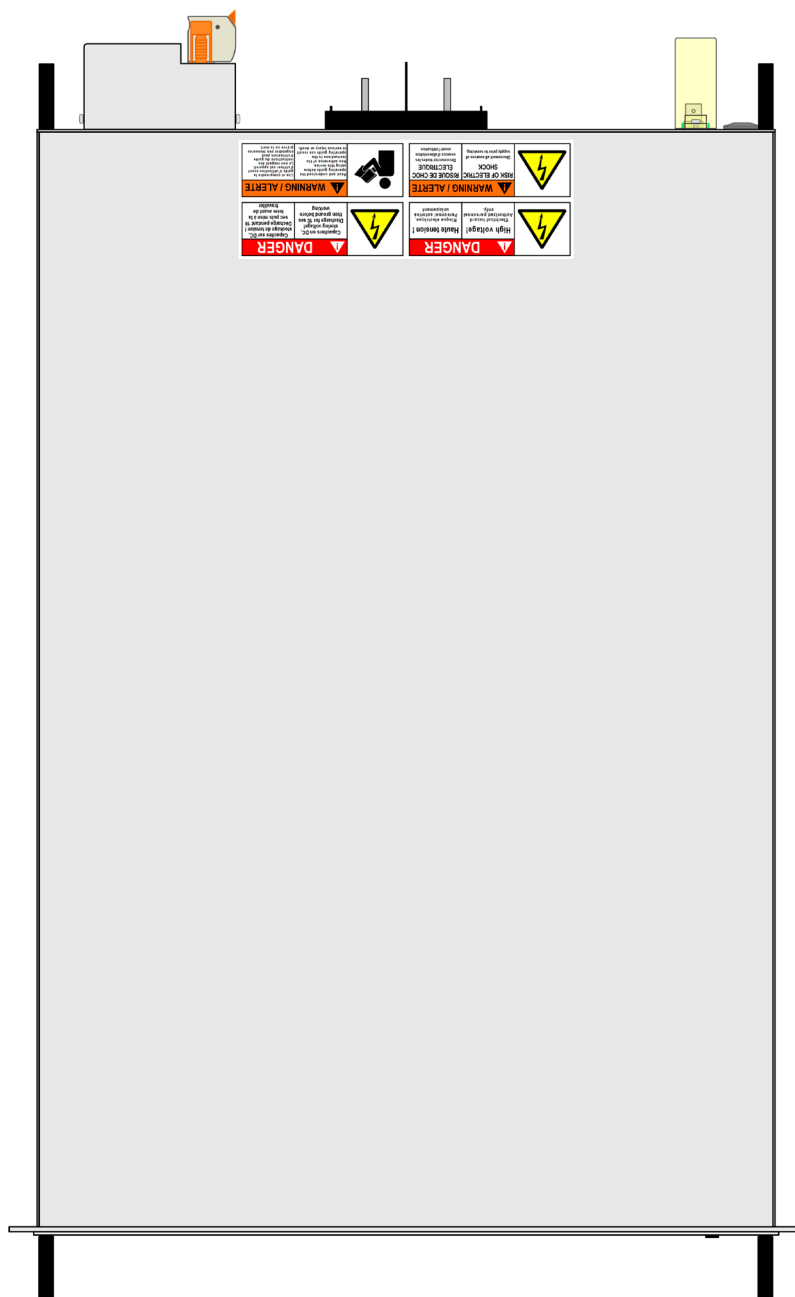


1. 用于设置并联系统的主从总线连接器
2. 接口插槽
3. 远程感测连接器
4. 用于设置并联系统的共享总线连接器
5. 直流输出端子 (铜片)
6. 交流输入连接器
7. 接地连接螺丝 (PE)
8. 用于编程、监控等功能的隔离模拟量接口连接器 (DB15 母头)
9. USB 接口
10. Ethernet 接口

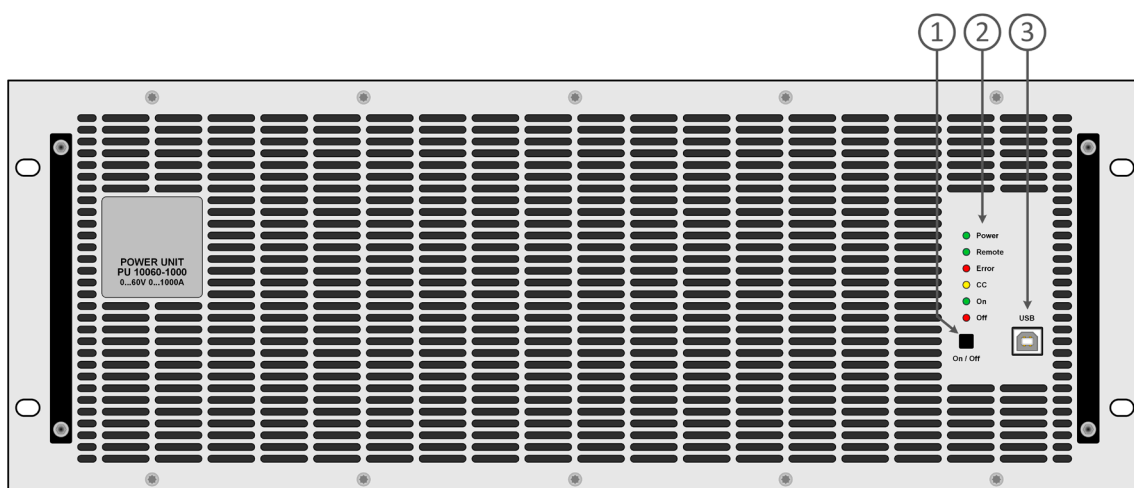
1.8.4.4 PU 10000 4U ≥ 360 V 技术图纸



所示为风冷型设备的侧视图

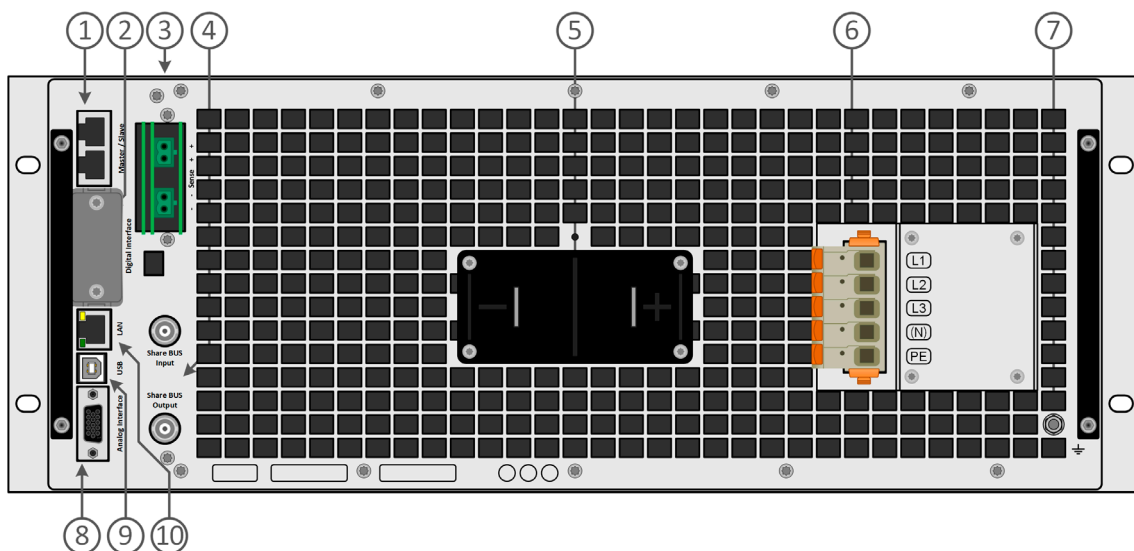


1.8.4.5 PU 10000 4U 前面板视图



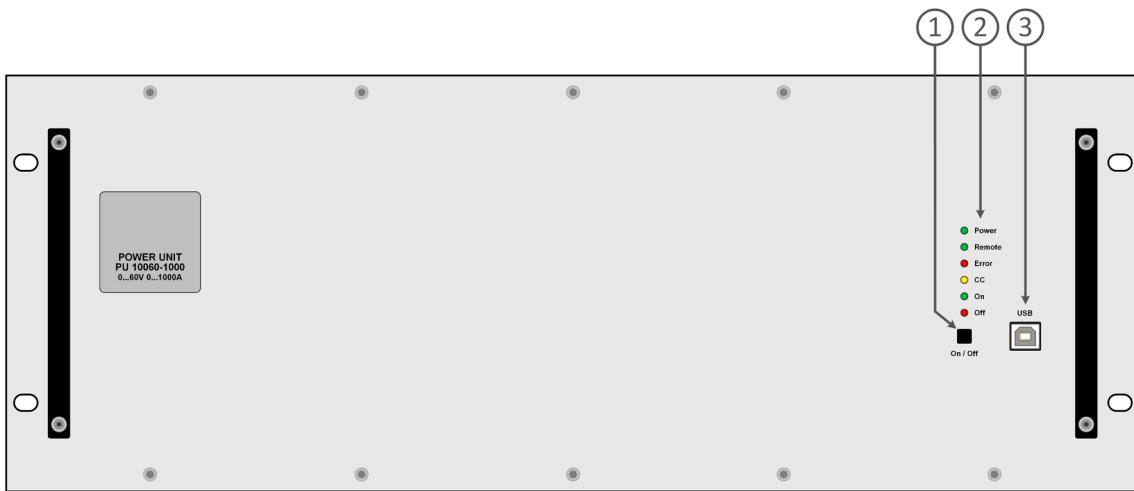
1. 直流开/关按钮
2. LED 状态指示灯
3. USB 接口

1.8.4.6 PU 10000 4U ≥ 360 V 后面板视图



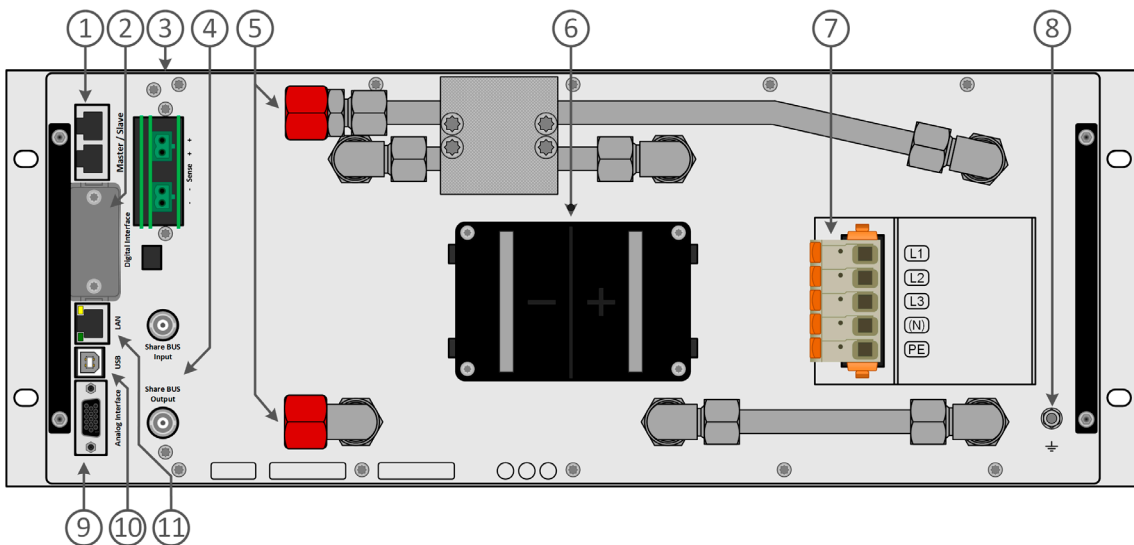
1. 用于设置并联系统的主从总线连接器
2. 接口插槽
3. 远程感测连接器
4. 用于设置并联系统的共享总线连接器
5. 直流输出端子 (铜片)
6. 交流输入连接器
7. 接地连接螺丝 (PE)
8. 用于编程、监控等功能的隔离模拟量接口连接器 (DB15 母头)
9. USB 接口
10. Ethernet 接口

1.8.4.7 带水冷装置选件的 PU 10000 4U 前面板视图



1. 直流开/关按钮
2. LED 状态指示灯
3. USB 接口

1.8.4.8 带水冷装置选件的 PU 10000 4U 后面板视图



1. 用于设置并联系统的主从总线连接器
2. 接口插槽
3. 远程感测连接器
4. 用于设置并联系统的共享总线连接器
5. 水冷入口和出口
6. 直流输出端子 (铜片)
7. 交流输入连接器
8. 接地连接螺丝 (PE)
9. 用于编程、监控等功能的隔离模拟量接口连接器 (DB15 母头)
10. USB 接口
11. Ethernet 接口

1.8.5 控制部件

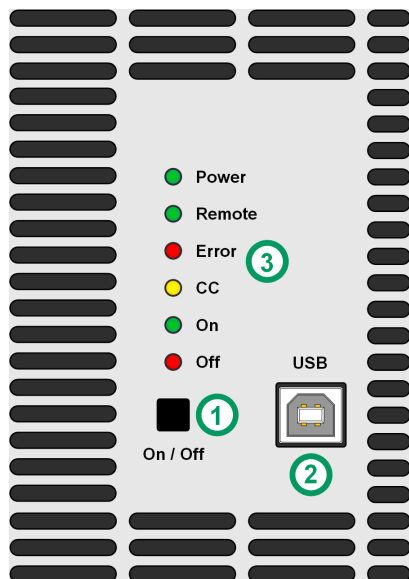



图 1 - 控制面板

控制面板上的部件概述

详细说明见«1.9.6 控制面板 (HMI)»部分。

(1)	<p>On/Off 按钮</p> <p>“远程”LED 灯熄灭时, 该按钮可用于在手动操作时打开或关闭直流输出</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;">  <p>当模拟量接口上的 REM-SB 引脚设置为要求关闭直流的逻辑电平时, 可通过该按钮阻止打开直流。</p> </div>
(2)	<p>USB 端口</p> <p>当设备处于非主从模式时, 可快速方便地访问最重要的直流输出相关值。与后置端口相比, 该端口的功能有所减少。</p>
(3)	<p>状态指示灯 (LED)</p> <p>这六个彩色 LED 灯显示设备状态。</p>

1.9 结构与功能

1.9.1 概述

PU 10000 4U 系列设备是 PS 10000 4U 或 PSI 10000 4U 系列的配套型号。它们可作为电源扩展模块,用于构建总功率更大的主从系统。PSI 10000 4U 或 PS 10000 4U 系列的设备(均配有彩色触摸显示屏)可作为主机,但如果仅进行远程控制,所有 PU 10000 4U 也可作为其他 10000 系列电源的主机。

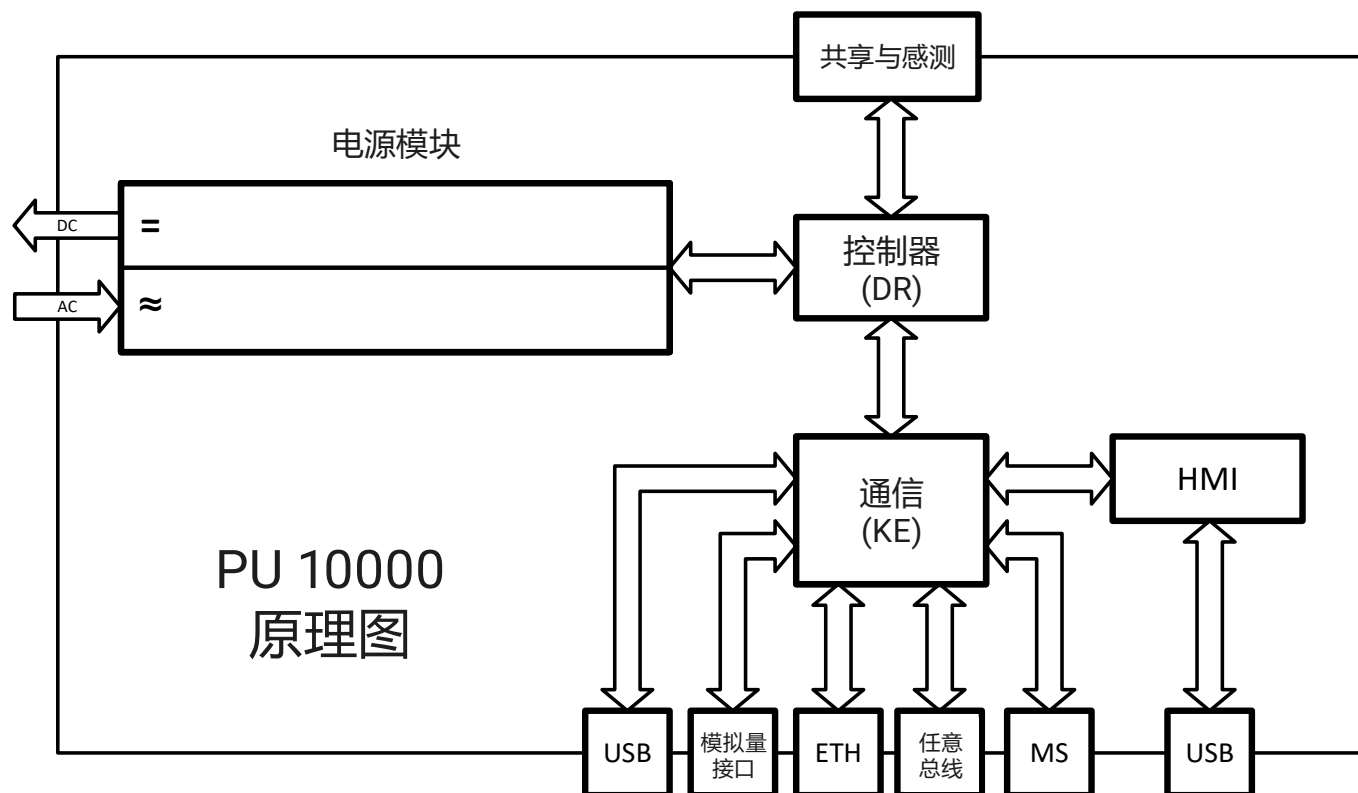
该系列设备在背面标配 USB 和 Ethernet 端口,以及电隔离模拟量接口,可实现远程控制。此外,还可通过选配插入式接口模块添加其他数字接口,例如 RS232、Profibus、ProfiNet、ModBus TCP、CAN、CANopen 或 EtherCAT。通过上述端口,设备只需更换或增加一个小模块,即可将这些设备连接到标准工业总线。

除了标准的风冷式设备外,还有水冷式设备,这种设备通常在机柜系统内,并配置完整的水冷线路分布。也可以按需定制客户要求的水冷系统。

1.9.2 原理图

原理图中显示了设备内部的主要组件及它们之间的关系。

其中,数字式微处理器控制组件(KE、DR、HMI)用于固件升级。




1.9.3 标准配置清单

- 1 x 电源设备
- 2 x 远程感测插头
- 1 x 1.8 m (5.9 ft) USB 线
- 1 x 直流端子罩
- 1 x 感测端子罩
- 1 x 存放文档和软件的 U 盘
- 1 x 交流连接器插头 (钳夹式)
- 1 x 交流电缆支架

1.9.4 配件

可为这些设备提供以下配件, 配件可与设备一并购买, 也可随后购买:

IF-AB 数字接口模块	可提供适用于 RS232、CANopen、Profibus、ProfiNet、ModBus TCP、EtherCAT 或 CAN 的插拔式可替换型数字接口模块。有关接口模块的详细信息, 以及配备此类接口的设备编程详细信息, 可另外参见单独文件。这些文件通常存放在设备附带的 U 盘内, 或者可登录我公司网站上下载 PDF 文档。
LIZENZFG 函数发生器许可证	该许可证可将设备升级, 升级后的设备拥有 PSI 10000 系列所提供的任意函数发生器。通过固件更新安装, 通常在购买后通过电子邮件发送给客户, 并随附相关文件 (ModBus 寄存器列表作为参考) 和更多信息。
许可证 软件许可证	该系列的所有设备均随附免费的 Windows 远程控制软件, 名为 EA Power Control 。除了免费使用的应用程序外, 该软件还有其他一些应用程序, 如多重控制、图表和函数发生器, 可通过购买许可证代码解锁。这三个应用程序合并在“多重控制”许可证下。每台 PC 需要一个许可证。有单个许可证和包含 5 个许可证的许可证包可供选择, 还可根据要求获得 14 天试用许可证。更多信息请参阅本软件的用户手册或我们的网站。 <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-top: 10px;"> 该 PU 10000 系列本身不带函数发生器, EA Power Control 中的函数发生器应用也需要解锁设备本身的函数发生器。见上文 LIZENZFG。</div>

1.9.5 选件

这些选件都是设备永久内置或在制造过程中预先配置的, 因此通常随设备一并订购。也可根据客户要求后续订购或改装。

电源机架 19" 机架	各种配置 (最高 42U) 的机架可以用作并联系统, 或与电子负载设备一起组成测试系统。如有需求, 可登录我公司网站了解有关我们产品目录的更多详细信息。
WC 水冷	将内部功率级的标准冷却块更换为三个互连的水冷块, 设有两个外接水龙头用于供水。该配置有助于避免因一定的功耗导致热量耗尽而引起的环境温度上升。 此外, 这种冷却方式还能降低噪声。

1.9.6 控制面板 (HMI)

HMI (人机界面) 由六个彩色 LED 灯、一个按钮和一个 B 型 USB 端口组成。

1.9.6.1 状态指示灯 (LED)

正面的六个彩色 LED 灯指示设备的各种状态:

LED	颜色	亮起时表示什么?
Power/电源	橙色/绿色	橙色 = 设备处于启动阶段或发生内部错误 绿色 = 设备已准备好运行
Remote/远程	绿色	主从或任意控制接口的远程控制处于激活状态。在这种情况下, 使用开/关按钮的手动控制被锁定。
Error/错误	红色	至少有一个未确认的设备警报处于激活状态。LED 发出«3.6 设备报警处理»中所列的所有警报信号。
CC/恒流模式	黄色	恒流调节(CC)已激活。这意味着, 如果 LED 不亮, 则表示处于 CV、CP 或 CR 模式。另请参见«3.2 操作模式»。
On/开	绿色	直流输出已启动
Off/关	红色	直流输出已关闭

1.9.6.2 前置 USB 端口

前置 USB 端口比后置 USB 端口更易于访问, 用于快速设置与直流输出相关的值和设置。只有在以下两种情况, 才有必要和可能访问前置 USB 端口执行操作:

1. PU 10000 4U 目前不受主机控制。
2. 由于缺乏合适的 PSI 10000 4U 或 PS 10000 4U 主机, PU 10000 4U 应成为其他 PU 10000 4U 设备的主机。

这两种情况都是次要的, 因为 PU 10000 4U 的主要和常用功能是作为主从系统中的从机, 会由主机为其分配所有所需的设置和值。

当运行上述任何一种情况时, 前置 USB 端口适用于以下情况:



- 用于主从配置、设定值 (U、I、P、R) 和保护 (OVP、OCP、OPP) 的精简指令设置。有关指令设置的详细信息, 请参见«3.5 远程控制»。
- 只有在设备与主机不联机的情况下, 才能接管远程控制以更改配置, 这就需要暂时停用主机上的主-从功能或关闭主机。

1.9.6.3 “On/Off” 开关按钮

在手动控制过程中, 该按钮可用于打开或关闭直流输出, 即设备不受主机或任意 USB 端口的远程控制 (“Remote/远程”LED = 关), 但前提是直流输出未被 REM-SB 引脚 (模拟量接口) 阻止。

一旦按下后开启直流输出, 设备就会将其调节到其存储的最后数值。由于未显示所有与直流输出相关的数值, 因此操作该按钮时必须小心谨慎。

此外, 该按钮还可用于在无需电脑的情况下将设备快速转入从属模式。按住按钮至少 10 秒钟即可完成。“Error/错误”LED 灯亮起, 确认切换到“从属”模式, 表示 MSP 报警 (有关该报警的更多信息, 请参见第«3.6 设备报警处理»部分), 这对于尚未初始化的从机属于正常现象。

1.9.7 USB 端口 (后置)

设备背面设置 USB-B 接口, 用于设备通信和固件更新。随附的 USB 线可用于将设备连接到 PC (USB 2.0 或 3.0)。驱动程序随设备一起提供, 并安装有一个虚拟 COM 端口。有关远程控制的详细信息, 可参见制造商网站上的信息或随附的 U 盘。

通过该端口, 可使用国际标准 ModBus RTU 协议或 SCPI 语言对设备进行寻址。设备自动识别通信协议。

在应用远程控制进行操控时, USB 端口与接口模块 (见下文) 或模拟量接口无优先级区分, 因此他们之间可以交替使用。但是, 应保证监控始终有效。

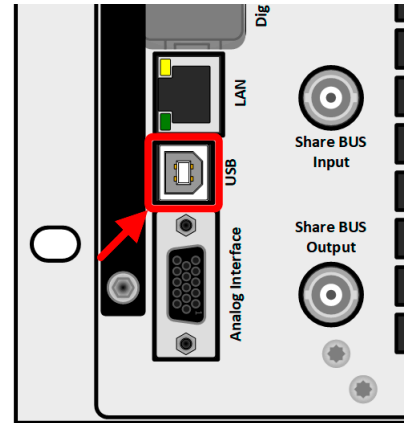


图 2 - USB 端口

1.9.8 接口模块插槽

该插槽位于设备背面, 能够安装各种 IF-AB 接口系列模块。提供以下选项:

产品货号	名称	说明/连接器
35400100	IF-AB-CANO	CANopen, 1x Sub-D 9 针公制
35400101	IF-AB-RS232	RS 232, 1x Sub-D 9 针公制 (零调制)
35400103	IF-AB-PBUS	Profibus DP-V1 Slave, 1x Sub-D9 针母制
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/2.0 B, 1x Sub-D 9 针公制
35400112	IF-AB-ECT	EtherCAT, 1x RJ45

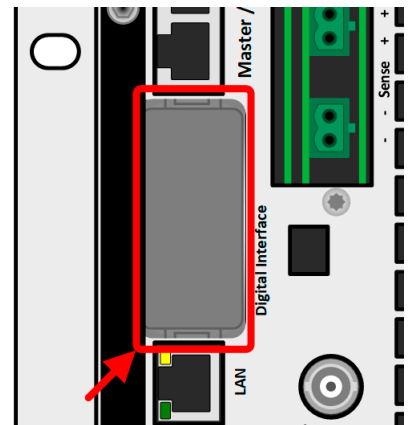


图 3 - 接口模块插槽

用户可以自行安装和随时改装这些模块。设备可能需要进行固件更新, 以便识别和支持某些模块。

在应用远程控制进行操控时, 接口模块与 USB 端口或模拟量接口无优先级区分, 因此他们之间可以交替使用。但是, 应保证监控始终有效。



添加或移除模块前, 请先关闭设备电源!

1.9.9 模拟量接口

15 针 Sub-D 插座位于设备背面, 可通过模拟或数字信号远程控制设备。

在应用远程控制进行操控时, 该模拟量接口只能与数字接口交替使用。但是, 应保证监控始终有效。

设定值的输入电压范围和监控值的输出电压范围, 以及基准电压电平均可在可以在 0-5 V 和 0-10 V 之间的设置下切换, 每种情况下对应 0-100%。

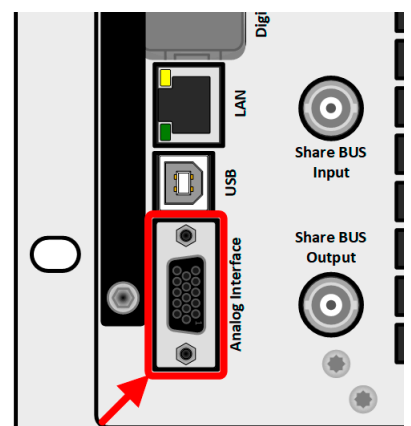


图 4 - 模拟量接口

1.9.10 “共享总线” 连接器

两个标记为“共享总线”的 BNC 插座 (50 Ω 型) 构成了一个数字直通式共享总线。该总线是双向的, 通过“共享总线输出端”将主机与下一个从机 (“共享总线输入端”) 等连接, 实现并联运行 (主从)。可通过我公司或电子产品商店购买长度适当的 BNC 电缆。

基本上, 所有 10000 系列都能在此共享总线上兼容, 但只能连接相同类型的设备, 即主从设备支持电源与电源连接, 电子负载与电子负载连接。

对于 PU 10000 系列设备, 相同的 PU 10000 系列型号可用作从机。此外, PU 10000 设备还可以是 PSI 10000 或 PS 10000 系列设备的从机或主机。

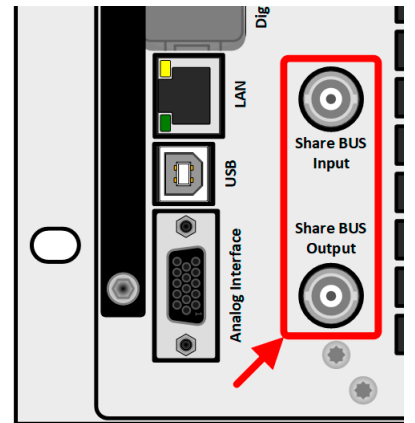


图 5 - 共享总线

1.9.11 “感测” 连接器 (远程感测)

为了补偿直流电缆到负载的压降, 可将感测输入端 (设备交付时带 2 个插头, 正、负极各一个) 连接到负载的直流端子。技术规格中给出了最大可能补偿值。



在主从系统中, 会将远程感测仅连接到主机, 从而通过共享总线将补偿转发给从机。



感测线路上可能存在危险电压! 因此在操作过程中必须对端口安装保护盖。只有当设备与交流供电及所有直流电源断开时, 才可对感测端子进行重新配置!

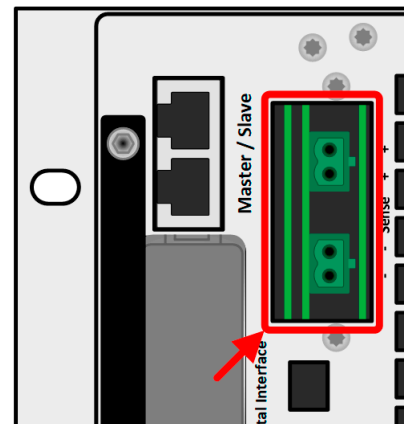


图 6 - 远程感测端子

1.9.12 主从总线

设备背面设置有一组连接器, 包括两个 RJ45 插座, 允许通过数字总线 (RS485) 连接多个兼容设备形成主从系统。使用标准 CAT 5 类电缆进行连接。

建议尽可能缩短连接线, 并在必要时终止总线。可以通过 SCPI 或 ModBus 指令以及 EA Power Control 的“设置”应用远程控制数字开关进行终止。

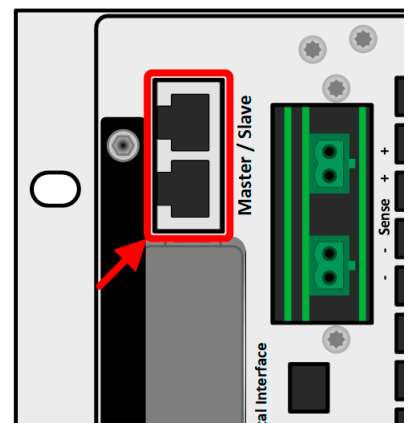


图 7 - 主从总线端口

1.9.13 Ethernet 端口

设备背面配有 RJ45 LAN/Ethernet 端口, 用于与设备进行远程控制或监控通信。用户基本上有两种访问方式:

1. 网站 (HTTP, 端口 80), 可通过设备的 IP 或主机名在标准浏览器中访问。该网站有一个网络参数配置页面, 以及一个 SCPI 指令输入框, 手动输入指令即可远程控制设备。
2. 通过自由选择端口 (80 及其他保留端口除外) 进行 TCP/IP 访问。该设备的标准端口为 5025。通过 TCP/IP 和选定端口, 可使用大多数常见的编程语言与设备建立通信。

借助该 LAN 端口, 即可通过 SCPI 或 ModBus RTU 协议的指令控制设备, 同时自动检测消息类型。

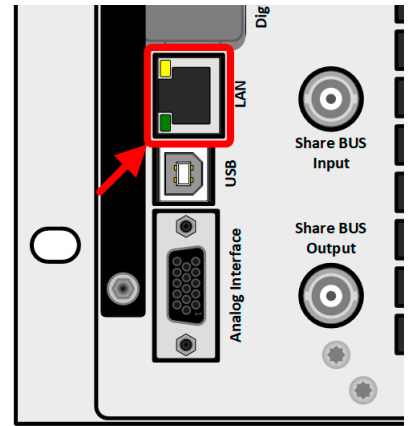


图 8 - LAN 端口

通过 ModBus TCP 协议进行访问, 只能经选购单独的 ModBus TCP 接口模块完成。参见«1.9.8 接口模块插槽»。

可手动或通过 DHCP 完成网络设置。传输速度和双工模式均为自动模式。

在应用远程控制进行操控时, Ethernet 端口与任何其他接口无优先级区分, 因此它们之间可以交替使用。但是, 应保证监控始终有效。

1.9.14 水冷

与该系列型号的标准风冷式设备相反, 允许选择水冷。这是在制造过程中设置的, 因此无法改装。用水冷代替风冷方式进行设备冷却有几个优点:

- 密封外壳减少了设备产生的环境噪声
- 在环境温度较高的情况下冷却效果更好
- 热量不会直接散失到设备环境中

然而, 这种方式也存在一定的缺点:

- 无活动水流的情况下, 设备不允许带负载运行
- 电子设备内的水流会增加因泄漏或因空气湿度 (结露) 造成设备内部水冷凝而导致损坏的风险

水龙头位于设备后侧, 请参见 1.8.4 部分的后视图。有关水冷的连接、要求和使用的详情, 请参见 2.3.4 部分。

2. 安装和调试

2.1 运输与储存

2.1.1 运输



- 设备前后两侧的把手**不适合**搬运!
- 考虑到设备重量, 应尽量避免人工运输。如果必须采用人工运输, 则只能握住外壳, 切不可握住外部部件(如把手, 直流输出端子, 旋钮)。
- 请勿在设备开启或通电的情况下进行运输!
- 转移设备时, 建议使用原包装。
- 应始终保持水平搬运和安装设备。
- 搬运设备时应穿着合适的安全服(特别是劳保鞋), 因为设备重量较大, 如发生坠落, 将造成严重后果。

2.1.2 包装

建议在设备使用寿命内保留完整的运输包装材料, 方便后期设备转移或返回制造商处维修。或者, 应以环保的方式处理包装。

2.1.3 储存

设备如需长期储存, 建议使用原包装或类似包装。设备应储存在干燥的室内。如果可以, 应采用密封包装, 避免设备内部元器件因潮湿而发生腐蚀。

2.2 开箱与目检

每次运输后(不论有无包装), 或开始调试前, 应参考交货单和/或部件清单(参见«1.9.3 标准配置清单»部分)目视检查设备是否损坏及其完整性。在任何情况下, 明显损坏的设备(如内部零件松动、外部损坏)都不得投入运行。

2.3 安装

2.3.1 安装使用前的安全规格



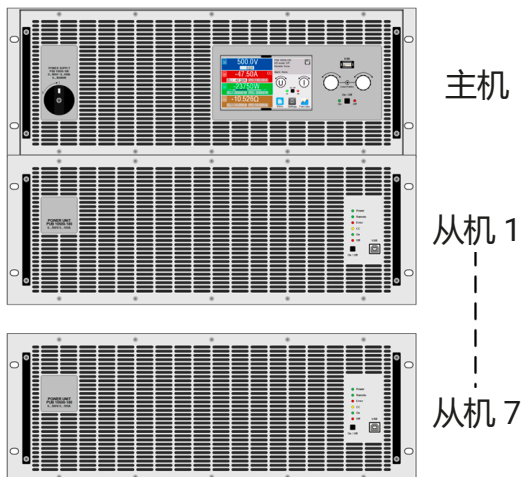
- 该设备相当重。因此, 设备(桌面、机柜、货架、19"机架)的预期摆放位置必须能够充分支撑其重量。
- 如使用19"机架, 应使用与外壳宽度及设备重量相当的导轨(参见«1.8.3 特定技术数据»)
- 连接电源之前, 需确保电源电压符合产品标签上的电压值。交流供电过压将导致设备损坏。

2.3.2 准备

2.3.2.1 规划主从系统

由于PU 10000系列设备的主要用途是作为主从系统中的从机, 因此在进一步规划安装和布线之前, 建议先确定主从系统的配置方式。使用带显示屏的主机时, 最小的设置包括1台PSI 10000或PS 10000和1台PU 10000。或2台PU 10000。

主机和从机的电压等级必须相同, 电流和功率最好也相同。标准型号和电源有多种可能的组合:



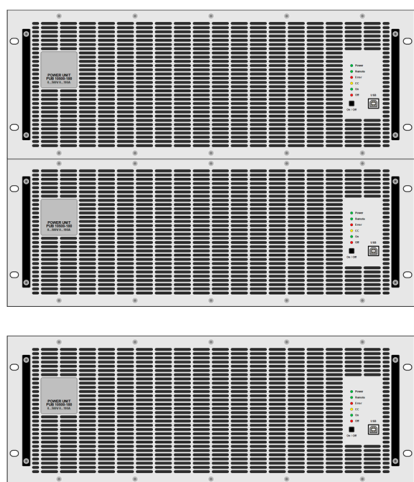
组合 1:

一台主机, 一台或多台 PU 10000 作为从机

这种组合适用于 PU 10000 系列的设备型号, 因为它允许主机在其显示屏上汇总所有数值, 如果是 PSI 10000 系列, 则可配备函数发生器, 而从机则无需配备。

这种组合的优点: 与所有设备都配有显示屏的系统相比, 成本更低

这种组合的缺点是: 如果主机出现故障, 则整个系统将无法工作, 或者至少不能再使用函数发生器。可以通过软件和远程控制将任意从机重新配置为主机, 之后, 系统可以继续运行, 但功能有所减少, 没有数值显示。不过, 也可以通过软件进行远程控制。



组合 2: 多台 PU 10000

配有 PU 10000 的现有 MS 系统将增加一台或多台 PU 10000 设备, 或者构建一个新系统。从通常相同的设备中挑选一台作为主机, 并进行相应的配置。这种组合最有可能节省成本, 是仅通过远程控制使用的大型系统的理想选择。

这种组合的优点: 如果主机出现故障, 任何其他 PU 10000 设备都可以快速重新配置为主机。

这种组合的缺点: 如果系统仅由 PU 10000 系列的型号组成, 则可用功能限于为单台设备的规定功能。

2.3.2.2 选择电缆

这些设备所需的交流供电连接为终端连接。通过设备背面的 5 孔交流连接器 (交流滤波盒) 来接入。包括一个配套插头。插头至少配 4 根 (3x L, PE) 横截面和长度适当的接线。允许使用零线进行完整配置。

有关电缆横截面的建议, 请参见«2.3.5 连接交流供电»。连接负载的直连接线尺寸必须符合以下条件:



- 电缆的横截面至少应符合设备的最大电流要求。
- 在允许的极限值下连续运行会产生热量, 必须将热量消除。而且受电缆长度和发热影响, 会导致电压损失。为了降低这些影响, 应增加电缆的横截面, 同时缩短电缆长度。

2.3.3 安装设备

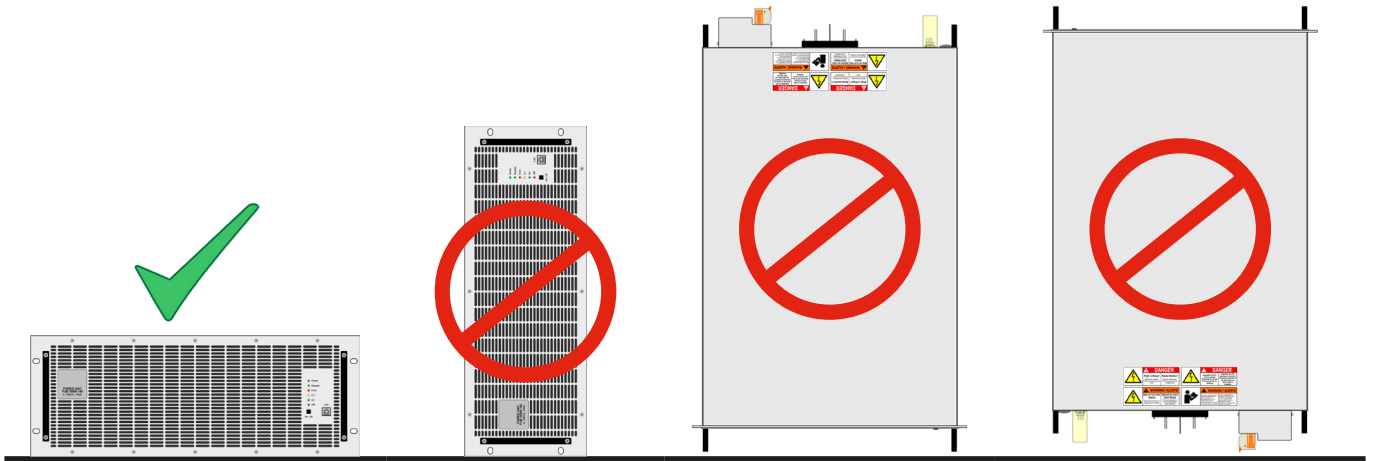


- 选定设备位置时，应保证到负载的接线越短越好。
- 在设备背面留出至少 30 cm (1 英尺) 的充足空间用于通风（仅针对标准风冷型设备）。
- 在交流连接器上无适当的触摸保护的情况下，不得操作设备。通过将设备安装在带有可锁门的 19" 机架/机柜中或采取进一步措施（使用附加盖等方式）即可实施触摸保护。

19" 外壳中的设备通常会架设在合适的轨道上，然后安装在 19" 的机架或机柜内。必须考虑设备的深度及其重量。前后把手仅用于将设备滑进和滑出机柜。前板上设置有固定设备（未随附锁紧螺丝）用的槽位。

不可接受位置（如下图所示）同样适用于将设备垂直安装到墙上或机柜内的情况。所需的空气流量可能不足。这实际上并不适合水冷型设备，但整个设备的结构也不适合在这个位置操作。

可接受和不可接受的安装位置（风冷或水冷，下图所示为风冷型）：



驻面

2.3.4 安装水冷型设备

如果为水冷型设备, 在接通设备的交流供电 (更不用说设备上电) 之前, 应完成水冷装置连接, 以及执行与水冷设备安装相关的任何其他措施。应由操作方或最终用户全权负责正确安装和连接、水密性测试及后期操作。

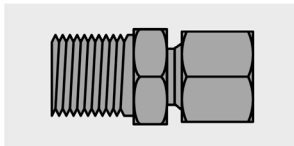
2.3.4.1 要求

本系列所有型号应使用相同水管结构, 但由于额定电流及内部冷却块内每分钟的散热量不同, 必须满足不同型号对水和环境的要求:

型号	60 V/80 V	200 V - 2000 V
内部水流:	连续	连续
环境温度:	最高 + 50 °C (122 °F)	最高 + 50 °C (122 °F)
进水温度 (最低):	见下文所示露点表	见下文所示露点表
进水温度 (最高):	+33 °C (82 °F)	+26 °C (91 °F)
流量:	最小 12 l/min (3.17 gal/min)	最小 7 l/min (1.85 gal/min)
防腐措施:	乙二醇	乙二醇
水硬度:	软 (碳酸钙 < 2 mmol/l)	软 (碳酸钙 < 2 mmol/l)
水压:	最小 1 bar (14 psi), 最大 4 bar (58 psi)	最小 1 bar (14 psi), 最大 4 bar (58 psi)

2.3.4.2 连接点

该设备内部有三个独立的冷却块, 每个冷却块配有单独的水管。所有水管均引出并连接到设备外部。如此一来, 水就可以并联流过这三根管子。设备背面设两个接水的水龙头 (三通管):



两个水龙头可任意用作进/出水。在后期使用中后, 必须保证有足够的水流经管道, 同时保证一定的进水温度。

使用公制螺纹, 或软管尾部旋转接头 (例如 Schwer Fittings 公司的 SA-DKL90 软管接头), 可直接在三通上完成软管连接。该旋转接头在安装时已使用 24° 金属锥进行密封处理。

水龙头: 螺纹 M16x1.5

2.3.4.3 操作与监督

水冷型设备完成安装并投入运行后, 还需对一个主要值进行永久监督, 即所谓的“露点”。根据进水温度、环境空气的湿度及设备内的空气状况, 水会发生凝结, 即设备内形成露水。任何情况下都必须避免这种现象发生! 这意味着可能需要有一个可调节的辐射系统, 以便应对不同的环境状况。

多个标准 (如 DIN 4108) 中都给出了露点的定义。下表定义了在一定环境温度和空气湿度下的露点 (空气湿度与水的比值) **上表中单位为 °C, 下表中单位为 °F**。进水温度必须始终高于露点温度:

环境	相对空气湿度 (%)										
	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
14°C	2.2	3.76	5.1	6.4	7.58	8.67	9.7	10.71	11.64	12.55	13.36
15°C	3.12	4.65	6.07	7.36	8.52	9.63	10.7	11.69	12.62	13.52	14.42
16°C	4.07	5.59	6.98	8.29	9.47	10.61	11.68	12.66	13.63	14.58	15.54
17°C	5	6.48	7.92	9.18	10.39	11.48	12.54	13.57	14.5	15.36	16.19
18°C	5.9	7.43	8.83	10.12	11.33	12.44	13.48	14.56	15.41	16.31	17.25
19°C	6.8	8.33	9.75	11.09	12.26	13.37	14.49	15.47	16.4	17.37	18.22
20°C	7.73	9.3	10.72	12	13.22	14.4	15.48	16.46	17.44	18.36	19.18
21°C	8.6	10.22	11.59	12.92	14.21	15.36	16.4	17.44	18.41	19.27	20.19
22°C	9.54	11.16	12.52	13.89	15.19	16.27	17.41	18.42	19.39	20.28	21.22
23°C	10.44	12.02	13.47	14.87	16.04	17.29	18.37	19.37	20.37	21.34	22.23
24°C	11.34	12.93	14.44	15.73	17.06	18.21	19.22	20.33	21.37	22.32	23.18
25°C	12.2	13.83	15.37	16.69	17.99	19.11	20.24	21.35	22.27	23.3	24.22
26°C	13.15	14.84	16.26	17.67	18.9	20.09	21.29	22.32	23.32	24.31	25.16
27°C	14.08	15.68	17.24	18.57	19.83	21.11	22.23	23.31	24.32	25.22	26.1
28°C	14.96	16.61	18.14	19.38	20.86	22.07	23.18	24.28	25.25	26.2	27.18

环境	相对空气湿度 (%)										
	45%	50%	55%	60%	65%	70%	75%	80%	85%	90%	95%
29°C	15.85	17.58	19.04	20.48	21.83	22.97	24.2	25.23	26.21	27.26	28.18
30°C	16.79	18.44	19.96	21.44	23.71	23.94	25.11	26.1	27.21	28.19	29.09
32°C	18.62	20.28	21.9	23.26	24.65	25.79	27.08	28.24	29.23	30.16	31.17
34°C	20.42	22.19	23.77	25.19	26.54	27.85	28.94	30.09	31.19	32.13	33.11
36°C	22.23	24.08	25.5	27	28.41	29.65	30.88	31.97	33.05	34.23	35.06
38°C	23.97	25.74	27.44	28.87	30.31	31.62	32.78	33.96	35.01	36.05	37.03
40°C	25.79	27.66	29.22	30.81	32.16	33.48	34.69	35.86	36.98	38.05	39.11
45°C	30.29	32.17	33.86	35.38	36.85	38.24	39.54	40.74	41.87	42.97	44.03
50°C	34.76	36.63	38.46	40.09	41.58	42.99	44.33	45.55	46.75	47.9	48.98

2.3.4.4 注意

- 水流应在设备通电前启动，至少也须在直流端子接通之前启动。

2.3.5 连接交流供电



- 到交流供电的接线必须由合格人员执行，设备必须牢固地连接到主电源点！
- 电缆横截面必须符合设备的最大输入电流要求！参见下表。此外，应根据最大额定电流对设备进行外部熔断！
- 水冷型号：出于安全考虑，建议为每台水冷设备（水冷为选配型号）安装一个 30 mA 漏电保护器，或每三台设备至少安装一个
- 该系列设备没有电源开关，因此必须通过外部方式通电，如接触器或总开关，或直接通过外部三相断路器通电。
- 在配置了 2-8 台设备的机柜系统中，当通过外部开关装置同时为机柜中的所有设备供电时，可能会出现非常大的浪涌电流。外部开关装置必须能够承受浪涌电流！

该系列的所有型号和衍生型号均支持在 380/400/480 V 或 208 V (美国和日本电网) 电压条件下运行。任何机型在 208 V 电压下运行时，都会自动切换到降额功率模式，此时可用直流电功率会降至 18 kW。每次给设备供电时都会检测到这一点，因此相同型号在 380/400/480 V 下运行时可以提供 30 kW 的额定功率。

2.3.5.1 交流供电要求

无论设备型号或硬件版本如何，型号标签上的额定交流供电电压都是决定性的。这些型号均使用常规三相电源，不带零线。

额定功率	交流插头输入	供电类型	配置
30 kW	L1、L2、L3、(N)、PE	三相 (3P)	Delta



PE 导线必不可少，必须始终连接到交流插头上！此外，在交流滤波盒下还设有一个接地点，要求通过单独的 PE 线连接至 PE，主要目的是使外壳接地，提高安全性。另外，还可以用于将其中一个直流端子接地。

2.3.5.2 电缆横截面

在选择合适的电缆横截面时，设备的额定交流电流和电缆长度应视为决定性因素。根据**单台设备**的连接情况，下表列出了每个相位的最大输入电流和推荐的最小横截面：

额定功率	L1		L2		L3		PE ⁽¹⁾
	∅	I _{max}	∅	I _{max}	∅	I _{max}	∅
380/400/480 V 时 30 kW (额定)	≥10 mm ²	56 A	≥10 mm ²	56 A	≥10 mm ²	56 A	≥10 mm ²
208 V 时 18 kW (降额)	(AWG8)		(AWG8)		(AWG8)		(AWG8)

2.3.5.3 交流插头和交流电缆

附带的连接插头可以连接最大 25 mm² 的电缆端。连接电缆越长，电缆电阻造成的电压损失越大。因此，主电缆越短越好，横截面越大越好。可选用 4 芯或 5 芯电缆。当使用更多 N 芯电缆时，允许将其夹在交流插头的备用引脚上。交流插头额定值：

- 最大横截面（不含电缆端套）：25 mm² (AWG4)
- 最大电线横截面（不含电缆端套）：16 mm² (AWG10)
- 剥线长度（不含电缆端套）：18-20 mm (0.75 in)

¹ 对交流电缆内的接地导线和外壳接地的单独 PE 线均适用

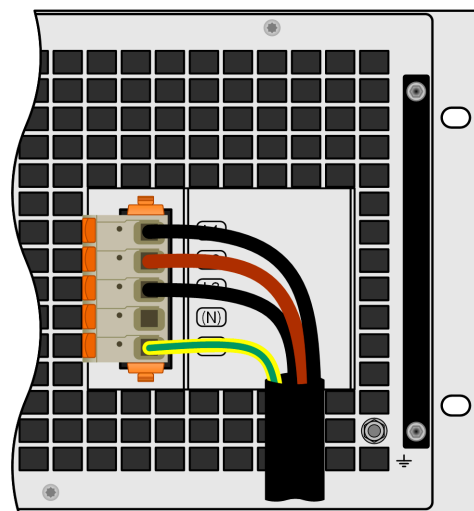
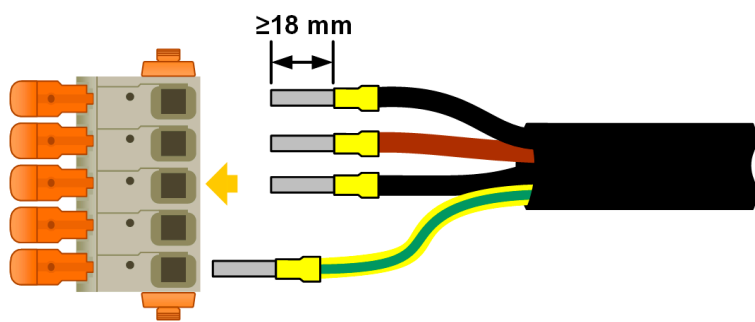


图 9 - 交流 4 芯电缆（欧版色标，未纳入标配清单）示例

2.3.5.4 安装固定支架

所有型号和衍生型号的标准配置清单中均包括交流电缆固定支架。除非要求使用 and 安装另一种支架，否则建议安装人员安装并使用标配支架。安装步骤：

1. 如下图 10 所示，从交流滤波盒上拆下两颗螺丝。
2. 放置支架并用随附的长螺丝 (M3x8) 和弹簧/弯曲垫圈固定。
3. 插上交流插头，将电缆引到支架前面 (后视图)。至少用一个扎带固定，最好同时使用两个扎带。

支架和扎带可始终保持绑定。如果需要，要为交流插头留出一定的插拔空间。将设备从安装状态 (机柜) 拆卸时，建议只拔出插头并拆除支架。

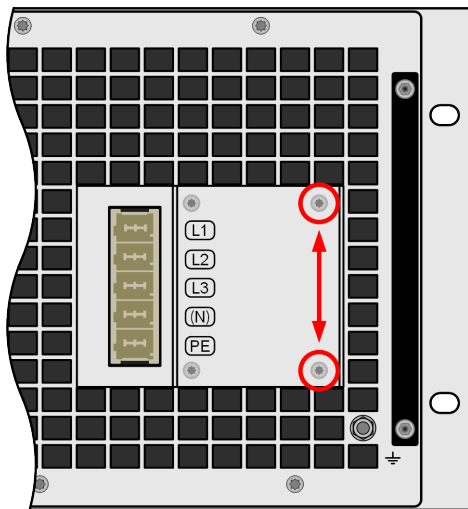


图 10 - 支架的安装位置

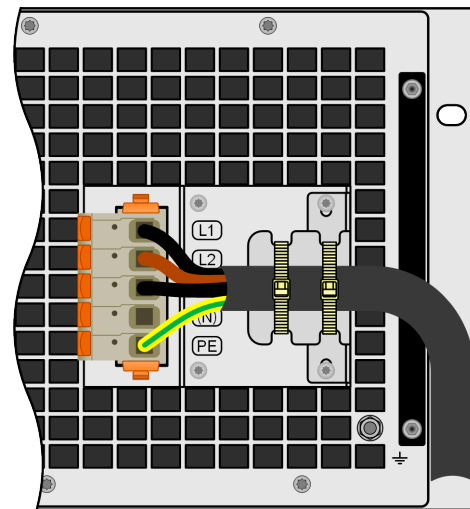


图 11 - 完整安装的固定支架

2.3.5.5 外壳接地

所有设备背面配有一个接地点，如右图所示，在«1.8.4 视图»中标记为“7”或“8”。

考虑到设备操作人员的安全，除其他措施外，还需将泄漏电流保持尽可能低，并将外壳接地。需要提供一条单独的保护地线 (PE)，与接地点相连。该导线的横截面应至少等同于交流供电线的接地导线横截面。

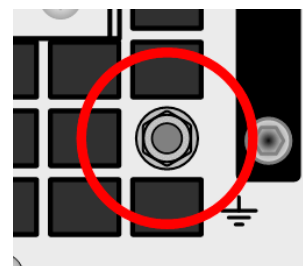


图 12 - 接地点

2.3.6 与直流负载的连接



- 如果使用的型号具有高标称直流电流，则直流连接电缆较粗重，接线时需要考虑电缆的重量及直流接线端承受的应变。特别是当安装在 19" 机柜或类似位置时，电缆会挂在直流端子上，这时应使用应变缓解器。
- 对于直流电缆，除了要考虑合适的横截面外，还必须考虑电缆是否具有合适的耐电强度（耐压）。



内部不存在反极性保护! 同样是电源的负载 (如电池) 如果极性连接错误会造成设备损坏; 当设备未通电时, 则也会造成设备损坏!



当连接到直流输出端时, 即使设备未通电, 同样是电源的负载也会给直流端的内部电容充电。直流端子上可能存在危险电压水平, 即使外部电源断开后仍然存在。

直流输出端子位于设备的背面, 不受保险丝保护。连接电缆的横截面取决于电流损耗、电缆长度及环境温度。

如果电缆长度在 **5 m (16.4 ft)** 以下、平均环境温度不超过 **30 °C (86 °F)**, 我们建议:

高达 40 A :	6 mm ² (AWG8)	高达 60 A :	16 mm ² (AWG4)
高达 80 A :	25 mm ² (AWG3)	高达 120 A :	35 mm ² (AWG1/0)
高达 180 A :	70 mm ² (AWG2/0)	高达 240 A :	2x 35 mm ² (AWG1/0)
高达 420 A :	2x 95 mm ² (AWG3/0)	高达 1000 A :	3x 185 mm ² (AWG400)

每个连接极 (多导线、绝缘、敞开悬挂)。例如, 70 mm² 的单根电缆可以用 2 x 35 mm² 等替代。如果电缆较长, 则必须加大横截面, 以避免电压损失和过热。

2.3.6.1 直流端子类型

下表给出了各种直流端子的概况。建议负载电缆的接线始终使用带环型接线片的柔性电缆。

类型 1: 电压为 200 V (含) 以下的型号	类型 2: 电压为 360 V (含) 以上的型号
金属导轨上的 M10 螺栓 建议: 带 11 mm 孔径的环型接线片	金属导轨上的 M6 螺栓 建议: 带 6.5 mm 孔径的环型接线片

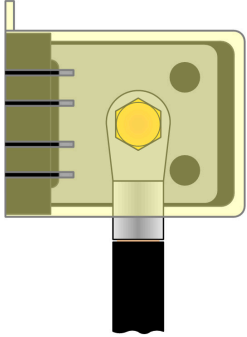
2.3.6.2 电缆引线及塑料罩

在交付设备时, 还包括一个用于接触保护的塑料盖。应始终安装塑料罩。应设有分线点, 允许直流电缆向不同的方向敷设。

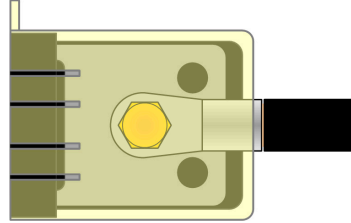


在规划设计整个设备深度时, 特别是将设备安装于 19" 机柜或类似机柜中时, 需要考虑直流电缆的连接角度及要求的弯曲半径。

1 型端子示例:



- 上或下 90°
- 节约径深空间
- 无弯曲半径

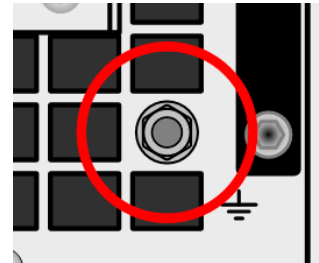


- 水平引线
- 节约纵向高度空间
- 大弯曲半径

2.3.7 直流端子的接地

如右图所示, 后板上的额外接地点可用于将任何直流端子极接地。这样做会导致 PE 的相反极上的电位偏移。由于绝缘的原因, 允许的最大电位偏移 (尤其是直流端子负极的电位偏移) 是有限的, 这也取决于设备的型号。详情请参阅«1.8.3 特定技术数据»。

直流端子两端均为浮动电极, 可视作对人身安全的一种基本保护。任何直流端子接地都会造成这种基本保护失效。



当额定值为 60 V 的型号进行电位转移时, 安全特低电压 (SELV) 会变为保护性特低电压 (PELV) 或脱离安全范围。在这种情况下, 直流端子上的电压将达到危险水平, 因此必须覆盖直流端子。



任何直流极接地的情况下, 设备操作方必须通过安装适当的外部设备 (例如, 在直流端子的电位连接处加装防护罩) 来恢复对人身安全的基本保护。

2.3.8 远程感测端的连接



- 远程感测仅在恒压运行条件 (CV) 下有效, 在其他调节模式下, 连接远程感测通常会增加发生振荡的几率, 因此应尽可能断开感测输入
- 感应电缆横截面不是很重要。对于长度 5 m (16.4 ft) 以下的电缆, 建议横截面不小于 0.5 mm²
- 感测电缆不应缠绕在一起, 而应靠近直流电缆铺设, 即 感应电缆应靠近负载等的直流电缆, 以抑制或避免可能出现的振荡。如有必要, 应在负载/耗电设备处增设额外的电容器以消除振荡
- 感测线跟负载之间要 + 与 +, - 与 - 相连。否则, 会损坏电源的传感输入。请参见以下图 13 的示例
- 在主从控制操作中, 远程感测线必须只连接主机
- 感测导线的介电强度必须始终至少与直流额定电压匹配!



感测端子上有危险电压! 必须始终安装保护罩。

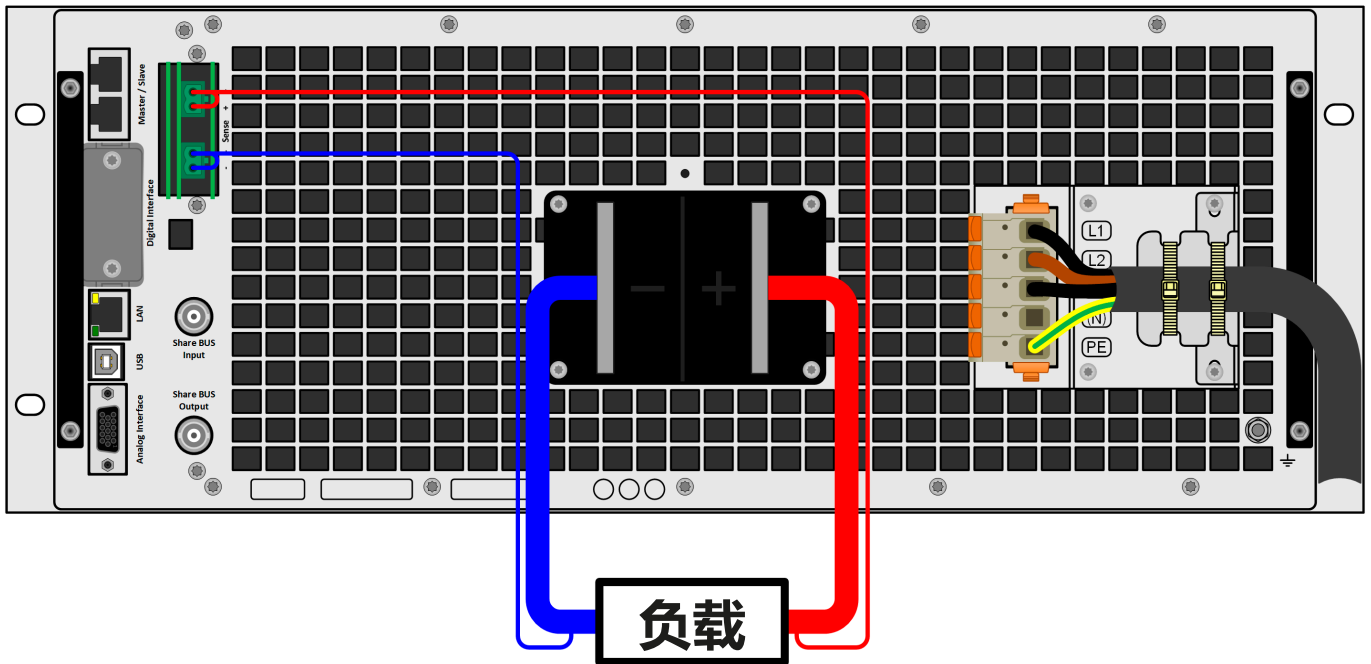
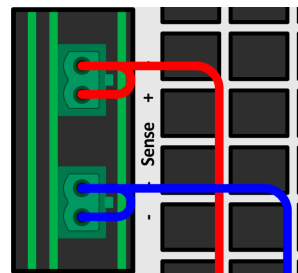
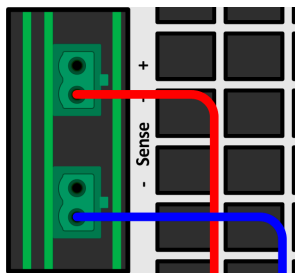
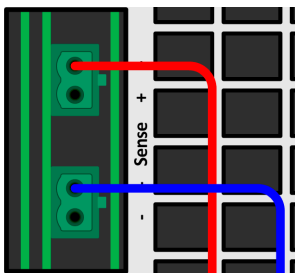


图 13 - 远程感测接线示例 (为了清晰展示接线, 没有加上直流端子和感应端子罩)

允许的连接方案:



2.3.9 接口模块安装

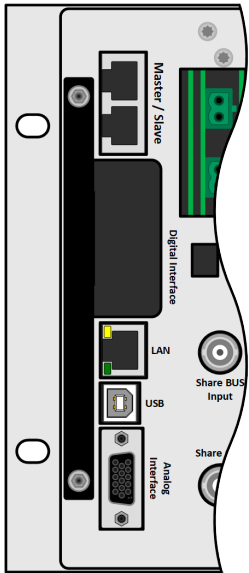
可选接口模块允许用户自行改装，模块还可以相互替换。当前已安装的模块设置有所差异，需进行检查。必要时，需在初始安装和模块替换后进行更正。



- 插入、替换模块时，需按照一般的防静电程序操作
- 插入/取下模块前，必须先关闭设备电源
- 不得将接口模块以外的其他硬件插入槽内
- 如果未使用模块，建议安装槽盖，防止设备内部脏污及气流变化（针对风冷标准型号）

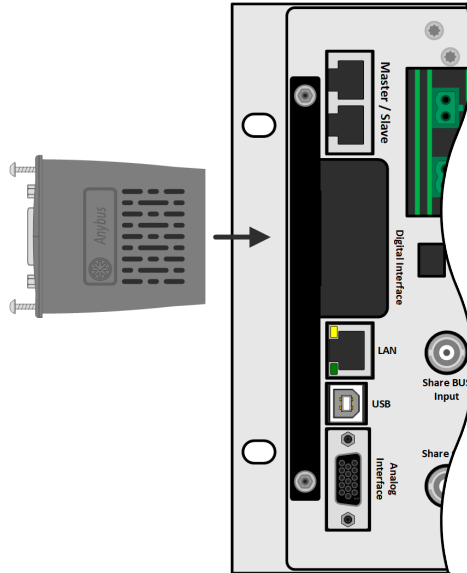
安装步骤:

1.



取下槽盖。如果需要，允许使用螺丝刀拆卸。

2.

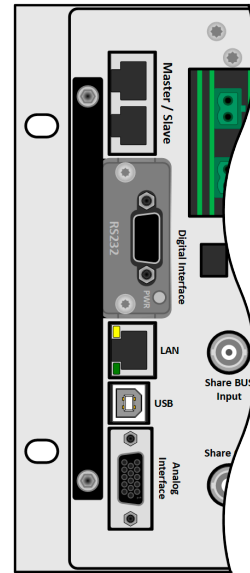


将接口模块插入槽位。插槽形状可保证正确对齐。

插入时，请注意尽可能保持与设备后壁成 90° 角。在开口插槽位置可看到绿色 PCB 板，可将其作为引导。其端部有用于安装模块的插座。

模块底部有两个塑料尖端，必须将其插入绿色 PCB 板内，这样模块就与设备后壁正确对齐。

3.



随附的螺丝 (Torx 8) 用于固定模块，应完全拧入并锁紧。安装完成后，模块即可随时使用和连接。

拆除过程应遵循上述相反的程序。使用螺丝协助取出模块。

2.3.10 连接模拟量接口

背面的 15 针连接器 (类型: Sub-D, D-Sub) 为模拟量接口。如需将其连接到控制硬件 (PC, 电子电路), 需使用标准插头 (未包含在本产品的标准配置清单中)。通常建议在连接或断开该连接器之前, 彻底关停设备, 至少要关闭直流输出。

2.3.11 连接共享总线

背面的“共享总线”连接器 (2x BNC 型) 可用于连接至其他设备的共享总线端口。配置共享总线是为了在并联操作时平衡多台设备的电压。有关并联运行的更多信息, 请参阅«3.7.1 主从 (MS) 模式下并联运行»部分。

对于共享总线的连接, 必须注意以下几点:



只允许相互兼容的设备之间进行连接 (有关详细信息, 请参见«1.9.10 “共享总线” 连接器») 且最大连接数量不超过 64 台

2.3.12 连接 USB 端口

要通过两个 USB 端口 (前置和后置) 远程控制设备, 请使用随附的 USB 电缆将设备与电脑连接, 然后打开设备。

2.3.12.1 驱动程序的安装 (Windows)

与 PC 进行初始连接时, 操作系统会将该设备识别为新硬件, 并尝试安装驱动程序。所需的驱动程序适用于通信设备类 (CDC) 器件, 通常集成在当前操作系统中, 例如 Windows 7 或 Windows 10。但强烈推荐使用附带的驱动程序安装工具 (存放在 U 盘上), 保证与我们软件最大化兼容。

2.3.12.2 驱动程序安装 (Linux、MacOS)

我们未提供适用于这些操作系统的驱动程序或安装说明。最好通过在线搜索确定是否有合适的驱动程序。

2.3.12.3 可选驱动程序

如果上文所述的 CDC 驱动程序不适用于您的系统, 或者因某些原因无法正常运行, 可向产品供应商寻求帮助。通过关键词“cdc driver windows”或“cdc driver linux”或“cdc driver macos”在线检索供应商。

2.3.13 初始调试

设备安装并首次启动时, 需执行以下程序:

- 确认要使用的连接电缆横截面符合要求!
- 检查设定值、安全和监控功能及通信的出厂设置是否适合您设备的预期应用, 如有需要可按照手册要求进行调整!
- 如需通过 PC 进行远程控制, 请阅读有关接口和软件的附加文档说明!
- 如需通过模拟量接口进行远程控制, 请阅读本手册中有关模拟量接口的部分!

2.3.14 固件更新或长时间未使用后的调试

如果有固件更新, 修理设备返回或位置/配置更改的情况下, 应采取与初始启动类似的措施。请参阅«2.3.13 初始调试»。只有按上述步骤成功检查设备后, 方可正常操作本设备。

3. 操作与应用

3.1 人身安全



- 为了保证设备使用安全，设备操作人员必须充分了解相关安全措施并接受过在危险电压下操作设备时所需安全措施的培训。
- 对于通过接触或连接可能产生危险电压的型号，必须始终使用随附的直流端子罩或同等装置。
- 任何时候重新配置负载和直流输出时，应将设备与市电断开连接，而不仅仅是关闭直流输出！

3.2 操作模式

电源内部在不同的控制电路控制下，可将电压、电流和功率调节到调整值，并尽可能保持恒定。这些电路遵循控制系统工程的一般规律，因此会产生不同的操作模式。每种操作模式都有其各自的特点，具体参见下文的简要说明。



- 空载操作被视为一种非正常的操作模式，可能在设备校准过程等情况下导致错误测量。
- 电压和电流在额定值的 50%-100% 之间为设备的最佳工作条件。
- 为了满足纹波或瞬态时间等技术参数值，建议不要让设备在低于 10% 的电压和电流条件下运行。

3.2.1 电压调节/恒压

电压调节也称为恒压运行 (CV)。

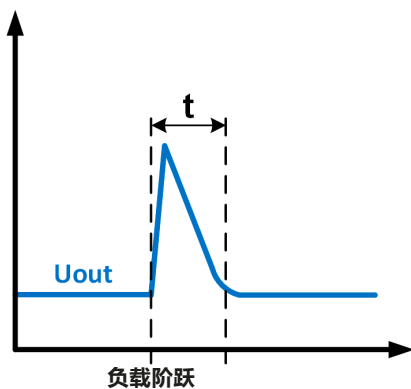
电源的直流输出电压在调整值上保持恒定，除非 $P = U_{OUT} * I_{OUT}$ 时的输出电流或输出功率达到调节电流或功率限值。在这两种情况下 (无论哪种先发生)，设备会自动切换到恒流或恒功率运行。之后，输出电压无法再保持恒定，而是下降至按照欧姆定律得出的值。

当开启直流输出、恒压模式激活后，“CV 模式激活”可显示为模拟量接口信号，也可通过数字接口读取为状态消息。

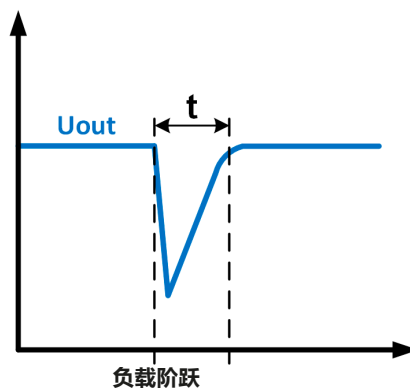
3.2.1.1 电压调节峰值

在恒压调节 (CV) 下工作时，设备内部的调压器在负载阶跃后需要很短的瞬态时间来稳定电压。负载的负向阶跃，即高负载到低负载，会导致输出电压在短时间内发生过冲，直到由调压器给予补偿。在“慢速”、“正常”和“快速”设置之间切换调压速度，会影响达到稳定电压所需的时间，其中默认为“正常”。设置为“慢速”会延长瞬态时间，造成较高的压降，但可以降低过冲量；设置为“快速”，情况则相反。

说明：



负载负向阶跃示例：直流输出会在短时间内达到调整值以上。t = 稳定输出电压的瞬态时间。



负载正向阶跃示例：直流输出将在短时间内降至调整值以下。t = 稳定输出电压的瞬态时间。

3.2.2 电流调节/恒流/限流

电流调节也称为限流或恒流模式 (CC)。

一旦负载的输出电流达到调节限值, 电源将保持直流输出电流恒定。然后电源自动切换到 CC 模式。从电源内流出的电流大小由输出电压和负载的实际电阻决定。只要输出电流低于电流调节限制, 设备就会处于恒压或恒功率模式。但是, 如果功耗达到调节功率值, 设备将自动切换到功率限制模式, 并根据 $I_{MAX} = P_{SET} / U_{IN}$ 设置输出电流, 即使最大电流值更高。当前设定值由用户决定, 通常为上限值。

当开启直流输出、恒流模式激活后, “CC 模式激活”状态将通过“CC” LED 灯显示在前端控制面板上, 也可通过数字接口读取为状态消息。

3.2.2.1 电压过冲

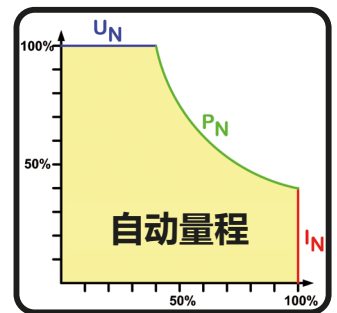
在某些特定情况下, 设备会产生电压过冲。上述特定情况具体包括: 当设备处于 CC 模式时, 实际电压不稳定, 电流设定值存在跳变, 导致设备离开 CC 模式; 或者通过外部干预突然切除电源负载。未明确定义超冲的峰值和持续时间, 但根据经验, 其峰值不应该超过额定电压的 1-2% (超过电压设定值), 而持续时间主要取决于直流输出端的电容充电状态及电容值。

3.2.3 功率调节/恒功率/功率限制

功率调节, 也称为功率限制或恒功率(CP)。如果流向负载的电流相对于输出电压和负载的电阻达到调整值 (根据 $P = U * I$ 或 $P = U^2 / R$ 得出), 就能将电源的直流输出功率保持恒定。然后, 功率限制会根据 $I = \sqrt{P/R}$ 调节输出电流, 其中 R 是指负载的真实电阻值。

为了在范围 P_N 内保持恒功率 (见右图), 功率限制基于自动量程原理工作, 输出电压越低, 电流越大, 反之亦然。

当开启直流输出、恒功率模式激活后, 只能通过数字接口读取“CP 模式激活”的状态。



3.2.3.1 功率降额

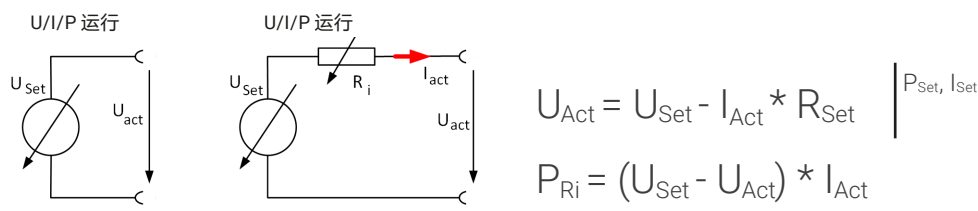
本系列设备主要针对 400 V 交流供电设计, 但也可以在 208 V (美国、日本) 三相电源下工作。在低输入电压下运行时, 为了限制交流电流, 设备会自动切换到降额模式, 将可用直流电功率降至最大 18 kW。设备通电后, 即会根据当前交流供电电压确定是否需要降额。如果交流电压随后上升, 只要设备已通电, 就会一直处于降额模式, 因为降额模式的切换不是动态的。因此, 全额定功率仅在 380 V 的交流电压下可用。

PU 10000 设备外部没有任何形式的降额信号。只能通过数字接口查询状态。不过, 在这种模式下, 设备会自动调整与功率降低有关的所有数值。这一情况也适用于降额设备的主从操作。

3.2.4 内阻调节

电源的内阻控制 (简称 CR) 是对与负载串联的虚拟可变内阻器的模拟。根据欧姆定律, 该电阻会引起压降, 导致调整后的输出电压与实际输出电压之间存在差异。这也会在 CC 或 CP 模式下工作, 但由于这两种模式都限制了输出电压, 实际输出电压将与调节电压存在较大差异。CR 模式实际上以 CV 运行, 但一旦达到调整后的电阻值, 将显示为状态“CR” (仅通过数字接口)。

技术规格中给出了特定型号的可用电阻范围。与电阻设定值和输出电流相关的电压调节是通过快速 FPGA 控制器计算完成的, 速度仅比主控制电路内的其他控制器稍慢。图释:



3.3 报警条件



本部分仅概述了设备报警。如果您的设备显示了«3.6 设备报警处理»部分中描述的报警情况, 该如何应对?

报警条件来自设备硬件。根据基本原理, 所有报警条件都通过光学信号 (正面的 LED 指示灯, 采集错误)、数字接口上的可读状态和模拟量接口上的信号 (也是采集错误) 发出信号。模拟量接口上的指示器默认配置为仅发送 OT 和 OVP 信号, 但也可以调整为发出其他信号, 只是不能对每个报警都进行调整。特定报警只能通过数字接口获取。为了获取和统计已发出的警报, 可通过显示屏或数字接口读取警报计数器。

3.3.1 电源故障

电源故障 (PF) 表示一种报警状态, 可能由多种原因引发:

- 运行期间交流输入电压过低 (市电欠压、市电故障)
- 输入电路 (PFC) 缺陷

一旦发生电源故障, 设备将停止供电并关闭直流输出。如果发生电源欠压故障且随后消失, 设备可以继续如故障前一般正常工作。这取决于在 PF 报警后, 在 **EA Power Control** 的“设置”应用中的**其他 -> DC 输入/输出状态**或 ModBus/SCPI 指令中可用的设置。默认设置将使直流输出保持“关”状态, 并在前面板上留下报警通知。



设备断电与交流供电中断较难区分, 因此设备每次实际断电时都会发出 PF 警报。

3.3.2 过温

设备内部温度过高会导致过温警报 (OT), 并暂时关闭直流输出功率级。这通常是由于环境温度超过了设备规定的工作温度范围所导致。冷却后, 设备会自动重新开启直流输出功率级。可通过 **EA Power Control** 的“设置”应用中的**“其他”->“OT 报警后的直流输入/输出状态”**或 ModBus/SCPI 指令进行设置。

3.3.3 过压保护

过压报警 (OVP) 将导致直流输出关闭, 通常在以下情况下发生:

- 作为电压源, 电源本身产生的输出电压高于过压报警设定阈值 (OVP, 0...110% U_{Nom}) 或连接的负载以某种方式返回高于此阈值的电压
- OVP 阈值经过调整, 过于接近输出电压。如果设备处于 CC 模式, 且随后经历了负载负向阶跃, 电压将迅速上升, 导致短暂的电压过冲, 可能会直接触发 OV 报警

此功能用于以可视方式 (通过“错误”LED) 和其他形式向用户提供电源报警, 指示设备可能已产生损坏连接负载应用的过压。



- 设备未安装外部过压保护装置
- 从 CC -> CV 的操作模式切换会造成电压过冲

3.3.4 过流保护

过流报警 (OCP) 将导致关闭直流输出, 通常在以下情况下发生:

- 直流输出的输出电流达到调整后的 OCP 限值

该功能用于保护应用中的连接的负载, 使其不会因电流过大而发生过载和可能的损坏。

3.3.5 过功率保护

过功率报警 (OPP) 将导致直流输出关闭, 通常在以下情况下发生:

- 直流输出的输出电压和输出电流的乘积, 达到调整后的 OPP 限值

该功能用于保护应用中连接的负载, 使其不会因功耗过大而发生过载和可能的损坏。

3.3.6 安全 OVP

此额外功能仅内置于该系列的 **60 V 型号** 中。与常规过压保护功能 (OVP, 参见 3.3.3) 类似, 根据 SELV 规定, 安全 OVP 旨在保护应用或使用人员。该报警应防止设备输出 60V 以上的电压。然而, 通过外部源为设备直流输出提供额外的电压, 也会触发该报警。

以下情况下也会触发安全 OVP 报警:

- 设备直流输出的电压达到 60 V 以上的严格阈值, 无论该电压是由设备自身产生 (仅在直流输出开启时可能) 还是由外源引入设备 (任何时候都有可能)

如果直流输出的电压因任何原因超过该水平, 直流输出 (如果开启) 将立即关闭, 并通过前面板上的报警 LED 发出报警信号。该报警不能以常规方式确认。需要对设备进行重启。



电源正常工作时, 不应触发该报警。不过, 还有其他情况也可能触发该报警, 比如设备在电压接近 60.6 V 阈值的情况下工作, 或者当电流设置为 0 A 或极低值时, 退出 CC 模式时会出现电压尖峰。



在使用远程感测时, 即接通后部的“感测”输入端, 实际输出电压高于调整电压值, 此时会在电压设定值低于 60 V 时触发安全 OVP 报警。

3.3.7 共享总线故障

共享总线故障报警 (简称: SF) 与物理共享总线 (设备后侧的连接器) 以及是否与至少一台其他设备连接有关。报警还与主从模式的配置有关。

根据具体情况, 必须连接或断开相关设备的共享总线, 否则可能发生报警, 从而无法打开直流输出。如果报警发生在正常操作过程中, 它将关闭直流输出。SF 报警的可能原因:

- 设备通电后和/或初始化主从操作前: 见下表
- 主从初始化后和运行中: 共享总线电缆存在物理缺陷

设备通电后或更改配置后可能出现的情况:

主从模式	共享总线电缆	结果	必要操作
Off/关	断开	主从模式之外的正常状态。运行不受限制。	无
关	已连接	共享总线上连接的每个设备都将发出 SF 报警	断开共享总线电缆并清除报警
主机	断开	主机上无 SF 报警。主机将初始化主-从系统, 但如果检测到至少一台从机发出 SF 报警, 则主机将发出该报警信号, 阻止直流输出接通。	在共享总线上连接 MS 系统中的所有设备, 并初始化 MS 系统
主机	已连接	鉴于系统中只有 1 台主机和 x 台从机, 因此不应该出现 SF 报警	无
从机	断开	发生 SF 报警且无法清除。主机将初始化系统, 但系统无法打开直流输出端, 因为从机会向主机报告其 SF 报警。	在共享总线上连接 MS 系统中的所有设备, 并初始化 MS 系统
从机	已连接	鉴于系统中只有 1 台主机和 x 台从机, 而且所有设备都安装了相同版本的固件, 因此在启动时以及随后主机自动尝试初始化 MS 系统时, 所有相关设备上都不应该出现 SF 报警。如果稍后才初始化系统, 从机将发出 SF 信号。	无

必须在报警原因消除后再确认报警。

3.4 手动操作

3.4.1 启动设备

设备机身上没有电源开关或类似装置。它用于安装在由手动总开关或其他开关设备 (如接触器) 供电的机架或机柜中。这意味着, 无论作为独立设备还是主从系统的一部分运行, 都必须始终有一个外部电源开关。

如果设备是主从系统的一部分, 通常安装在机柜中, 一般会通过总开关同时为所有相关设备供电。如果有可能 (主题: 浪涌电流), 那么主机将等待一段时间, 等待从机完成启动, 然后再开始初始化系统。

开机后, 设备正面的“Power”LED 灯为橙色, 指示启动阶段。一旦完成启动并准备好运行, “Power”LED 灯将变为绿色。

有一个可配置的选项, 用于确定开机后直流输出的状态。此处的出厂设置为“关”。将其更改为“恢复”将使设备恢复上次关闭时的直流输出状态, 即开启或关闭。

在主-从操作模式下, 当设备处于从属状态时 (本系列型号的默认操作模式), 所有数值和状态均由主机存储和恢复, 并在初始化时覆盖从机的设置。



在开始阶段, 模拟量接口可以发出信号来指示其数字输出处于未定义状态。在设备完成启动并准备工作之前, 必须忽略此信号。

3.4.2 设备关闭

关机时, 将保存最后的直流输出状态和最近的设定值。此外, 将通过“Error”LED 灯发出 PF 报警 (电源故障) 信号, 但可忽略该报警。

直流输出立即关闭, 过一会儿风扇关闭, 再过几秒钟设备将完全断电。

3.4.3 打开或关闭直流输出

只要该设备不是从机, 并且由主机或通过 USB 接口的软件进行远程控制, 就可以通过正面的“On/off”按钮手动打开或关闭直流输出。这适用于设备需要独立运行或替代故障主机或主机丢失的情况。在同样的情况下, 还可以通过前置 USB 端口访问所有与直流输出相关的参数。该按钮还可用于确认“Error”LED 灯发出的设备警报。

通过其中一个 USB 端口进行的参数配置被视为远程控制, 因此在 3.5 中进行了说明。

3.5 远程控制

3.5.1 概述

在操作该系列设备时，远程控制必不可少，例如在主从操作过程中。此外，还可以通过任何内置控制接口（USB、模拟、Anybus）进行远程控制。其中一种数字接口是主从总线。重要的是，该设备可以通过用户直接访问的接口或主机进行远程控制。这意味着，如果在主从模式运行时试图通过数字接口切换到远程控制，设备将通过数字接口报错。反之，主机无法初始化 USB 远程控制的从机。不过，在这两种情况下，都可以通过任何一个 USB 端口进行状态监测和数值读取。

3.5.2 通过数字接口进行远程控制

3.5.2.1 后置 USB

后置 USB 端口提供与 PS 10000 系列设备相同的指令集，可视为带有显示屏和旋钮的标准设备。通过该 USB 端口访问 PU 10000 系列设备时，可使用该系列指定的所有功能，包括将设备用作任何其他兼容从机的主机。

关于编程和远程控制，“SCPI 和 ModBus 编程指南”文档以及相关的 ModBus 寄存器列表“Modbus_Register_PU10000_KEx.xx+_EN.pdf”对用户有效。购买了可选函数发生器许可证（LIZENZFG，参见«1.9.4 配件»部分）的用户在购买后将通过电子邮件收到一份名称不同的扩展 ModBus 寄存器列表。

3.5.2.2 前置 USB

前置 USB 端口的主要用途是快速访问最重要的直流输出相关参数，如设定值和保护。可以随时读取数值和状态，但只有在设备不受主机或任何其他接口控制时才能进行设置。

除主-从模式外，还可通过 **EA Power Control** 软件或定制应用对设备进行远程控制。为此，设备随附 U 盘中有一份编程文件。

该 USB 端口的可用指令数量有限，但同时支持 SCPI 和 ModBus RTU 通信协议。作为编程文件的一部分，另外还有一份 ModBus 寄存器列表，名为 Modbus_Register_PUx10000_Front_HMIx.xx+_EN.pdf。

编程指南中有一节介绍了通过后置 USB 端口支持的不同系列所支持的所有 SCPI 指令。如下图所示，前置 USB 端口的指令集有所减少。有关指令及其使用的详细信息，请参阅编程指南。

*IDN?	[SOURce:]POWER?
*CLS	[SOURce:]POWER:LIMit:HIGH
*RST	[SOURce:]POWER:LIMit:HIGH?
*ESE	[SOURce:]POWER:PROTEction[:LEVel]
*ESE?	[SOURce:]POWER:PROTEction[:LEVel]?
*ESR	[SOURce:]RESistance
*STB?	[SOURce:]RESistance?
MEASure:[SCALar:]CURRent[:DC]?	[SOURce:]RESistance:LIMit:HIGH
MEASure:[SCALar:]POWER[:DC]?	[SOURce:]RESistance:LIMit:HIGH?
MEASure:[SCALar:]VOLTage[:DC]?	[SOURce:]VOLTage
OUTPut[:STATe]	[SOURce:]VOLTage?
OUTPut[:STATe]?	[SOURce:]VOLTage:LIMit:HIGH
[SOURce:]CURRent	[SOURce:]VOLTage:LIMit:HIGH?
[SOURce:]CURRent?	[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW
[SOURce:]CURRent:LIMit:HIGH	[SOURce:]VOLTage:LIMit:LOW?
[SOURce:]CURRent:LIMit:HIGH?	[SOURce:]VOLTage:PROTEction[:LEVel]
[SOURce:]CURRent:LIMit:LOW	[SOURce:]VOLTage:PROTEction[:LEVel]?
[SOURce:]CURRent:LIMit:LOW?	STATus:OPERation?
[SOURce:]CURRent:PROTEction[:LEVel]	STATus:QUESTionable?
[SOURce:]CURRent:PROTEction[:LEVel]?	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil
[SOURce:]POWER	SYSTem:ALARm:ACTion:PFAil?

SYSTem:ALARm:COUNT:OCURrent?	SYSTem:CONFIg:UCD
SYSTem:ALARm:COUNT:OPOWer?	SYSTem:CONFIg:UCD?
SYSTem:ALARm:COUNT:OTEMperature?	SYSTem:CONFIg:UCD:ACTion
SYSTem:ALARm:COUNT:OVOLTage?	SYSTem:CONFIg:UCD:ACTion?
SYSTem:ALARm:COUNT:PFail?	SYSTem:CONFIg:USER:TEXT
SYSTem:COMMunicate:TIMeout?	SYSTem:CONFIg:USER:TEXT?
SYSTem:CONFIg:MODE	SYSTem:CONFIg:UVD
SYSTem:CONFIg:MODE?	SYSTem:CONFIg:UVD?
SYSTem:CONFIg:OCD	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTion
SYSTem:CONFIg:OCD?	SYSTem:CONFIg:UVD:ACTion?
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTion	SYSTem:DEVIce:CLAss?
SYSTem:CONFIg:OCD:ACTion?	SYSTem:ERRor:ALL?
SYSTem:CONFIg:OPD	SYSTem:ERRor:NEXT?
SYSTem:CONFIg:OPD?	SYSTem:ERRor?
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTion	SYSTem:LOCK
SYSTem:CONFIg:OPD:ACTion?	SYSTem:LOCK?
SYSTem:CONFIg:OUTPut:RESTore	SYSTem:LOCK:OWNer?
SYSTem:CONFIg:OUTPut:RESTore?	SYSTem:NOMinal:CURRent?
SYSTem:CONFIg:OVD	SYSTem:NOMinal:POWER?
SYSTem:CONFIg:OVD?	SYSTem:NOMinal:RESistance:MAXimum?
SYSTem:CONFIg:OVD:ACTion	SYSTem:NOMinal:RESistance:MINimum?
SYSTem:CONFIg:OVD:ACTion?	SYSTem:NOMinal:VOLTage?

3.5.2.3 编程

有关通信协议等的编程细节可见随附 U 盘中提供的“ModBus 和 SCPI 编程指南”文件,也可从制造商网站下载。

3.5.3 接口监控

接口监控功能旨在监控 (或监督) 设备与上级控制单元 (如 PC 或 PLC) 之间的数字通信线路,并确保在通信线路出现故障时,设备不会继续不受控地工作。线路故障可能表示出现物理中断 (电缆损坏、接触不良、电缆被拔出) 或设备内部的接口端挂起。只能通过 **EA Power Control** 的“设置”应用配置监控功能。

激活监控后,它只对用于远程控制的接口有效,除非设备是主从系统中的从机。这样,只有主机才具备主动接口监控功能。不过,主从设备之间的连接也受到监控,如果该连接中断或出现其他故障,设备将进入 MSP (主从保护) 报警状态。

监控基于用户可定义的超时,如果在给定的时间范围内没有向设备发送至少一条消息,则超时将耗尽。每发送一条消息,又将再次启动超时,并在下一条消息传入时重置。如超时耗尽,则定义设备的以下反应:

- 退出远程控制
- 如果直流输出端已经接通,它要么关闭,要么保持接通,具体取决于 **EA Power Control** 的设置**其他->远程控制后直流输入/输出状态**

操作注意事项:

- 监控超时可以通过远程控制随时更改;只有在当前超时结束后新值才会生效
- 接口监控不会停用 Ethernet 连接超时,因此这两个超时可能重叠

3.5.4 通过模拟量接口进行远程控制

3.5.4.1 概述

设备背面有一个内置电隔离的 15 针模拟量接口 (以下简称 **AI**)，可提供以下功能：

- 远程控制电流、电压、功率和内阻
- 远程监控状态 (CC/CP、CV、DC 输出)
- 远程监控报警 (OT、OVP、OCP、OPP、PF)
- 远程监控实际值
- 远程开/关直流输出

必须始终同时通过模拟量接口设置电压、电流和功率的设定值。这意味着，例如，无法通过 AI 调整电压，而可以通过数字线路设置电流和功率，反之亦然。内阻设定值可进行额外调整。

OVP 设定值和其他报警阈值无法通过 AI 设置，因此在 AI 接管控制之前必须适应给定的情况。模拟设定值可以从外部电压源提供，也可以从引脚 3 上的基准电压得出。

AI 可以在 0...5V 和 0...10V 的一般电压范围内工作，这两个电压范围均代表额定值的 0...100%。电压范围的选择可通过 ModBus 寄存器、SCPI 指令或 **EA Power Control** 的“设置”应用中的一些设置来完成。相应地调整从引脚 3 (VREF) 发出的基准电压：

选择 **5 V** 设置：基准电压 = 5 V，VSEL、CSEL、PSEL 和 RSEL 的 0...5 V 设定值信号对应 0...100% 标称值，0...100% 实际值对应于实际值输出 CMON 和 VMON 的 0...5 V。

选择 **10 V** 设置：基准电压 = 10 V，VSEL、CSEL、PSEL 和 RSEL 的 0...10 V 设定值信号对应 0...100% 标称值，0...100% 实际值对应于实际值输出 CMON 和 VMON 的 0...10 V。

所有设定值总是被额外限制为相应的调整限值 (U-max、I-max 等)，这将限幅直流输出的设定过量值。

在开始之前，请阅读以下关于接口使用的重要说明：



在给设备供电后和启动阶段，AI 会在输出引脚上发出未定义状态的信号。在准备工作完成之前，必须忽略这些信号。

- 必须首先通过切换引脚 REMOTE (5) 来激活设备的模拟远程控制。唯一的例外是 REM-SB 引脚，该引脚可以独立使用
- 在与控制模拟量接口的硬件连接之前，应确保其不能向引脚提供高于规定 (3.5.4.3 中的表) 的电压
- 如果 R 模式被激活，则在模拟远程控制期间，VSEL、CSEL、PSEL 和 RSEL 等设定值输入不得处于未连接 (即悬空) 状态。如果任何设定值未用于调整，则可将其连接到规定电平或连接到引脚 VREF (焊桥或其他)

3.5.4.2 确认设备报警

在通过模拟量接口进行远程控制时，如果设备报警，直流输出将以与数字远程控制相同的方式关闭。设备正面的“Error”LED 灯将显示警报 (参见《3.6 设备报警处理》)，并在模拟量接口上发出信号。最终发出何种警报，可通过远程控制 (指令或 **EA Power Control**) 在设备配置中进行设置。

必须确认 MSP、OVP、OCP 和 OPP 警报 (另请参见 3.6)。如果已为 REM-SB 设置默认逻辑电平，则可通过 REM-SB 引脚关闭并再次打开直流输出来完成确认，即高-低-高边沿 (低电平最少持续 50 ms)。

如果相关 **EA Power Control** 设置 **其他 -> PF 报警后的直流输入/输出状态** 或 **其他 -> OT 报警后的直流输入/输出** 设置为 **关**，则 PF 和 OT 也需要相同设置。

只有一个 **例外**：仅该系列的 60 V 型号具有 SOVP (安全 OVP) 报警功能。无法对其进行确认，因此需要重新启动设备。但可以通过模拟量接口进行监控，并由同时发出信号的 PF 和 OVP 报警指示，因此需要选择引脚 6 上的报警指示来至少发出信号 PF，并选择引脚 14 发出信号 OVP，或者类似的任何组合。

3.5.4.3 模拟量接口规格

引脚	名称	类型 ⁽¹⁾	说明	默认电平	电气规格
1	VSEL	AI	设定电压值	0...10 V 或 0...5 V 对应 U_{Nom} 的 0..100%	精度 0-5 V 范围: <0.4 % ⁽⁵⁾ 精度 0-10 V 范围: <0.2 % ⁽⁵⁾ 输入阻抗 $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
2	CSEL	AI	设定电流值	0...10 V 或 0...5 V 对应 I_{Nom} 的 0..100%	
3	VREF	AO	基准电压	10 V 或 5 V	$I_{Max} = +5\text{ mA}$ 时的公差 < 0.2% 防 AGND 短路
4	DGND	POT	数字接地		用于控制和状态信号
5	REMOTE	DI	在手动和远程控制之间切换	远程 = 低, $U_{Low} < 1\text{ V}$ 手动 = 高, $U_{High} > 4\text{ V}$ 手动, 如果引脚未接线	电压范围 = 0...30 V 5 V 时 $I_{Max} = -1\text{ mA}$ $U_{Low\ to\ HIGH\ typ.} = 3\text{ V}$ 记录发送器: DGND 集电极开路
6	ALARMS 1	DO	过热或电源故障报警	报警 = 高, $U_{High} > 4\text{ V}$ 无报警 = 低, $U_{Low} < 1\text{ V}$	准开路集电极, 上拉至 V_{CC} ⁽²⁾ 引脚电压为 5 V 时, 最大流量 + 1 mA $U_{CE} = 0.3\text{ V}$ 时 $I_{Max} = -10\text{ mA}$ $U_{Max} = 30\text{ V}$ 防 DGND 短路
7	RSEL	AI	设定内阻值	0...10 V 或 0...5 V 对应 R_{Max} 的 0..100%	精度 0-5 V 范围: <0.4 % ⁽⁵⁾ 精度 0-10 V 范围: <0.2 % ⁽⁵⁾ 输入阻抗 $R_i > 40\text{ k} \dots 100\text{ k}$
8	PSEL	AI	设定功率值	0...10 V 或 0...5 V 对应 P_{Nom} 的 0..100%	
9	VMON	AO	实际电压	0...10 V 或 0...5 V 对应 U_{Nom} 的 0..100%	精度 0-5 V 范围: <0.4 % ⁽⁵⁾ 精度 0-10 V 范围: <0.2 % ⁽⁵⁾
10	CMON	AO	实际电流	0...10 V 或 0...5 V 对应 I_{Nom} 的 0..100%	
11	AGND	POT	模拟接地		对于 xSEL、xMON、VREF
12	R-ACTIVE	DI	R模式开/关	关 = 低, $U_{Low} < 1\text{ V}$ 开 = 高, $U_{High} > 4\text{ V}$ 开, 如果引脚未接线	电压范围 = 0...30 V 5 V 时 $I_{Max} = -1\text{ mA}$ $U_{Low\ to\ HIGH\ typ.} = 3\text{ V}$ 记录发送器: DGND 集电极开路
13	REM-SB	DI	直流输出关 (直流输出开) (ACK 报警 ⁽⁴⁾)	关 = 低, $U_{Low} < 1\text{ V}$ 开 = 高, $U_{High} > 4\text{ V}$ 开, 如果引脚未接线	电压范围 = 0...30 V 5 V 时 $I_{Max} = +1\text{ mA}$ 记录发送器: DGND 集电极开路
14	ALARMS 2	DO	过压报警 过流报警 过功率报警	报警 = 高, $U_{High} > 4\text{ V}$ 无报警 = 低, $U_{Low} < 1\text{ V}$	准开路集电极, 上拉至 V_{CC} ⁽²⁾ 引脚电压为 5 V 时, 最大流量 + 1 mA $U_{CE} = 0.3\text{ V}$ 时 $I_{Max} = -10\text{ mA}$, $U_{Max} = 30\text{ V}$ 防 DGND 短路
15	STATUS ⁽³⁾	DO	恒压调节激活 直流输出	CV = 低, $U_{Low} < 1\text{ V}$ CC/CP/CR = 高, $U_{High} > 4\text{ V}$ 关 = 低, $U_{Low} < 1\text{ V}$ 开 = 高, $U_{High} > 4\text{ V}$	

(1) AI=模拟输入, AO=模拟输出, DI=数字输入, DO=数字输出, POT=电位

(2) 内部 V_{CC} 约 10 V

(3) 只可能出现两种信号中的一种

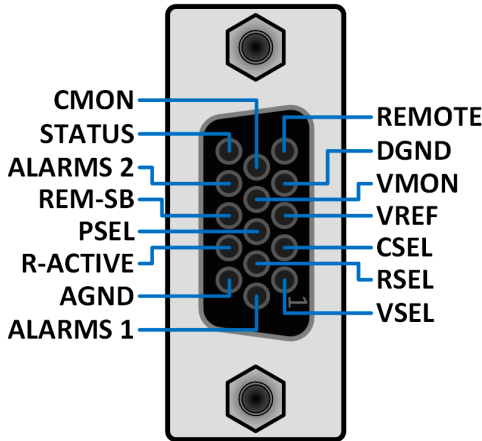
(4) 仅在远程控制期间

(5) 模拟输入/输出的误差加上设备直流输出相关值的一般误差

3.5.4.4 分辨率

模拟量接口由数字微控制器进行内部采样和处理。这导致模拟步骤的分辨率有限。设定值 (VSEL 等) 和实际值 (VMON/CMON) 的分辨率相同, 在 10 V 范围内工作时 0...100% 的分辨率为 26214。在 5 V 范围内, 此分辨率减半。由于公差的原因, 真正可实现的分辨率可能略低。

3.5.4.5 Sub-D插座概述



3.5.4.6 各引脚的简化原理图

	<p>数字输入引脚 (DI)</p> <p>需要使用低电阻开关 (继电器、开关、断路器 等), 以便向 DGND 发送清晰的信号。如果不是“集电极开路”类型, IC 或 PLC 的数字输出可能无法下拉输入。</p>		<p>模拟输入引脚 (AI)</p> <p>运算放大器电路的高电阻输入 (阻抗 > 40 kΩ)。</p>
	<p>数字输出引脚 (DO)</p> <p>使用一个准集电极开路, 通过对内部电源的高电阻上拉实现。在低电平状态下, 它不能驱动任何负载, 只能灌入小电流, 如图中的继电器示例。</p>		<p>模拟输出引脚 (AO)</p> <p>运算放大器电路的输出引脚, 低阻抗。请参见上面的规格表。</p>

3.5.4.7 应用示例

a) 用 REM-SB 引脚切换直流输出

! PLC 的数字输出可能无法将引脚明显拉低, 因为其阻值不够低。检查控制应用的规格。另请参见上面的引脚图。

在远程控制中, REM-SB 引脚用于打开和关闭设备的直流输出。该功能也可在未激活远程控制的情况下使用, 一方面可以阻止在手动或数字远程控制中打开直流输出, 另一方面, 引脚可以打开或关闭直流输出, 但不能脱机打开或关闭。参见下面的**远程控制尚未激活**。

! 紧急情况下, REM-SB 不能作为安全停止开关来确保停用直流输出! 为此, 需要一个外部急停系统。

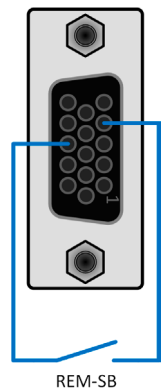
建议使用开关、继电器或晶体管等低电阻触点将引脚切换到接地 (DGND)。

可能会出现以下情况:

- 远程控制被激活**

通过模拟量接口进行远程控制时, 只有 REM-SB 引脚根据 3.5.4.3 中的电平定义决定直流输出的状态。通过 ModBus 寄存器或 SCPI 指令, 可在 **EA Power Control** 的“设置”应用中**设置模拟量接口 -> REM-SB 电平**, 从而反转逻辑函数和默认电平。

! 如果引脚未连接或连接的触点断开, 引脚将为高电平。当“模拟量接口-> REM-SB 电平”设置为“正常”时, 要求打开直流输出。因此, 当启动远程控制时, 直流输出将立即打开。



• **远程控制未激活**

在此操作模式下, REM-SB 引脚可用作锁定, 防止通过任何方式打开直流输出。这可能导致以下情况:

直流输出	+	REM-SB 引脚电平	+	参数“REM-SB 电平”	→	动作
关	+	高	+	正常	→	直流输出未锁定。可通过前面板“开/关”按键打开或通过数字接口指令打开。
		低	+	反转		
	+	高	+	反转	→	直流输出锁定。不能通过前面板“开/关”按键打开或通过数字接口指令打开。尝试打开设备时, 设备根本没有反应。
		低	+	正常		

如果直流输出已经打开, 切换引脚将关闭直流输出, 类似于模拟远程控制中的做法:

直流输出	+	REM-SB 引脚电平	+	参数“REM-SB 电平”	→	动作
开	+	高	+	正常	→	直流输出保持打开, 无任何锁定。可以通过按键或数字指令打开或关闭。
		低	+	反转		
	+	高	+	反转	→	直流输出将被关闭并锁定。稍后可通过切换 REM-SB 引脚再次打开。
		低	+	正常		

b) 电流和功率的远程控制

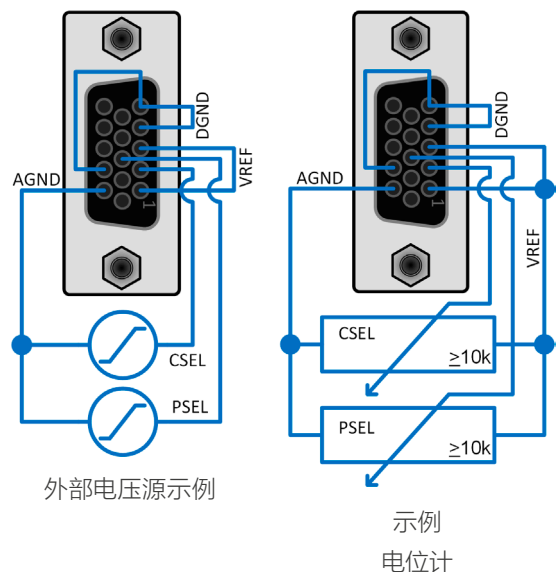
需要激活远程控制 (引脚 REMOTE = 低)

设定值 PSEL 和 CSEL 由基准电压 VREF 等生成, 并分别使用电位计。因此, 电源可选择性地在电流限制或功率限制模式下工作。根据规格, VREF 最大输出 5 mA 负载, 必须使用至少 10 kΩ 的电位计。

电压设定值 VSEL 直接连接到 VREF, 因此总量为 100%。R-ACTIVE 与 DGND 连接, 因此内阻模式关闭。

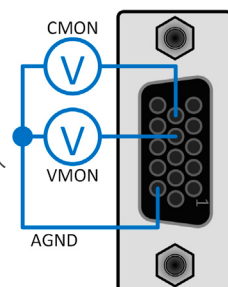
如果控制电压是从外部电源输入的, 则有必要注意设定值的输入电压范围 (0...5 V 或 0...10 V)。

对于 0...100% 的设定值, 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

通过模拟量接口可以监控直流输出端的电流与电压值。可使用标准万用表或 PLC 的模拟输入等进行读取。



3.6 设备报警处理

设备报警事件通常会导致直流输出关闭，前面板上的“Error”LED 灯也会亮起，以提醒用户注意。必须始终确认报警。

▶ 如何确认控制面板上的报警（手动控制期间）

1. 如果直流输出关闭且“Error”LED 灯亮起，请使用“On/off”按钮。
2. LED 熄灭后，再按一下“On/off”按钮，直流输出就会重新打开。如果 LED 保持亮起，则报警原因可能仍然存在。

▶ 如何在数字远程控制时确认报警

1. 使用基于 ModBus 的接口时，通过写入线圈，特别是寄存器 411。使用 SCPI 时，则使用标准错误查询 SYST:ERR:ALL? 指令。


▶ 如何在模拟量接口远程控制时确认报警

1. 参见«3.5.4.2 确认设备报警»。

部分设备报警可通过 ModBus 寄存器、SCPI 指令或 **EA Power Control** 进行配置：

简称	全称	说明	范围
OVP	过压保护	一旦直流输出电压达到 OVP 限值，就会触发报警。将关闭直流输出。	0 V...1.1*U _{Nom}
OCP	过流保护	一旦直流输出电流达到 OCP 阈值，就会触发报警。将关闭直流输出。	0 A...1.1*I _{Nom}
OPP	过功率保护	一旦直流输出功率达到 OPP 阈值，就会触发报警。将关闭直流输出。	0 W...1.1*P _{Nom}

此类设备基于硬件，以下报警信息无法配置：

简称	全称	说明
PF	电源故障	<p>交流供电过压或欠压。如果交流电源超出规格或设备切断交流电源，则触发报警。将关闭直流输出。临时 PF 报警后的直流输出状态可通过 EA Power Control 的设置其他 -> PF 报警后的直流输入/输出状态 (也可通过使用 ModBus 寄存器和 SCPI 指令) 确定。</p> <p> 在运行期间，只能在报警原因消失约 15 秒后确认 PF 报警。再次打开直流输出需要大约 5 秒的等待时间。</p>
OT	过温	如果内部温度达到一定的极限，将触发报警。直流输出将关闭，这可能只是暂时的，取决于 EA Power Control 的设置 其他 -> OT 报警后的直流输入/输出状态 (也可通过使用 ModBus 寄存器和 SCPI 指令)。
MSP	主从保护	如果设备是主从系统中的主机，且与至少一台从机失去联系，则触发报警。如果设备是从机且尚未被主机初始化，也会发生同样的情况。将关闭直流输出。可通过重新初始化主从系统或取消激活主从模式来清除报警。
安全 OVP	安全过压保护	<p>仅适用于 60 V 型号：</p> <p>当直流输出的电压超过 101% 额定电压的严格阈值时，将触发一个特殊的 OVP 报警。将关闭直流输出。有关详细信息，请参见 3.3.6 部分</p>
SF	共享总线故障	可能发生在由于错误或损坏 (短路) 的 BNC 电缆导致共享总线信号阻尼过大的情况下，或者仅当至少一个共享总线连接器连接到另一个设备，而发出警报信号的设备 (尚未) 配置为主从操作时。有关详细信息，请参见 3.3.7。

3.7 其他应用

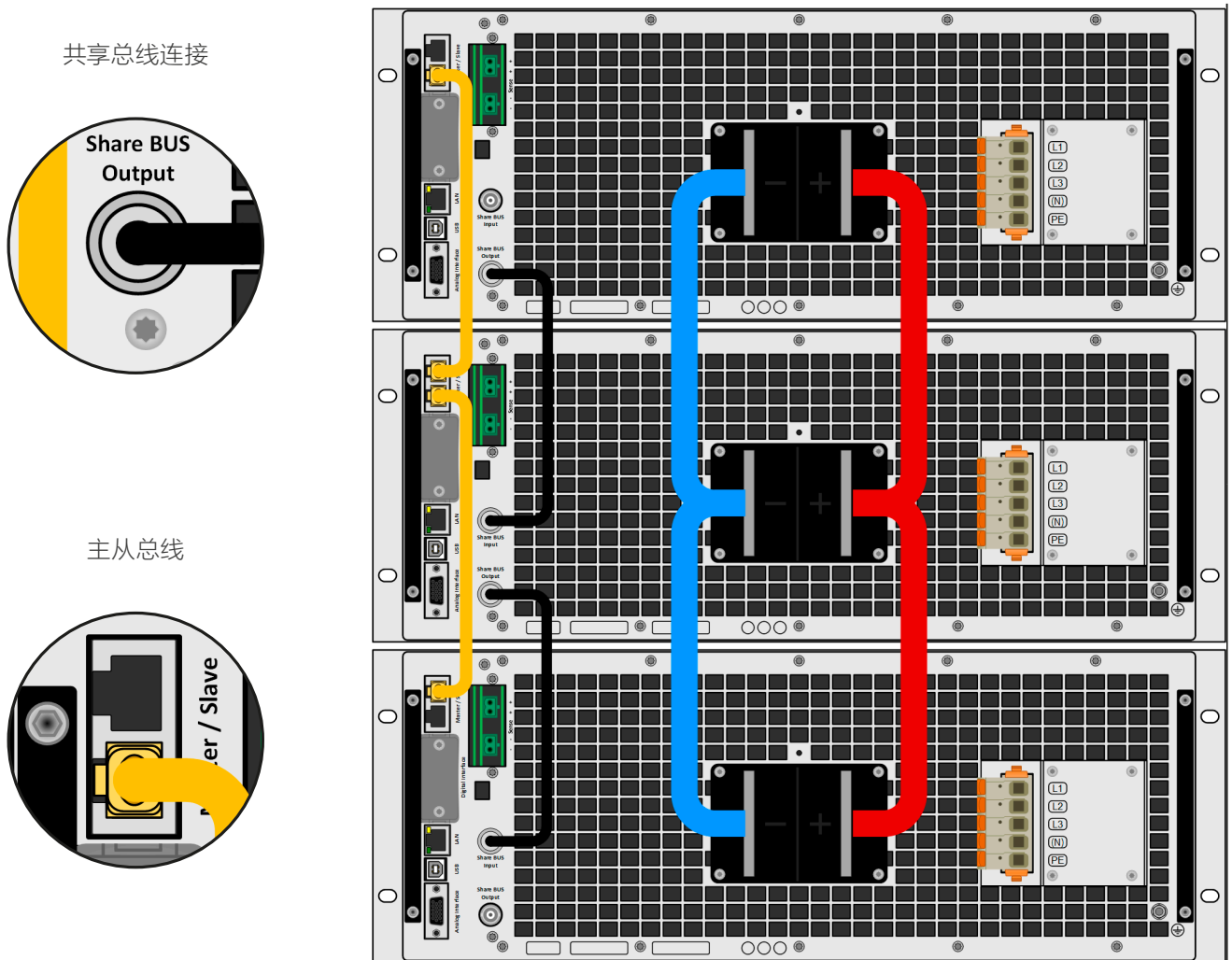
3.7.1 主从 (MS) 模式下并联运行

PU 10000 系列设备的主要和预期操作形式是作为主从系统中的从机。

同一设备类型的多台设备，即电源、电子负载或双向电源可以并联连接，以创建具有更高总电流并因此具有更高功率的系统。在进行主从模式下的并联操作时，设备通常连接在其直流输出端、共享总线和主从总线上，主从总线是一种使系统在调整值、实际值和状态方面作为一个大型设备工作的数字总线。

共享总线旨在动态平衡设备的直流输出电压，即在 CV 模式下，特别是当主机运行函数发生器时（如具有该功能）。为了使该总线正确工作，至少必须连接所有主从设备的直流负极，因为直流负极是共享总线的基准。

原理图 (无负载)：



3.7.1.1 限制和要求

与单一设备的正常操作相比，主从操作存在一些限制和要求：

- 主从系统在报警情况下的反应稍有不同（参见下文 3.7.1.8）
- 必须连接共享总线
- 虽然共享总线能使系统尽可能地动态响应，但它仍然不如单机运行那样动态
- 支持与其他系列的相同型号连接，但仅限于 PSI 10000 和 PS 10000 系列，它们可作为主机或从机使用

3.7.1.2 直流输出端的接线

并联连接下，要根据机柜系统总电流采用合适直径的连线或铜条，将每台产品的直流输出按照正确极性接到下一台，用线尽可能短，这样其电感值会尽可能低。

3.7.1.3 共享总线端的接线

共享总线对于主从操作至关重要。设备与设备之间用标准 BNC 电缆 (同轴, 50 Ω 型) 连接, 长度为 0.5 m (1.64 ft) 或类似长度。两个 BNC 插座均为内部接线, 并无特别的输入或输出端。标签仅用于定向。



- 通过共享总线最多可连接 64 台设备
- 根据是否连接共享总线以及主从模式的配置, 设备可能会显示 SF 警报 (详见«3.3.7 共享总线故障»)

3.7.1.4 数字式主从总线的接线和设置

主从总线连接器为内置型, 可通过网络电缆 (≥CAT3, 接插电缆) 进行连接。在此之后, 可手动 (推荐) 或通过远程控制配置主从模式。以下情况适用:

- 最多可通过总线连接 64 台设备: 1 台主机可与最多 63 台从机相连。
- 仅在同类设备之间进行连接, 即电源与电源连接; 允许并支持不同电源等级的连接, 请参见以下 3.7.1.5
- 总线末端的设备必须终止 (详情见下文), 否则主从初始化将失败



主从总线不得使用交叉电缆进行接线!

主从系统的后期操作包括:

- 主机通过远程控制查询 (而不是通过每个接口) 提供整个系统的汇总实际值和状态。举例来说, 这意味着只有在使用 SCPI 时, 300 kW 的系统才能将查询到的实际功率返回为“300.0 kW”, 但在所有其他接口上, 该值将是系统总功率的百分比值, 并且必须由远程控制软件进行正确转换
- 主机的设定值、调整限值、保护值 (OVP 等) 的设定范围要符合系统内所有设备的数量。因此, 如果, 例如将单台功率为 30 kW 的 5 台设备连接成一个 150 kW 的系统, 则主机可设置在 0...150 kW 的范围内。同样, 这种形式的值仅适用于 SCPI。
- 在受主机控制期间, 从机不可单独操作
- 主机尚未初始化的从机将显示 MSP 警报和“错误”LED 灯。主从总线错误时会发出相同的报警信号。

3.7.1.5 混合系统

对于混合系统, 可理解为:

- 在一个主从系统内可提供不同的功率等级, 如 5 kW、15 kW 或 30 kW (要求至少安装固件 KE 3.02)
- 不同系列设备, 特别是与 PU 10000 系列连接的 PS 10000 系列 (要求至少安装固件 KE 3.02)

当连接具有不同功能集的设备时, 应选择具有最佳配置的设备作为主机。采用不同的功率等级组合可能会产生意外副作用, 例如初始化后的总功率达不到预期, 而是更低了。这取决于选择何种设备和功率等级作为主机。在这种情况下有一条黄金法则: 始终选择额定功率最高的设备作为主机。

示例: 想连接一台 30 kW 的设备和一台 3 kW 的设备, 以获得 33 kW 的功率。一般来说, 额定电压必须匹配, 但额定电流和功率可以不同。因此, 额定功率起着决定性作用。使用 3 kW 设备作为主机时, 系统总功率只有 28 kW, 甚至低于单台 30 kW 设备所能提供的功率。但是, 当将 30 kW 设备作为主机时, 系统的总功率将达到 33 kW。

无论功率等级如何, 10000 系列均可相互兼容 (日期 2023-03):

	PS	PSI	PU	ELR	PUL	PSB	PSBE	PUB
PS	X	X	X (*)	—	—	—	—	—
PSI	X	X	X (*)	—	—	—	—	—
PU	X (*)	X (*)	X (*)	—	—	—	—	—
ELR	—	—	—	X	X (*)	—	—	—
PUL	—	—	—	X (*)	X (*)	—	—	—
PSB	—	—	—	—	—	X	X	X (*)
PSBE	—	—	—	—	—	X	X	X (*)
PUB	—	—	—	—	—	X (*)	X (*)	X (*)

(* 要求所有相关设备至少安装 KE 3.06 固件)

3.7.1.6 配置主从操作

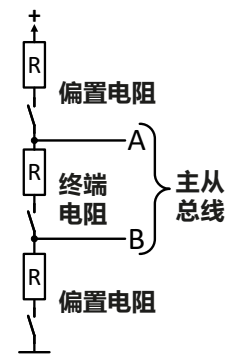
如果系统的主从配置以后不再更改，则只需进行一次配置。设备将存储其设置，每次启动后，主机将自动尝试初始化所有从机。如果主机带有显示屏，则可以使用触摸屏进行手动配置和初始化。

否则，可通过定制软件和 ModBus/SCPI 指令或 **EA Power Control** 进行设置。鉴于主从系统已经正确布线，所有设备都已运行，最后一步就是主从配置。

► 如何使用 EA Power Control 将设备配置为从机或主机以实现主从操作

1. 使用前置或后置 USB 端口将设备连接到 PC
2. 启动 **EA Power Control**，让其找到设备。如果有多台设备连接到 PC，请选择合适的设备并将其标志拖到**设置**应用上。
3. 在“设置”应用中，导航至**主从组**，并将**主从模式**设置为**从机或主机**。
4. 正确设置终端。实际的总线端接是通过内部电子开关完成的，这些开关通过指令进行控制。该操作可在将每台设备设置为主机或从机的过程中完成，但应在将设备设置为该设备之前完成，因为该操作会立即触发总线初始化。在设置**主从组**时，可以分别设置 BIAS 和总线本身的终端电阻器 (TERM, 见右图)。主从总线上设备的终端设置：

设备位置	终端设置
主机 (在总线端部)	偏置电阻器 = 开 + 终端电阻器 = 开
主机 (在总线中部)	偏置电阻器 = 开
从机 (在总线端部)	终端电阻器 = 开
从机 (在总线中部)	偏置电阻器 = 关 + 终端电阻器 = 关



5. 保存设置并离开应用。



只要主从模式保持激活状态，每次主机通电时，主从系统均会重复初始化过程。也可以随时通过 EA Power Control 中的“设置”应用、“主从”组或使用主从操作相关指令的自定义软件手动重复初始化。

3.7.1.7 操作主从系统

在成功配置和初始化主机和从机后，重点将放在主机上。如果主机是本系列的型号，则无法通过 LED 在正面显示主机状态，但可以通过 **EA Power Control** 或定制软件随时从主机查询 MS 的运行状态。带显示屏的主机也可在显示屏上显示所有状态。

从此时起，从机均无法通过模拟量接口或数字接口进行手动或远程控制。如有需要，可通过这些接口读取实际值和状态，对其进行监控。

初始化后，主机将重新配置，并且所有设定值均将重置。对于控制软件而言，主机可通过可读形式表示其所有值，并适用于现在定义的系统，但只有在使用 SCPI 或 LabVIEW 时才能这样做，因此限制了对 LAN 或 USB 接口的选择。根据设备数量的不同，可调电流和功率范围将成倍增加，而电阻范围将减小。对于任何其他可用接口，必须由软件完成数值转换。以下内容普遍适用：

- 主从系统可以被视为一个独立设备
- 主机在从机之间共享设定值等，并对其进行控制
- 主机可通过模拟量或数字接口进行远程控制
- 主机设定值 U、I、P 和 R 的所有设置，以及来自监控、限值等的所有相关值，均应适应新的总值
- 所有初始化的从机均会将任何限值 (U_{Min} 、 I_{Max} 等)、监控阈值 (OVP、OPP 等) 重置为默认值，因此这些不会干扰主机的控制。一旦在主机上修改了上述数值，其就会以 1:1 的比例传输到从机。稍后，在操作过程中，由于电流不平衡或反应稍快，可能会出现从机比主机更早发出报警的情况。
- 如果一台或多台从机报告设备警报，主机也将通过“Error”LED 灯发出信号，则无论采用何种可用方式，必须在主机上进行确认，以便从机可以继续运行。由于报警通常会导致直流输出关闭，并且只能在 PF 或 OT 报警后自动恢复开/关状态，对报警的反应可配置，因此在这种情况下，操作员或远程控制软件可能需要采取行动。

- 作为安全措施，与任何从机断开连接都会导致所有直流输出关闭，设备会在其前面板上亮起“Error”LED 灯以表明这一情况，主机也会提供一个可读的警报状态 MSP (“主从保护”)。然后，主从系统必须重新初始化，无论是否事先已重新建立与断开设备的连接。
- 包括从机在内的所有设备，均可以使用模拟量接口的 REM-SB 引脚对其直流输出进行外部切断。这可以用作某种“紧急关闭”，通常将触点（接通器或断路器）并联连接到所有设备上的该引脚。

3.7.1.8 报警和其他问题情况

由于多台设备的连接及其相互作用，主从操作可能会导致产生额外的问题，而这些情况在操作单台设备时则不会出现。针对此类情况制定了以下规定：

- 通常，如果主机失去了与任何从机的连接，系统会生成 MSP (主从保护) 警报，在屏幕上弹出消息 (如果主机带显示器) 并关闭其直流输出。从机将回退到单一操作模式，但也会关闭其直流输出。要删除 MSP 警报，可以重新初始化主从系统，或停用主从模式 (需要连接每个从机)。重新初始化可在 MSP 警报弹出屏幕 (如果主机带有显示屏) 或主机菜单 (如果主机带有显示屏) 中进行，也可通过远程控制进行。
- 如果一台或多台从机被切断交流供电 (停电、电源欠压)，重新启动后，其不会自动初始化并再次包含在主从系统中。必须重复初始化步骤。
- 如果主机交流供电断开 (保险丝跳闸、停电)，重新启动后，其将尝试自动初始化主从系统，查找并集成所有激活状态下的从机。在这种情况下，主从系统可以自动恢复。
- 如果将多台设备定义为主机，则无法初始化主从系统。
- 如果主机报告初始化状态失败，且状态信息显示“检测到不同固件或型号” (如果主机带显示屏)，则说明 MS 系统中至少有一台设备的硬件版本较旧，或者设备中安装的固件版本不同。后者可以通过检查并调整设备上安装的版本进行解决。

在一台或多台设备产生设备报警 (如 OVP 等) 的情况下，以下情况适用：

- 从机的任何警报都会显示在从机的前面板和主机 (无论是否带显示屏) 的前面板上
- 如果同时发生多个报警，则主机只提示最近的一个报警。在这种情况下，可通过数字接口从从机读取特定警报。
- 主从系统中的所有设备均监控其自身的过压、过流和过功率值，如出现报警，则向主机报告该报警。在各设备之间输出电流可能很不平衡的情况下，即使没有达到主从系统的全局 OCP 限值，也可能出现单台设备生成 OCP 警报。OPP 报警也可能发生同样的情况。

3.7.2 串联

允许串联两台或多台设备, 因为这些设备都是电源, 即源但出于安全和绝缘的原因, 以下限制适用:



- 输出级的负极 (DC-) 和正极 (DC+) 均通过 X 型电容器连接到 PE。这意味着串联连接中任何设备的直流负极对地电位 (PE) 均不得高于技术数据中的规定! 允许的最大电位偏移因设备型号而异, 直流正极和直流负极也不同
- 不得使用远程感测!
- 仅允许在相同类型的设备之间进行串联连接, 即电源与电源连接。理想情况下, 在电流额定值应匹配的情况下, 额定值应相同

主从模式下不支持串联, 因为它只能用于并联。除主从模式之外, 无论使用的是数字接口还是模拟量接口, 所有设备的设定值和直流输出状态都是单独控制的。

根据串联时产生的最大电压转移极限值, 某些高输出电压的产品不能串联在一起。比如 1000 V 机型, 因为直流正极隔离耐压也仅到 1000 V。反之, 两个 500 V 机型则可以串联。

通过串联连接设备上的模拟量接口可实现并联连接, 因为已采取电隔离措施。还允许将并联连接的模拟量接口的 GND 引脚接地, 当将其连接到控制设备 (如 PC) 时, 可能会自动发生连接, 其中接地直接连接到 PE。

3.7.3 SEMI F47

SEMI F47 (SEMI 源于半导体) 规格要求设备在出现交流供电电压 (在本文中: 骤降) 的情况下, 在不中断的情况下继续工作, 最大电压为额定线路电压的 50%, 最长持续时间为 1.7 秒。PU 10000 系列设备默认具有此功能, 但如果与作为主从系统主机且配备显示屏的旧设备 (或许是 PSI 10000) 一起运行时, 则可能并不具有此功能。可以改装, 但不只是安装一个更新。

SEMI F47 规定了随电压增加而逐步出现的电压骤降:

骤降	50 Hz 持续时间	60 Hz 持续时间	持续时间 (秒)
50%	10个周期	12个周期	0.2
30%	25个周期	30个周期	0.5
20%	50个周期	60个周期	1 s

3.7.3.1 限制

- 如果设备在低交流供电电压的情况下启动, 该功能将自动禁用并锁定, 即 208 V (L-L), 而非默认的 400 V (L-L), 因为那时设备无法再桥接 F47 脉冲的 1.7 s 持续时间。这意味着在降额激活时, SEMI F47 不可用。
- 与特定型号的实际功率相比, 它要求降低最大输出功率, 因此 SEMI F47 也是一种降额, 但不会通过交流电压检测自动激活。降低的额定功率与 SEMI F47 一起启用和停用, 可以在运行期间打开或关闭。

3.7.3.2 调整

SEMI F47 只能通过数字接口启用/停用, 并且只能在软件 **EA Power Control** 中操作, 除非由于当前设备状态而被阻止。

3.7.3.3 应用

该功能可以随时启用, 除非当前设备被阻止, 例如当低电压降额已经激活 (参见 3.2.3.1)。在正常运行期间启用该功能时, 如果调整后的值高于新的最大值, 设备将立即降低最大可用功率, 并调整功率设定值。反之亦然, 当停用该功能时, 只有功率设定值保持不变。由于设置是在关闭设备之后存储的, 因此在下次启动时, 它可以直接启动为 SEMI F47 模式。如果使用的是 PU 10000, 控制面板上没有任何提示, 因此看起来设备启动正常。不过, 可以通过任何数字接口读取状态。

如果之后出现电压骤降, 则骤降水平或持续时间决定了设备是否可在不关闭直流输出的情况下继续运行, 或它将通过“错误”LED 灯显示 **PF** 警报。在未激活 SEMI F47 的情况下, 将立即出现 PF 报警, 而激活 SEMI F47 时, 报警将延迟至少 2 秒或永远不会出现。在这种情况下, 该设备不会显示对骤降的任何反应, 也不会以任何形式记录骤降的发生。

4. 检修与维护

4.1 维护/清洁

该设备无需维护。内部风扇可能需要清洁，清洁频率取决于环境条件。风扇用于冷却因固有功率损失而发热的部件。布满污垢的风扇可能会导致气流不足，因此可能导致直流输出因过热而过早关闭，或可能导致缺陷。

如果需要此类维护，请与我们联系。

4.1.1 电池更换

该设备包含一个安装在 KE 板上的 CR2032 型锂电池，该板安装在设备的右侧壁（从正面看时）。电池的使用寿命至少为 5 年，但由于环境条件的影响，特别是温度原因，该寿命可能会缩短。电池用于缓冲内部实时时钟，如需更换电池，可以由合格人员在现场更换，同时采取标准 ESD 预防措施。必须松开并小心抬起 KE 板才能接触到电池。

4.2 故障查找/诊断/维修

如果设备突然以一种意外方式运行，这表明出现了故障，或其存在明显的缺陷，用户不得也绝不能自行修理。如有疑问，请联系供应商，并咨询应采取的必要措施。

然后通常需要将设备退还给供应商（无论是否在质保期内）。如需进行退货检查或维修，请确保：

- 已经联系了供应商，并清楚了解了应如何以及向何处寄送设备
- 该设备处于完全组装状态，并位于合适的运输包装中，最好采用原始包装
- 可选的附加功能，如接口模块（如具体问题相关）
- 附上尽量详细的故障描述
- 如果运输目的地在国外，请附上必要的海关文件

4.2.1 固件更新



只有当固件更新能够消除设备固件中的现有错误或包含新功能时，才应安装更新固件。

控制面板 (HMI)、通信单元 (KE) 和数字控制器 (DR) 的固件（如有必要）通过后置 USB 端口进行更新。为此，需要使用 **EA Power Control** 软件。该软件由设备自带，或可从我们的网站下载，我们还同时提供（或应要求提供）固件更新。

但是，请注意不要立即安装更新。每次更新均存在设备或系统的不可操作风险。我们建议仅在以下情况下安装更新：

- 您的设备即将出现的问题可（通过安装更新）直接解决，特别是我们在提供技术支持时建议安装更新
- 更新中新增了您所需的新功能。在这种情况下，您将承担由此产生的全部责任

以下内容亦适用于固件更新：

- 固件中的简单更改可能会对设备使用的应用产生重大影响。因此，我们建议（在安装更新前）仔细研究固件历史记录中的更改列表
- 新实施的功能可能需要更新文档（用户手册和/或编程指南，以及 LabView VI）支持，而这些文档通常只能在稍后交付，有时甚至要延迟很久

4.2.2 排除设备问题

问题	可能的危害	可能性	操作方采取的安全措施	剩余风险
极性相反的电压源已连接到直流端子	内部次级功率级损坏	低	对于所有需要将外部电源连接到设备的应用, 特别是如果将电池作为电源, 请在设备上附加一个额外的警告标志, 提醒用户格外小心, 注意极性。采取一项额外措施 (包括与直流电缆匹配的保险丝), 可以减轻甚至防止对设备造成损坏。	低

5. 联系与支持

5.1 维修/技术支持

除非用户与供应商另有约定, 否则维修工作将由制造商负责。为此, 必须将设备寄给制造商。为了确保快速、顺利地处理支持请求或维修请求, 我们恳请您首先访问我们网站的支持部分 www.elektroautomatik.com/en/service, 然后填写相应的表单字段 (“支持请求”或“维修请求”) 并提交支持或维修请求。如果不输入这些数据, 则无法生成服务订单。

5.2 联系信息

您可以通过电话或电子邮件向技术支持部门提出有关设备操作、可选组件使用、文档或软件的问题或意见。

总部	电子邮箱	电话
EA Elektro-Automatik (Shanghai) Co., Ltd. 医蔼贸易 (上海) 有限公司	技术支持: ea1974@elektroautomatik.cn	总机: +86 (21) 37012050

EA Elektro-Automatik GmbH & Co. KG

Helmholtzstr. 31-37
41747 Viersen

电话: +49 2162 3785 - 0
传真: +49 2162 16230
ea1974@elektroautomatik.com

www.elektroautomatik.cn

EA Elektro-Automatik (Shanghai) Co., Ltd.

上海市松江区广富林路 599 弄 1 号 1604-1605 室

电话: +86 (21) 37012050
ea1974@elektroautomatik.cn

