Elektro-Automatik

60 kW

数据表

EA-PUL 10000 6U

具有能量回馈功能的可编程直流电子负载

© EA Elektro-Automatik, 2024。如有修改恕不另行通知

EA-PUL 10000 6U 60 KW

具有能量回馈功能的可编程直流电子负载

特点

- 宽范围输入: 380 V - 480 V, +10%, 3ph AC
- 有源功率因数校正, 一般为 0.99
- 回馈式设计可将能量返还给电网
- 效率极高, 高达 96%
- 高性能, 单机高达 60 kW
- 电压从 0 - 360 V 至 0 - 2000 V
- 电流从 0 - 80 A 至 0 - 480 A
- 直流输入功率级调节灵活 (宽范围)
- 快速切换的调节模式 CV、CC、CP、CR
- 16 位 ADC 和 DAC 的高分辨率数字调节, 可选择电压控制器速度
- 用于并联 10000 系列所有功率等级用, 带电隔离特性的共享总线
- 并联多达 64 台 10000 系列所有功率等级的主从总线
- 指令语言和驱动程序: SCPI 和 ModBus、LabVIEW、IVI

内置接口

- USB
- Ethernet
- 模拟量接口
- 主从总线接口
- 共享总线接口
- USB 前面板端口

可选接口

- CAN
- CANopen
- RS232
- Profibus
- EtherCAT
- Profinet, 具有一个或两个端口
- Modbus, 具有一个或两个端口
- Ethernet, 具有一个或两个端口

软件

- EA-Power Control

选件

- 不锈钢水冷装置

© EA Elektro-Automatik, 2024。如有修改恕不另行通知

技术数据

一般规格	
交流输入	
电压，相位	380 V - 480 V ±10%, 3ph AC
频率	45-65 Hz
功率因数	大约 0.99
漏电流	<10 mA
相电流	≤110 A @ 400 V AC
过压类别	3
静态直流输入	
负载调整率 CV	≤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	≤0.01% FS （380 V - 480 V ±10% 交流输入电压，恒定负载与恒定温度）
稳定性 CV	≤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	≤30 ppm/°C （经过 30 分钟预热后）
补偿电压（远程感测）	≤5% $U_{Nominal}$
负载调整率 CC	≤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	≤0.01% FS （380 V - 480 V ±10% 交流输入电压，恒定负载与恒定温度）
稳定性 CC	≤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	≤50 ppm/°C （经过 30 分钟预热后）
负载调整率 CP	≤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	≤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	过热保护（冷却不充分的情况下会关闭直流输入）
动态直流输入	
上升时间 10 -90% CC	≤2 ms
下降时间 90 -10% CC	≤2 ms
绝缘耐压	
交流输入至直流输入	3750 Vrms （1 分钟，爬电距离 >8 mm）
交流输入至外壳 (PE)	2500 Vrms
直流输入至外壳 (PE)	取决于型号。请参见型号表
直流输入至接口	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、直流输入开/关、内阻模式开/关
输出	显示器 U 和 I、报警、基准电压、直流输入状态、CV/CC 调节模式
精度 U/I/P/R	0-10 V: ≤0.2%, 0-5 V: ≤0.4%
设备配置	
并联运行	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	

一般规格	
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，1 组 CISPR 11，A 级，1 组 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），选件：水冷装置
尺寸（宽 x 高 x 深）	外壳：19″ x 6U x 668 mm (26.3 in)
重量	76 kg (168 lb)
重量（带水冷装置）	82 kg (180 lb)

技术规格	PUL 10360-480	PUL 10500-360	PUL 10750-240	PUL 10920-250
直流输出				
电压范围	0-360 V	0-500 V	0-750 V	0-920 V
CV 纹波 (rms)	≤55 mV (BWL 300 kHz)	≤70 mV (BWL 300 kHz)	≤200 mV (BWL 300 kHz)	≤250 mV (BWL 300 kHz)
CV 纹波 (pp)	≤320 mV (BWL 20 MHz)	≤350 mV (BWL 20 MHz)	≤800 mV (BWL 20 MHz)	≤1200 mV (BWL 20 MHz)
I_{Max}（灌电流）时的 U_{Min}	2.5 V	1.1 V	1.2 V	2 V
电流范围	0 - 480 A	0 - 360 A	0-240 A	0 - 250 A
功率范围	0 - 60000 W	0 - 60000 W	0 - 60000 W	0 - 60000 W
电阻范围	0.025 Ω - 45 Ω	0.04 Ω - 85 Ω	0.1 Ω - 185 Ω	0.125 Ω - 275 Ω
输出电容	3480 µF	1560µF	765 µF	465 µF
灌电/拉电效率（最高值）	95.8% *1	96.5% *1	96.5% *1	96.5% *1
绝缘耐压				
直流负极 <-> PE	±1000 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC	±1500 V DC
直流正极 <-> PE	+1000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC
产品编号				
标准	01133009	01133010	01133011	01133012
标准 + 水冷	01663001	01663002	01663003	01663004

*1 在 100% 功率和 100% 输入电压条件下
BWL = 带宽限制

技术规格	PUL 11000-160	PUL 11500-120	PUL 12000-80	
直流输出				
电压范围	0-1000 V	0-1500 V	0-2000 V	
CV 纹波 (rms)	≤300 mV (BWL 300 kHz)	≤400 mV (BWL 300 kHz)	≤500 mV (BWL 300 kHz)	
CV 纹波 (pp)	≤1600 mV (BWL 20 MHz)	≤2400 mV (BWL 20 MHz)	≤3000 mV (BWL 20 MHz)	
I_{Max}（灌电流）时的 U_{Min}	3.4 V	3.2 V	3.7 V	
电流范围	0 - 160 A	0-120 A	0-80 A	
功率范围	0 - 60000 W	0 - 60000 W	0 - 60000 W	
电阻范围	0.2 Ω - 325 Ω	0.4 Ω - 750 Ω	0.85 Ω - 1350 Ω	
输出电容	387 µF	173 µF	85 µF	
灌电/拉电效率（最高值）	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	
直流正极 <-> PE	+2000 V DC	+2000 V DC	+2000 V DC	
产品编号				
标准	01133013	01133014	01133015	
标准 + 水冷	01663005	01663006	01663007	

*1 在 100% 功率和 100% 输入电压条件下
BWL = 带宽限制

概述

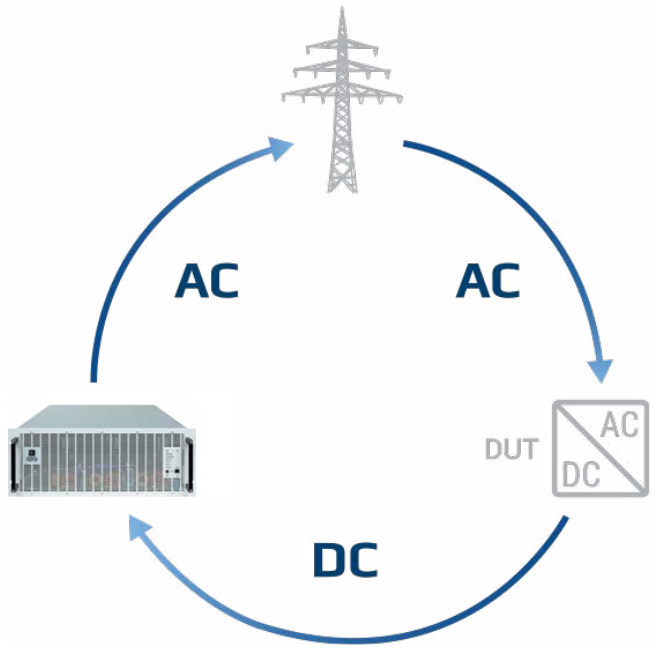
EA Elektro-Automatik 的 PUL 10000 系列设备是可编程电子负载。设备具有回馈式特性，能以高达 96% 以上的效率将已消耗的直流能量返回当地或公共电网。PUL 10000 系列三相宽范围交流输入，几乎适用于全球所有电源电压。直流电压和电流取决于具体应用，单机电压范围为 0 - 80 V 至 0 - 2000 V，电流范围为 0 - 40 A 至 0 - 1000 A。直流输入作为灵活的输入级运行，具有恒定功率特性（宽范围），电压和电流范围广。为实现更大功率和电流，所有设备均配备主从总线连接口。从而可以通过单一机柜系统并联多达 64 台设备，最高可实现 3840 kW 功率和 64000 A 电流。只要电压等级保持恒定，此类机柜系统就可作为从 5 kW 开始功率不等的单一设备运行。如此一来，用户就可以利用 PUL 10000 系列的两个 60 kW 6U 设备和一个 30 kW 4U 设备搭建一个 150 kw 系统。此外还提供常规的实验室功能。其中包括警报和警告管理、各种可选的工业接口、软件解决方案等更多功能。

交流连接

PUL 10000 系列中的 60 kW 直流电子负载配备有源功率因数校正 (PFC)，只需较低能耗即可实现高效运行。此外，该系列产品提供了广泛的交流电压范围。输入电压范围为380-480V（三相）。因此，这些设备可在全球大多数电网中运行。

能量回馈

在负载模式下消耗的能量能以高达 96% 以上的效率返回至连通的电网。由于能量并未像其他负载中一样转化为热能，因此减少了能量消耗。此外，设备产生的热能更少，所需的空调成本也更低。一台设备即可满足广泛的应用需求，从而降低投资和安装成本。



能量回馈原理

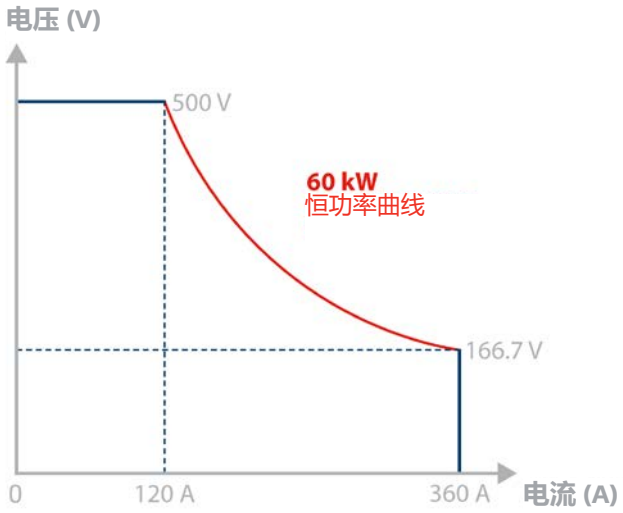
上图以典型应用场景为例，展示了"被测设备"如何消耗来自电源的能量，将其转化为直流电并馈入 EA 设备。双向电源 PUL 10000 可将这种能量重新转化为交流电并反馈回电网。

直流输入

电子负载 PUL 10000 的输入功率为 60 kW，直流电压为 0 - 360 V 至 0 - 2000 V，允许的电流为 0 - 80 A 至 0 - 480 A。灵活的输入级（宽范围）为用户提供了宽电压、电流和功率范围，因此比传统电子负载的工作领域更广泛。

直流连接

通过设备背面的铜轨连接直流输出。如果要求更大的功率，只需并联设备即可。通过垂直并联铜轨可以轻松在设备间进行连接。同时配备避免接触的防护盖。



自动量程原理

“自动量程”一词是指可编程直流电源自动提供电压和电流的宽范围输出，从而在宽运行范围内保持全功率。凭借此类解决方案，只需单一设备即可实现多种电压电流组合。

接口

作为标配，10000 系列设备配备最重要的接口和端口，均与直流输入电隔离。有一个模拟量接口，可参数化输入输出、控制和监控、0 - 5 V 或 0 - 10 V 电压、电流、功率和电阻。以及通过 USB 和 Ethernet 端口的各种输入输出。搭配其他可选的即插即用型工业接口，使产品组合更加完善：

- CAN
- CANopen
- RS232
- Profibus
- EtherCAT
- Profinet，具有一个或两个端口
- Modbus，具有一个或两个端口
- Ethernet，具有一个或两个端口

高性能机柜系统

通过高达 3840 kW 的大功率机柜系统支持大功率应用。通过使用垂直铜轨并联的多台 PUL 10000 设备的直流输入来实现。因此，42 U 的 19″ 机柜虽然仅占地 0.6 m² (6.5 sqft)，却能为机柜系统提供 300 kW 功率。按照主从总线设计，最多可容纳 13 个机柜，总共安装高达 64 台设备 (每个设备的功率为 60 kW)，这些设备并机作为一个设备运行。

主从总线和共享总线

如果使用集成的主从总线接口和共享总线接口，那么，多设备的系统可以像单台设备一样运行。主从总线和共享总线在每台设备间简单地连接。采用主从总线，即可在主机上收集并显示机柜系统数据 (例如总功率和总电流等)。显示屏上清晰显示从机的警告和警报。共享总线会将负载平均分配到各个设备中。

示例展示

在此示意图中，您可以看到一个完整组装并布线的 240 kW 系统

应用

电动汽车的电池测试

EA Elektro-Automatik 带能量回馈功能的电子负载的典型应用就是测试电池的电气特性。应用范围广泛，包括电芯、模组或电池包测试、二次电池寿命分级的 SOH（电池健康状态）确定以及生产线下线测试 (EOL)。这些应用场景对功率电子产品提出了诸多要求，而 PUL 10000 系列可以完全满足这些要求。该系列设备的出色特点包括：具有测量电压和电流所要求的精度和性能，测得数据的再现性和可靠性以及灵活的可用性。无论是在自动化测试系统或集成的电池测试系统中，用户均可探索各种可能。此外，设备能以高达 96% 以上的效率运行，明显更具经济效益。

燃料电池测试

PUL 10000 系列设备可用于测试燃料电池电芯、燃料电池电堆和燃料电池系统的电气特点。这些设备将在所有电气模式下生成高度精确和可复现的结果。为了快速、经济地测试燃料电池的内阻、性能和有效生命周期，用户可以很轻松地将这些设备纳入自动测试系统。能量回馈功能确保了高水准的能源利用和成本效益。如果测试完整的燃料电池系统需要更高电流，则可以通过主从系统并联使用多台设备。这样可以保持高精度和高性能。

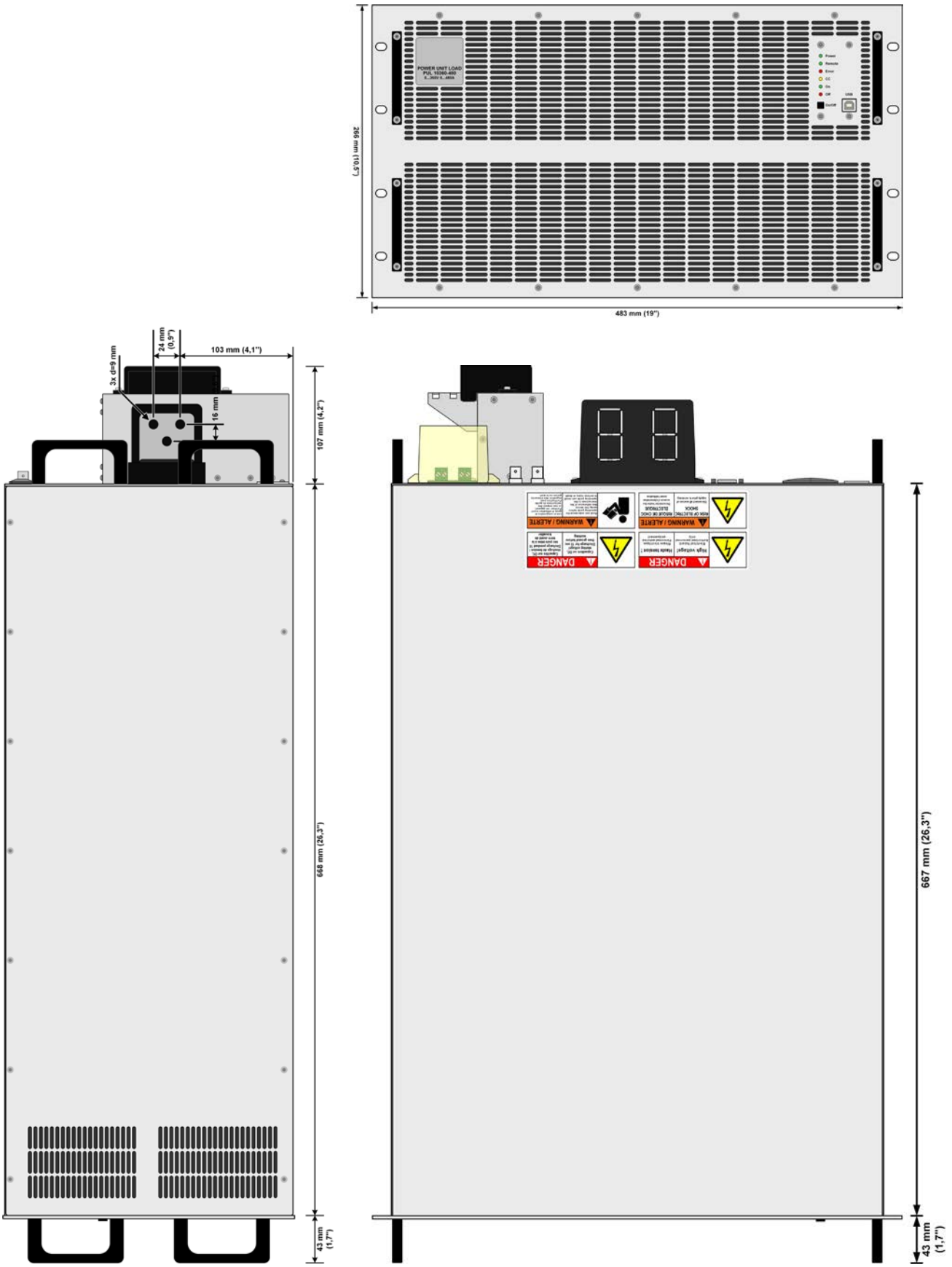
车载充电器测试

在车载充电器 (OBC) 测试中，必须在不同条件下测试设备的电气性能。这就需要一个还能提供测试数据的灵活测试系统。借助 EA POWER CONTROL 软件的排序和日志功能，我们可以导出并保存数据。通过这种方式，应用程序可以基于动态和高度准确的设定值和测量数据立即生成可复现的测试结果。为避免被测设备 (DUT) 和测试设备的两个独立控制回路之间形成竞争，电子负载的电压调节速度可调。“正常”、“快速”和“慢速”模式支持 PUL 10000 设备适应车载充电器的控制特性。

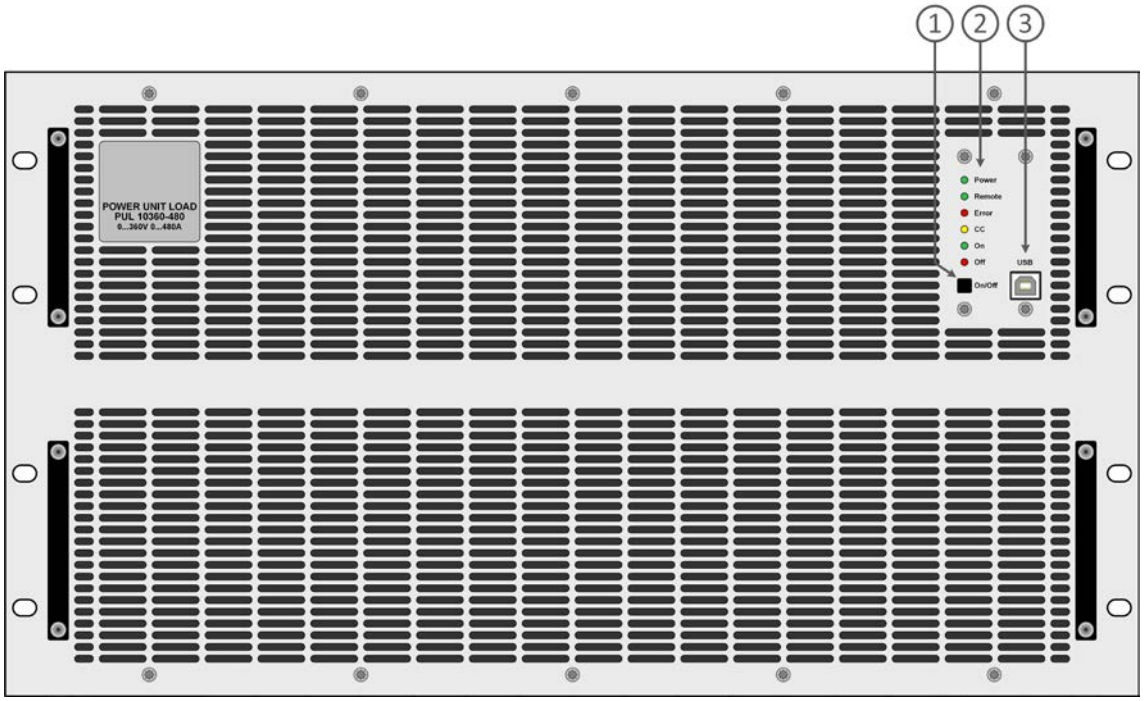
电池回收

PUL 10000 系列带能量回馈功能的电子负载使进一步使用电动汽车废旧电池成为可能。首先通过电池健康状态 (SOH) 检查评估电池组，以确定二次使用电池是否可行。只需轻松单击即可启动该标准完整功能。如果这项检查显示剩余电量过低，则必须对电池完全放电后才能进入回收流程。即使电压低于 2 V，设备的宽范围电源特性也能保证在高负载电流下最大可能的总放电量。对电网的电流反馈效率高达 96% 以上，使该过程具有很高的成本效益。

PUL 10000 6U 技术图纸

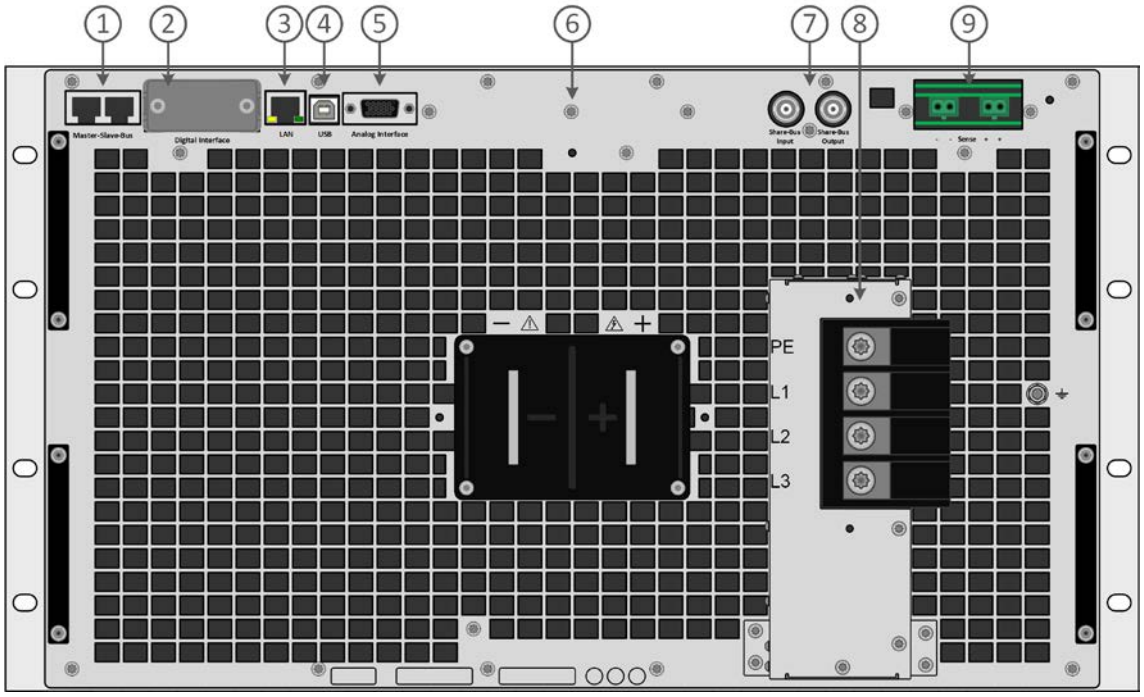


PUL 10000 6U 前面板视图



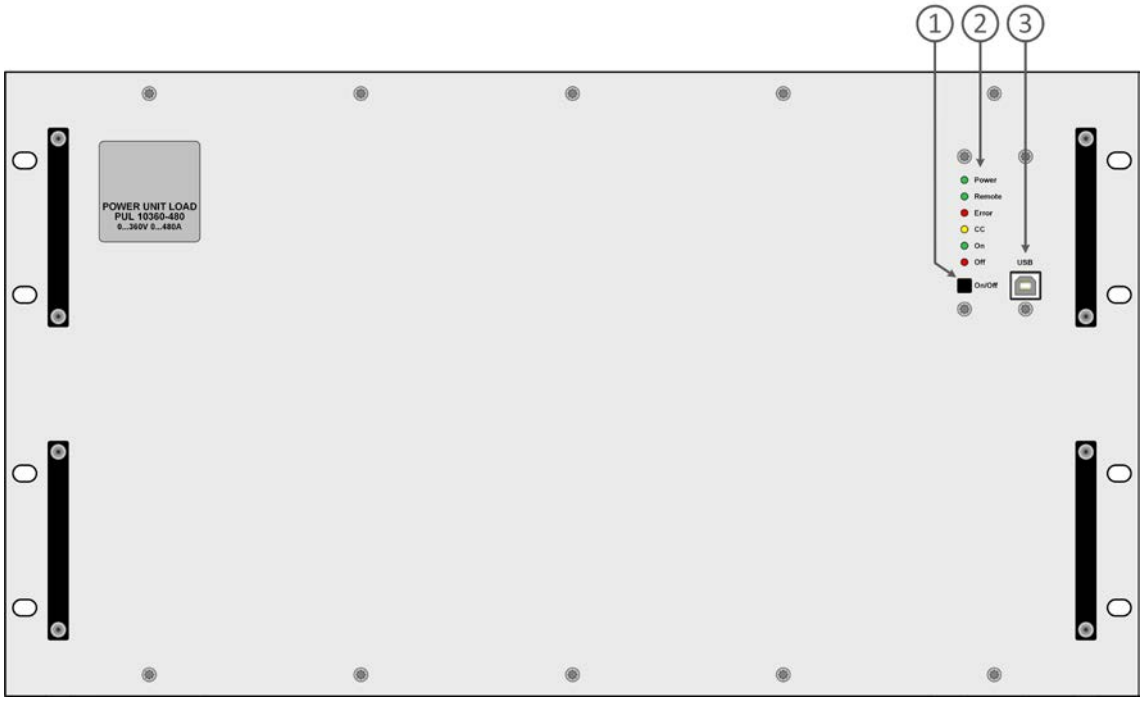
1. 开/关按钮
2. LED 状态指示灯
3. USB 接口

PUL 10000 6U 后面板视图



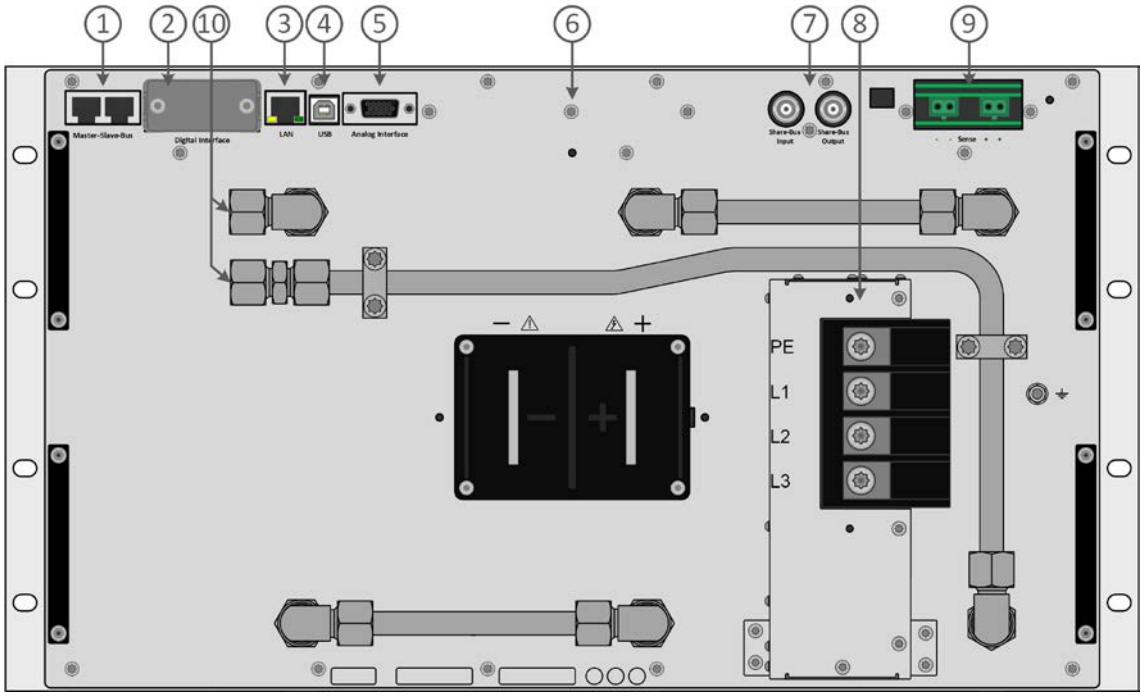
1. 用于设置并联机柜系统的主从总线连接端口
2. 接口插槽
3. Ethernet 接口
4. USB 接口
5. 用于编程、监控等功能的隔离模拟量接口连接器（DB15 母头）
6. 直流输出连接器（铜片）
7. 用于设置并联机柜系统的共享总线连接端口
8. 交流输入连接器
9. 远程感测连接器

配有 PUL 10000 6U WC (水冷选件) 的前面板视图



1. 开/关按钮
2. LED 状态指示灯
3. USB 接口

配有 PUL 10000 6U WC (水冷选件) 的后面板视图



1. 用于设置并联机柜系统的主从总线连接端口
2. 接口插槽
3. Ethernet 接口
4. USB 接口
5. 用于编程、监控等功能的隔离模拟量接口连接器（DB15 母头）
6. 直流输出连接器（铜片）
7. 用于设置并联机柜系统的共享总线连接端口
8. 交流输入连接器
9. 远程感测连接器
10. 进水口和出水口

EA Elektro-Automatik GmbH
Helmholtzstr. 31-37
41747 Viersen

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

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

www.elektroautomatik.cn

© EA Elektro-Automatik, 2024。如有修改恕不另行通知