



BriPower ESA 系列用户手册



关于BriPower

璞骏科技专注于大功率电力电子电源系统，致力于为客户提供高质量的电源产品及解决方案。我们拥有国内一流的技术团队，致力于模块化、标准化的电源产品和系统解决方案。我们的电源产品品牌为BriPower。

公司总部为南京璞骏新能源技术有限公司位于南京市溧水区，从事电源产品的研发和生产。销售公司上海璞骏电子科技有限公司注册在上海自贸区，主要从事BriPower电源的销售和进出口。

法律声明

未经璞骏科技书面许可和同意，不得以任何形式使用、复制、翻译、修改、传输本手册任何部分。此手册提供的所有信息、说明及图解皆为当前发行的最新版本，本手册以印刷时的技术状况为基础，璞骏科技将尽一切努力确保本手册中的信息最新且准确，如有更改，恕不另行通知。尽管有定期的控制和更正，仍可能有印刷错误或缺陷，璞骏科技不对本手册中的任何技术、印刷或翻译错误承担任何责任，如果您发现任何错误，请以书面形式向我们报告。

本手册使用的图片不代表用户实际购买的产品图片，用户实际购买产品可能为定制版本，在外观、重量和技术参数等方面可能与手册中不符。若需具体了解相关产品的实际外观和技术参数等配置，请与璞骏科技联系。

软件声明

ESA系列产品提供GUI软件，安装在使用windows操作系统的前触摸屏上，除非法律要求互操作性，否则禁止对该软件进行逆向工程，反汇编或反编译。

联系我们

南京璞骏新能源技术有限公司

地址：江苏省南京市溧水区柘塘街道准源大道汇智产业园 1 号楼

电话：400-990-1280

版本及修订记录

日期	版本号	修订内容记录
2020年9月	版本1.0	完成手册
2022年8月	版本2.0	更新产品功能及技术指标
2024年2月	版本3.0	新增产品功能及更新技术指标

安全要求

安全要求概要

设备投入使用前，请仔细阅读本手册。请注意以下安全说明及安全防护措施，以避免对设备造成任何损坏。为防止潜在危险，请按照本手册中的说明正确使用仪器。不遵守防护措施或其他安全规定导致的故障，璞骏科技将不承担任何责任。

- 拆除包装

请确保运输纸箱和包装没有损坏。如果发现外部损坏，必须记录损坏类型。请保留原包装，以确保设备得到充分保护，以防需要运输返厂或索赔。

- 环境

为避免电击和产品故障，设备应安装在符合要求的室内环境中。

- 操作人员

设备操作员必须遵守本手册中的警告、安全说明及事故预防措施。

- 目视检查

拆除包装后应立即检查设备在运输过程中是否有缺陷或损坏，如果有明显的物理损坏，请不要使用本设备。请立即通知承运人和璞骏科技的代理商。

- 电源操作

使用前请确认铭牌上的型号和电压/电流等级，由于错误供电造成的损坏不在保修范围内。

- 使用合适的电缆

请根据当地国家的设备规格选择合适规格的电缆。

- 设备接地

设备通过保护接地母线接地。为避免触电，在连接任何输入或输出端子之前，将接地端子连接到保护接地端子。

- 使用适当的过电压保护

确保产品上没有过电压（如闪电引起的过电压）。否则，操作人员可能会有触电的危险。

- 避免电路或电线暴露

当模块通电时，不要触摸外露的接头和部件。

安全符号及其他符号



危险电压



安全警告



保护接地端子



重要信息

注意事项



危险

表示如果操作不当，可能会立即造成伤害或危险。



警告

表示潜在的危险情况或做法，如果不避免，将导致严重伤害或死亡。



注意安全

表示潜在的危险情况或做法，如果不避免，可能导致产品损坏或重要数据丢失。



电击危险

由电力引起的危险、注意或警告等。为避免触电危险，设备必须牢固连接地线及其他设备接线；设备关闭后几秒内，输出端子处的高电压可能会保持，严禁立即触碰电缆或端子排。



重要信息

表示设备/软件操作时的重要注意事项。

目录

■ 安全要求	3
■ 章节一 设备简介	8
1.1 系统概述	8
1.1.1 ESA 概述	8
1.1.2 型号说明	8
1.1.3 特征及配置	8
1.1.4 技术规格	9
1.1.5 标准型号规格	11
1.2 设备外观及结构	11
1.2.1 外观和轮廓	11
1.2.2 前面板	12
1.2.3 后面板	12
1.2.4 内部结构	13
1.2.5 控制模块前面板	14
1.2.6 接线层+其他接口层	14
1.3 接口说明	16
1.3.1 LAN 接口 (标配)	16
1.3.2 RS485 接口 (标配)	17
1.3.3 RS232 接口 (-232 选项)	18
1.3.4 TTL 接口	19
1.3.5 ATI 接口 (-ATI 选项)	20
1.3.6 外部急停接口 (标配)	21
1.3.7 远端补偿接口 (标配)	22
1.3.8 并联通讯接口 (-MS 选项)	23
■ 章节二 设备安装	26
2.1 安装前检查	26
2.1.1 检查包装	26
2.1.2 检查产品	26
2.2 设备安装	26
2.2.1 输入/输出电缆选择	26
2.2.2 安装步骤	27
2.2.3 增加单相输出 (-1P 选项)	28

2.3	设备并联安装	28
 	章节三 设备使用	31
3.1	设备通电操作	31
3.2	软件界面操作 (本地控制)	32
3.3	软件界面操作 (远程控制)	33
3.4	设备断电操作	33
 	章节四 功能介绍	35
4.1	电网模拟功能	35
4.2	能量回收式交流电子负载功能 (-LD 选项)	37
4.3	扩展至直流输出 (-DC 选项)	38
4.4	线路阻抗模拟 (-IMP 选项)	38
4.5	用于防孤岛测试的电源+电子 RLC 负载 (-62116 选项)	39
 	章节五 图形化软件界面	40
5.1	GUI 软件简介	40
5.1.1	运行状态	40
5.1.2	运行模式	41
5.1.3	输入/输出控件	42
5.2	通讯设置	43
5.3	硬件限值	45
5.4	序列模式	47
5.5	模拟输入	49
5.6	AC/AC+DC/DC	50
5.6.1	AC	50
5.6.2	AC+DC	50
5.6.3	DC (-DC 选项)	51
5.7	谐波及间谐波模拟	52
5.7.1	谐波模拟	52
5.7.2	间谐波模拟	53
5.8	能量回收式交流电子负载模拟	55
5.8.1	恒阻模式	55
5.8.2	整流模式	55
5.8.3	CC/CP 相位超前/滞后模式	56
5.9	测量	58

5.10	波形浏览	59
5.10.1	实时波形浏览.....	59
5.10.2	历史波形浏览.....	60
5.11	系统状态界面	60
5.12	管理员账户	61
5.13	线路阻抗 (RL) 模拟(-IMP 选项)	62
5.14	用于防孤岛测试的电源+电子 RLC 负载 (-62116 选项)	62
 	章节六 设备验证与校准	63
6.1	性能验证	63
6.1.1	验证设备及设置.....	63
6.1.2	验证内容.....	65
6.2	测试记录表格	69
 	章节七 设备维护与维修	70
7.1	设备维护.....	70
7.1.1	设备使用环境.....	70
7.1.2	设备维护	70
7.2	设备维修	71
7.2.1	设备自检.....	71
7.2.2	维修服务.....	71
7.2.3	设备返厂	71
 	章节八 编程	72
8.1	命令格式	72
8.1.1	命令参数类型	72
8.1.2	命令参数/返回值的单位.....	72
8.1.3	命令格式.....	72
8.2	命令集.....	73
8.2.1	常用命令	73
8.2.2	SCPI 与界面对照	77
8.3	示例.....	85

■ 章节一 设备简介

1.1 系统概述

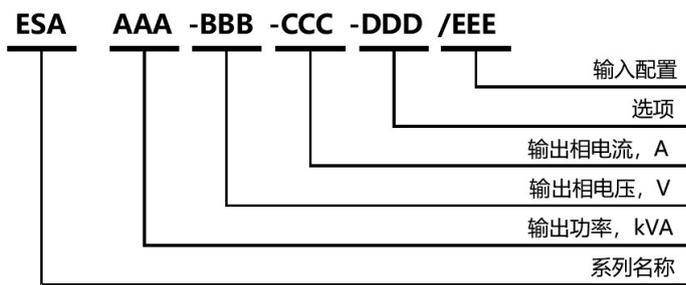
1.1.1 ESA 概述

BriPower ESA 系列交流电源是一种高性能、多功能的电网模拟器，采用先进的 PWM 技术，单个系统包含从 30kVA 到 240kVA 的功率等级，四个独立系统并联功率可达 960kVA，定制系统最大输出功率可达 4MW 及以上。

ESA 系列采用双向设计，可用作电网模拟器对智能电网、储能设备、光伏逆变器等进行测试；也能够作为回收式交流电子负载使用 (-LD 选项)。

ESA 系列采用双 DSP+FPGA 设计，具备强大的运算和控制能力，同时能够以 10k/s 的采样显示和保存测量值。ESA 系列采用光纤通讯，并且对主要器件、通讯和系统进行多重监控和保护，是可靠性非常高的电源产品。前面板配置触摸屏，用户可以通过安装的 GUI 软件控制电源。系统状态指示灯和紧急停止按钮也安装在前面板。提供 RS485 和 LAN 标准接口，可选配模拟量控制接口和 RS232 接口用于自动化测试应用程序。

1.1.2 型号说明



1.1.3 特征及配置

- 输出功率：可达 4MVA 及以上
- 四象限运行，可将最多 100%额定输出功率反馈回电网(-R 选项)
- 三相独立输出
- 高达 50 次的谐波编辑
- 软启动：有效抑制启动时的冲击电流
- 模拟电压跌落 (LVRT 测试)
- 模拟高电压穿越
- 能量回收式交流负载功能(-LD 选项)
- 线路阻抗 (RL) 模拟 (-IMP 选项)

- 电压和频率序列通过 GUI 编程, 变化速度可编程
- 起始和关断相角可编程
- 支持限流输出模式, 输出端能够短路用于短路测试
- 电压或者频率变化, TTL 触发信号输出
- 扩展至直流输出 (-DC 选项)
- 增加单相输出 (-1P 选项)
- 可定制为水冷冷却 (-W 选项)
- 增加主从接口 (-MS 选项)
- 输出频率扩展至 550Hz (CV 模式) (-HF 选项)
- TFT 触摸屏操作
- 提供 LAN 和 RS485 标准接口
- 可选配模拟量控制接口和 RS232 接口 (-ATI/-232 选项)
- Mod-bus/SCPI 通讯协议
- 前面板配置急停按钮和指示灯
- 远端补偿

1.1.4 技术规格

输入	
交流输入电压	3P+N+PE, 380VLL±10% (标准)
频率	47-63Hz
效率	≥90%
功率因数	0.95
THDi	≤3%
输出	
输出模式	交流
功率等级	单系统 30-240KVA, 定制系统可达 4MW 及更高
电压范围	0-300V L-N (标准), 电压可定制
电流范围	请参照标准型号规格表
频率范围	30-100Hz (标准)
输出相位角	B/C 相对 A 相, 0.0~360.0°
电压上升时间 (10%~90%)	<1ms

电压跌落时间 (90%~10%)	<1ms
谐波编辑	最高 50 次
负载调整率	0.2%FS
电源调整率	0.1%FS
电压谐波失真率	<1%FS (阻性负载, @50/60Hz)
功率精度	0.3%FS
电压精度	0.1%FS
电流精度	0.2%FS
频率精度	0.01Hz
相位角精度	±0.3° @50Hz
功率分辨率	0.1kW
电压分辨率	0.01V
电流分辨率	0.1A
频率分辨率	0.01Hz
相角分辨率	0.1°
测量	
功率精度	0.3%FS
电压精度	0.1%FS
电流精度	0.2%FS
频率精度	0.01Hz
相位角精度	±0.3° @50Hz
其他	
标准接口	LAN/RS485
选项接口	ATI/RS232
保护	过压保护、过流保护、过功率保护、过温保护
CE 标准	EN 62040-1, EN 62040-2
冷却方式	强制风冷
温度	工作: 0~40°C, 储存: -20~85°C
相对湿度	20-90%RH (无凝露)

1.1.5 标准型号规格

型号	功率	电压	电流	尺寸 (W*D*H mm)	中了(kg)
ESA 45-300-68-R	45kVA	300V L-N	68A/ph	800*800*2000	720
ESA 60-300-91-R	60kVA	300V L-N	91A/ph	800*800*2100	750
ESA 120-300-181-R	120kVA	300V L-N	181A/ph	1800*900*2200	1300
ESA 150-300-227-R	150kVA	300V L-N	227A/ph	1800*900*2200	1600
ESA 180-300-273-R	180kVA	300V L-N	273A/ph	1800*900*2200	1600
ESA 250-300-378-R	250kVA	300V L-N	378A/ph	1800*900*2200	2000
ESA 300-300-454-R	300kVA	300V L-N	454A/ph	2700*900*2200	2800
ESA 500-300-757-R	500kVA	300V L-N	757A/ph	3600*900*1900	4600

注：总重量 < 1400KG，柜底为轮结构，否则为槽钢结构。

1.2 设备外观及结构

1.2.1 外观和轮廓

ESA 系列设备整体外观如图 1-1 所示 (以 ESA 30-300-46 为例)，机柜顶部装有吊环用于机柜的吊装操作，机柜底部装有移动滚轮/槽钢，便于用户根据场地布局需求灵活移动。前面板配有 12 寸触控显示屏、状态指示灯、旋转开关、急停按钮及 RS232 接口 (选配)，后面板配有产品铭牌、RS485/LAN 接口 (标配)、TTL 接口 (标配)、ATI 接口 (选配)，用于自动化测试应用程序。

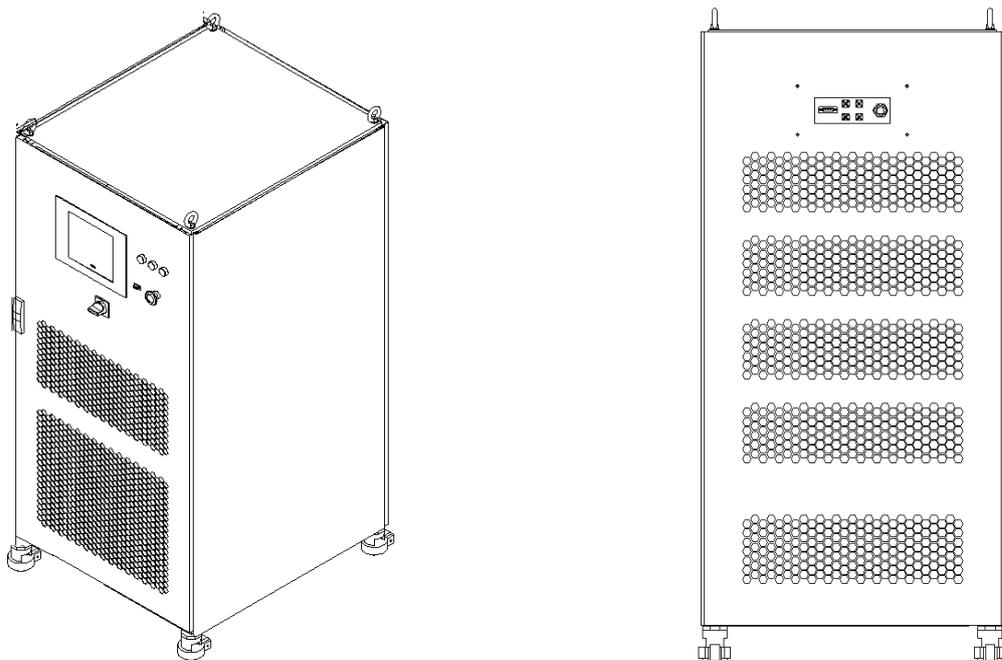


图 1-1 整体外观图

1.2.2 前面板

ESA 系列前面板配有 12 寸触控显示屏、状态指示灯，电源旋转开关、急停按钮及 RS232 接口（选配）。

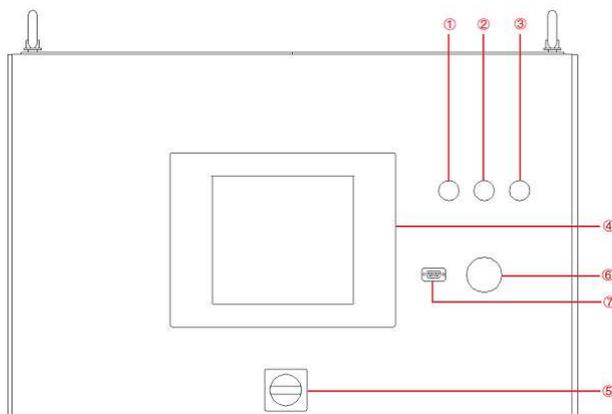


图 1-2 前面板

表 1-1

No.	名称	备注
1	白色状态指示灯	指示电源的工作状态：电源待机。
2	绿色状态指示灯	指示电源的工作状态：电源正常运行。
3	红色状态指示灯	指示电源的工作状态：电源故障。
4	TFT 显示屏	12 英寸电容式触摸 TFT 显示屏，使用 windows 操作系统，提供 GUI，具有设置系统参数、输出参数、测量显示、捕获和保存波形及显示电源故障等功能。
5	电源旋钮	用户可通过此旋钮，在不打开柜门的情况下打开/关闭电源。顺时针旋转控制模块通电，逆时针旋转控制模块断电。
6	紧急停止按钮	紧急停止按钮仅在发生意外紧急情况时使用。在正常工作状态下不要按这个按钮。顺时针向右转动紧急停止按钮，取消紧急制动。
7	RS232 接口	选配，用于远程控制（-232 选项）

1.2.3 后面板

ESA 系列后面板配有 RS485/LAN 接口（标配）、TTL 接口（标配）、ATI 接口（选配）。

表 1-2

No.	名称	备注
1	RS485 接口	标配，用于远程控制的 RS485 接口
2	LAN 接口	标配，用于远程控制的通信接口
3	TTL	标配，与示波器连接后便于用户观察触发信号

4	ATI 接口	选配, 模拟量控制接口 (-ATI 选项) a. 模拟量控制接口-A 相; b. 模拟量控制接口-B 相; c. 模拟量控制接口-C 相
5	产品铭牌	标注了产品的输入/输出配置

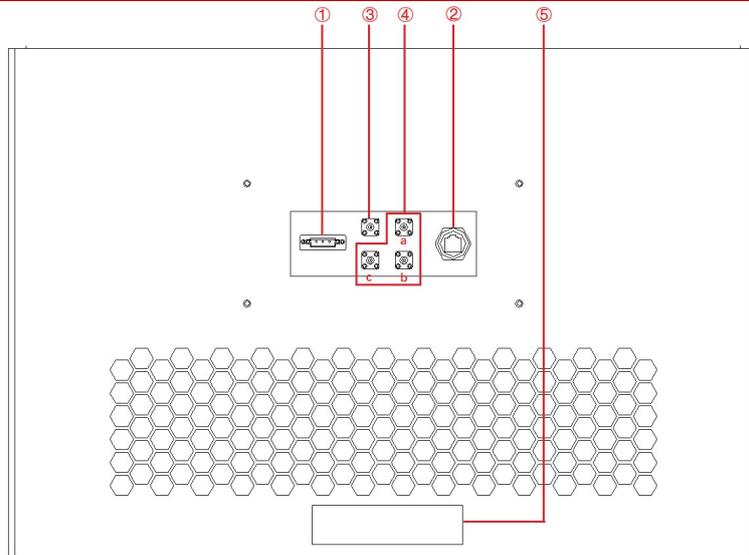


图 1-3 后面板

1.2.4 内部结构

如图 1-4 所示, 以 ESA 200-300-300 为例, ESA 系列内部模块依次是, ①控制模块, ②功率模块, ③其他输入、输出元器件, ④接线端子+其他接口。

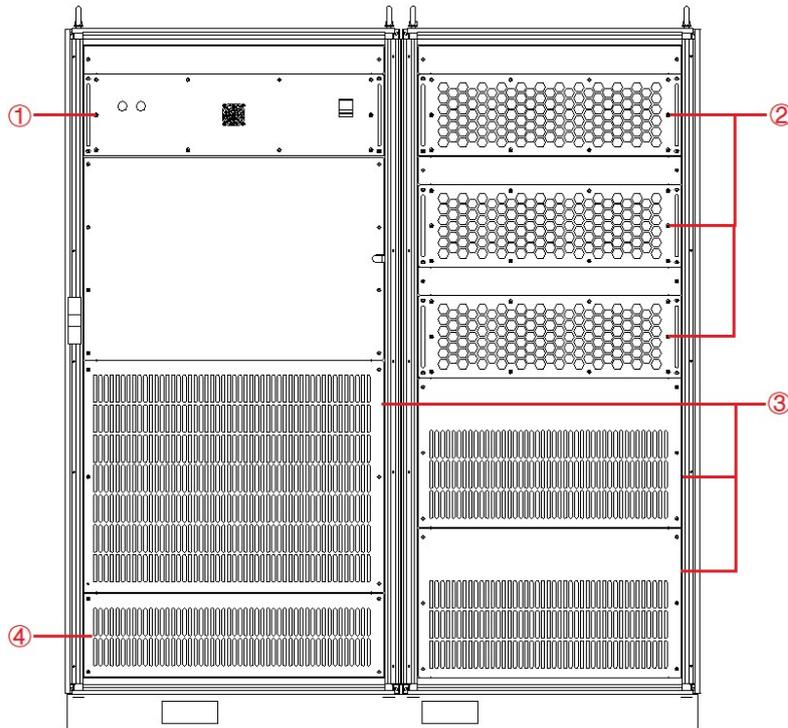


图 1-4 内部结构

1.2.5 控制模块前面板

ESA 系列控制模块前面板配有 LAN 接口（标配）、并联通讯接口（选配）、风扇及电源开关。

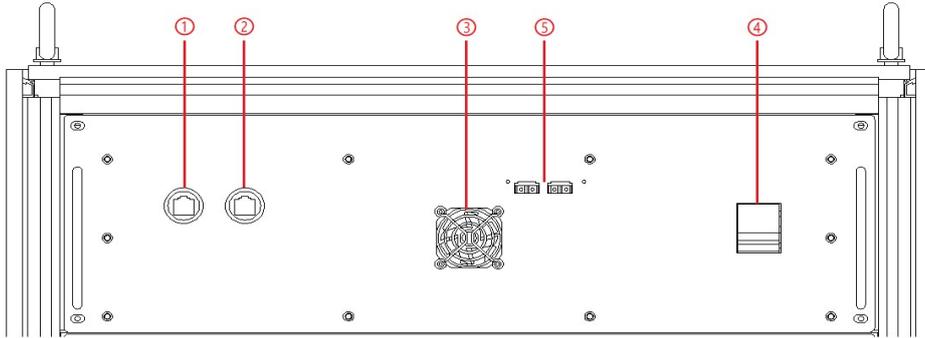


图 1-5 控制模块前面板

表 1-3

No.	名称	备注
1	LAN 接口	标配，用于触摸屏通讯
2	LAN 接口	标配，用于调试及固件更新
3	风扇	用于控制模块的散热
4	电源开关	用于控制模块的电源通/断
5	并联通讯接口	选配（-MS 选项），相同功率的设备并联时，用于设备间的通讯（具体接线方式详见 1.3.8.2）

1.2.6 接线层+其他接口层

拆下底部挡板即可看到电源输入/输出接线端子、220V 辅助端子、外部急停接口及远端补偿接口等，如图 1-6 所示。

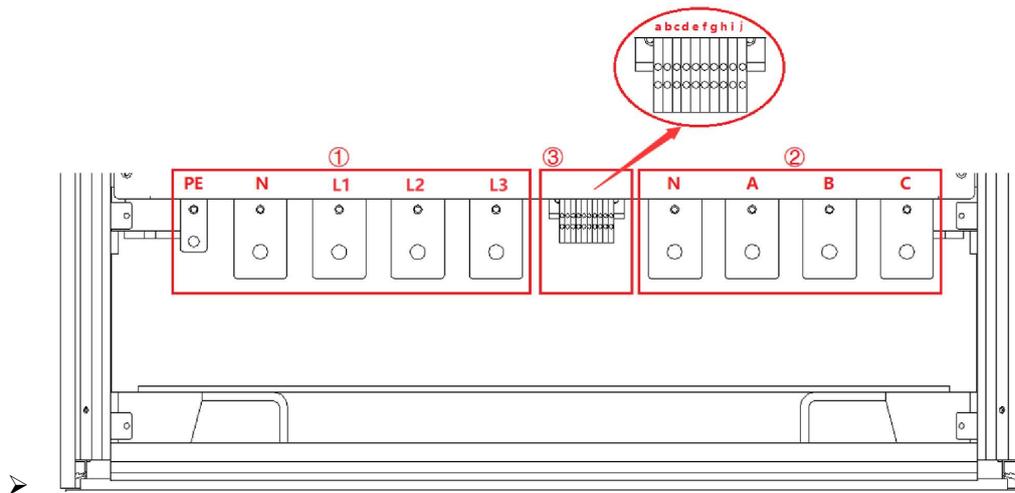


图 1-6 接线层+其他接口层

表 1-4

No.	名称	备注
-----	----	----

1	输入侧接线端子	从左至右依次为 PE, N, L1, L2, L3
2	输出侧接线端子	从左至右依次为 N, A, B, C
3	其他端子片	a+b →控制模块 220V 辅助电源端子 (+, -) (此处用户无需接线)
		c+d →外部急停接口
		e+h →A 相远端补偿接口 (+, -); f+i →B 相远端补偿接口 (+, -)
		g+j →C 相远端补偿接口 (+, -)

重要信息



图 1-6 以 ESA 200-300-300 为例。受输出电压/电流等级、电气间隙及爬电距离影响，输出铜排及其他端子的位置可能发生改变，请以项目最终设计为准。

1.3 接口说明

1.3.1 LAN 接口 (标配)



LAN 接口是设备通讯接口之一。

1.3.1.1 LAN 接口位置

位于控制模块前面板的两个 LAN 接口分别用于：触摸屏通讯 (图 1-7①) 及硬件调试 (图 1-7②)。

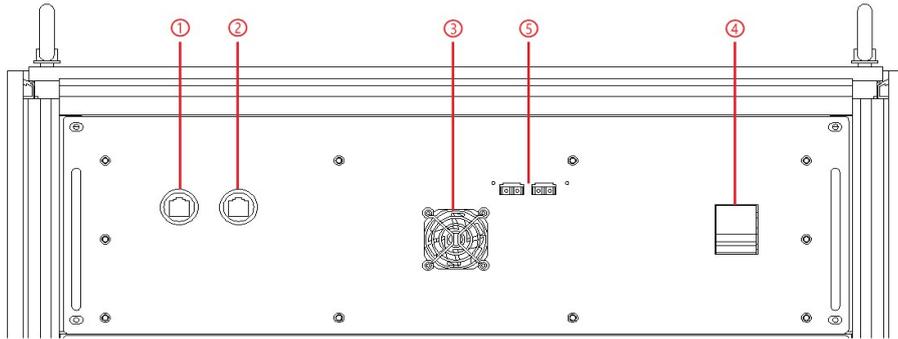


图 1-7 控制模块前面板

重要信息



图1-7①的LAN接口出厂时默认连接触摸屏，用户请勿擅自更改。

图1-7②的接口用于设备调试，用户请勿擅自使用。

位于后面板的 LAN 接口用于用户远程控制设备 (图 1-8②)。

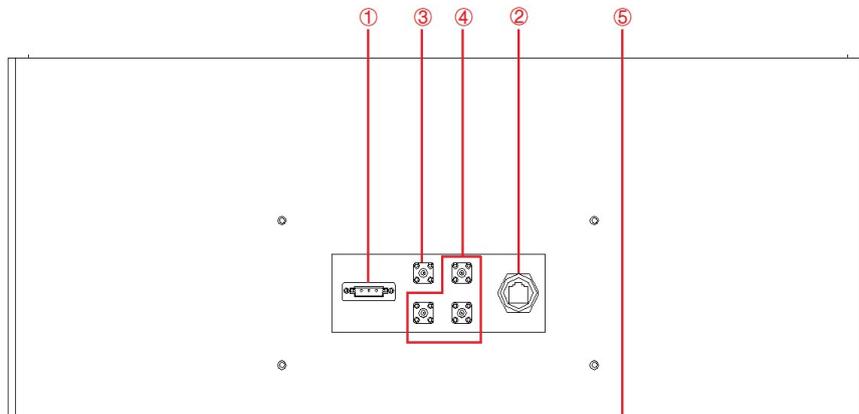


图 1-8 设备后面板

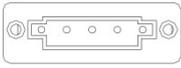
1.3.1.2 连接 LAN

连接方法详见 5.2。

1.3.1.3 远程控制设置

远程控制设置详见 5.2。

1.3.2 RS485 接口 (标配)



RS485 接口是设备通讯接口之一，用于远程控制，能在远距离条件下以及电子噪声大的环境下有效传输信号。RS485 使得连接本地网络以及多支路通信链路的配置成为可能。

1.3.2.1 RS485 接口位置

RS485 接口位于设备的后面板 (图 1-9①)。

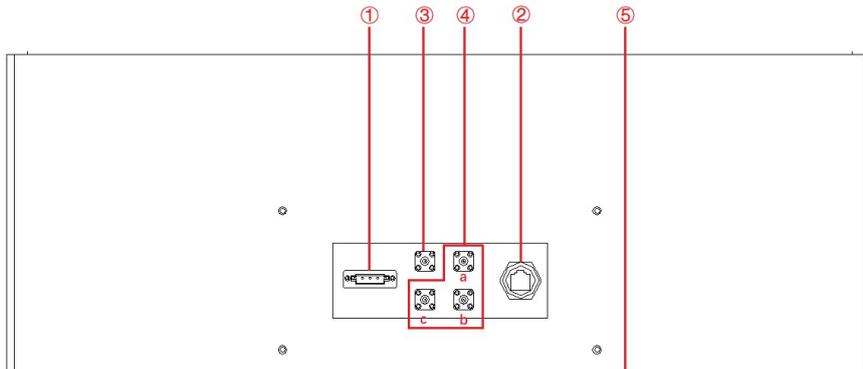


图 1-9 设备后面板

1.3.2.2 连接 RS485

ESA 系列 RS485 接口采用“两线+信号地”接线方式。在低速、短距离、无干扰的场合可以采用普通的双绞线，反之，在高速、长线传输时，则必须采用阻抗匹配（一般为 120Ω ）的 RS485 专用电缆（STP- 120Ω —对 18AWG），而在干扰恶劣的环境下还应采用铠装型双绞屏蔽电缆（ASTP- 120Ω —对 18AWG）。连接方式如图 1-10 所示。

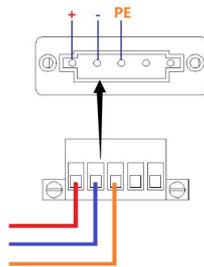


图 1-10 连接 RS485

端口设置信息如下：

端口:	上位机 COM 口
波特率:	9600
数据位:	8
停止位:	1
奇偶校验:	None
数据流行控制:	None

1.3.3 RS232 接口 (-232 选项)



RS232 是设备通讯接口之一，用于远程控制。RS232 最大传输距离标准值为 15 米，且只能点对点通讯。

1.3.3.1 RS232 接口位置

RS232 接口位于设备的前面板（图 1-11⑦）。

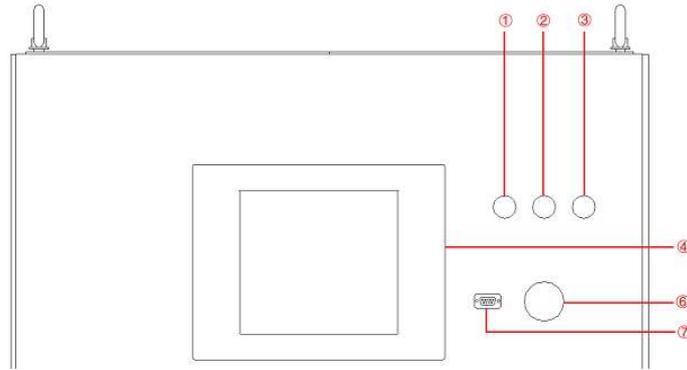


图 1-11 设备前面板

1.3.3.2 连接 RS232

RS232 接口通常以 9 个引脚 (DB-9) 的型态出现，正常情况下，两个 RS232 接口，一个公头和母头，直接对应插上互联即可使用，引脚含义如下。

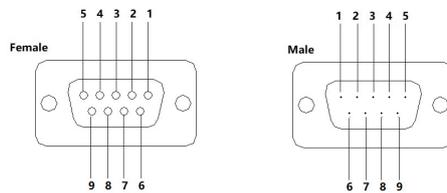


图 1-12 RS232 引脚图

表 1-5

引脚	定义	符号	信号传输方向
1	载波检测	DCD (Data Carrier Detect)	←
2	接收数据	RXD (Received Data)	←
3	发送数据	TXD (Transmit Data)	→
4	数据终端准备好	DTR (Data Terminal Ready)	→
5	信号地	SG (Signal Ground)	-
6	数据准备好	DSR (Data Set Ready)	←
7	请求发送	RTS (Request To Send)	→
8	清除发送	CTS (Clear To Send)	←
9	振铃提示	RI (Ring Indicator)	←

端口设置信息如下：

端口:	上位机 COM 口
波特率:	9600
数据位:	8
停止位:	1
奇偶校验:	None
数据流行控制:	None

1.3.4 TTL 接口



将电源的 TTL 接口与示波器进行连接，当电压/频率发生变化，用户可以通过示波器波形直观的观察得到 TTL 信号电平变化。

1.3.4.1 TTL 接口位置

TTL 接口位于设备的后面板（图 1-13③）。

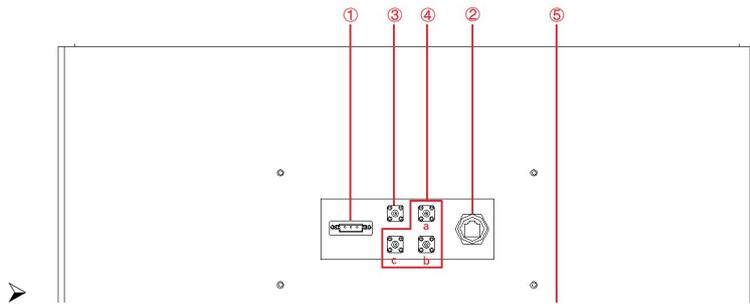


图 1-13 设备后面板

1.3.4.2 连接 TTL



图 1-14 连接 TTL

1.3.5 ATI 接口 (-ATI 选项)



电源的输出电压可以通过控制信号和使用模拟输入（ATI 接口）来控制。ESA 系列使用 BNC 连接器进行模拟输入。设定值根据模拟输入的电压（0-5 V）进行调整。

1.3.5.1 ATI 接口位置

ATI 接口位于设备的后面板（图 1-15④）。

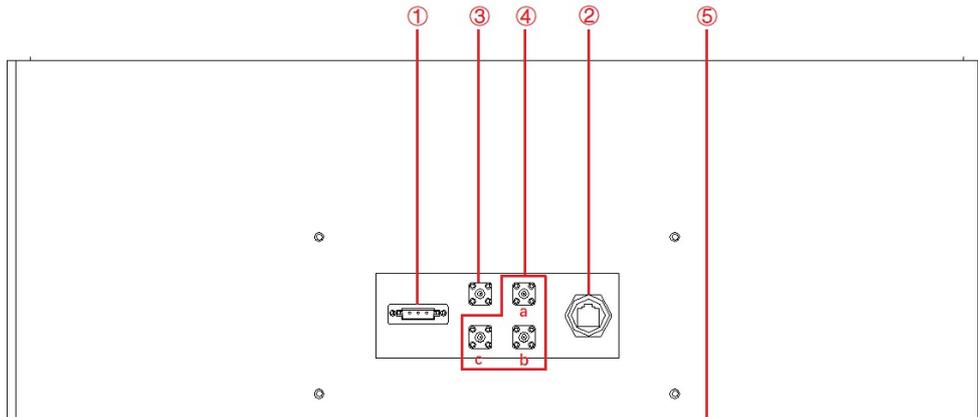


图 1-15 设备后面板

1.3.5.2 连接 ATI

ESA 系列的 ATI 接口以 BNC 型态出现，设备与信号发生器间的连线如图 1-16。



图 1-16 连接 ATI

1.3.6 外部急停接口 (标配)

ESA 系列提供外部急停接口，可接入用户的外部急停开关。当远程操作发生紧急情况时，用户无需紧急跑至设备附近按下急停按钮，只需通过断开外部开关即可快速达到保护作用。

1.3.6.1 外部急停接口位置

外部急停接口位于设备内部接线层-③：c, d (如图 1-17)。

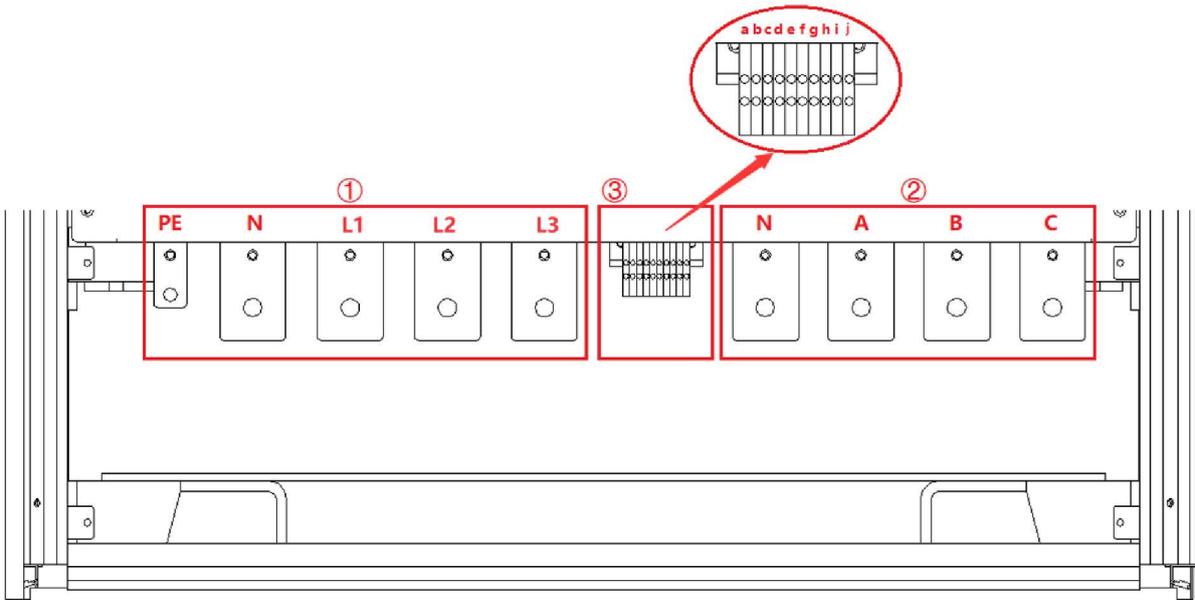


图 1-17

1.3.6.2 连接外部急停

外部急停接线方法如图 1-18。

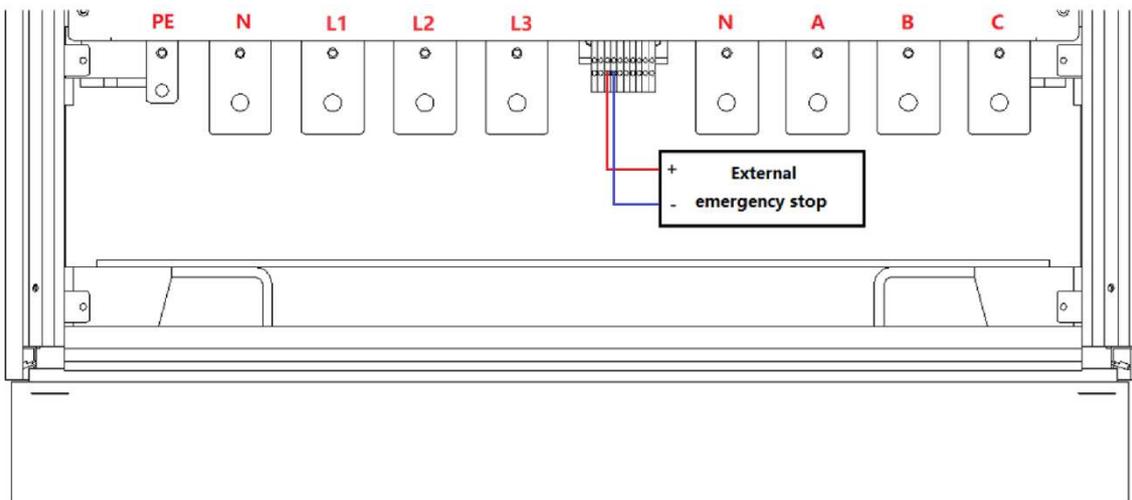


图 1-18 连接外部急停

1.3.7 远端补偿接口 (标配)

远端补偿线由远端补偿端口连接到电源输出端，输出端的电压通过远端补偿线反馈回电源控制回路，电源将调节其输出来补偿上述压降，使负载两端的电压等于设定的电压，从而达到测试的精确性。

1.3.7.1 远端补偿接口位置

远端补偿接口位于设备内部接线层-③: e, f, g, h, i, j (如图 1-19)。

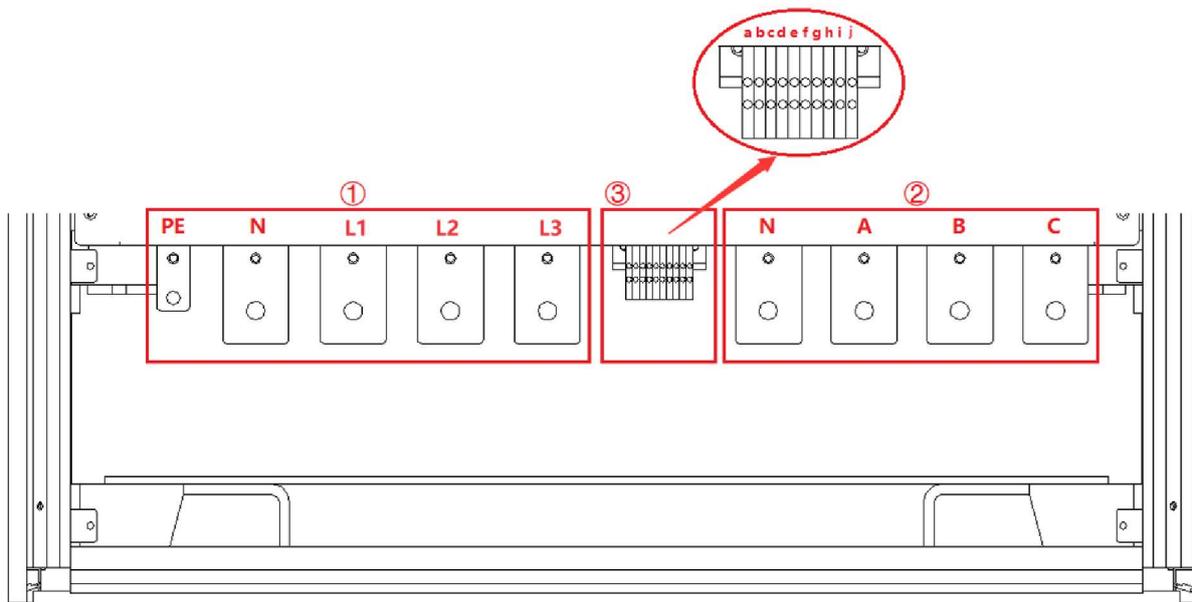


图 1-19

1.3.7.2 连接远端补偿

出厂前远端补偿接口默认接至 ESA 设备输出端，如图 1-20 所示。

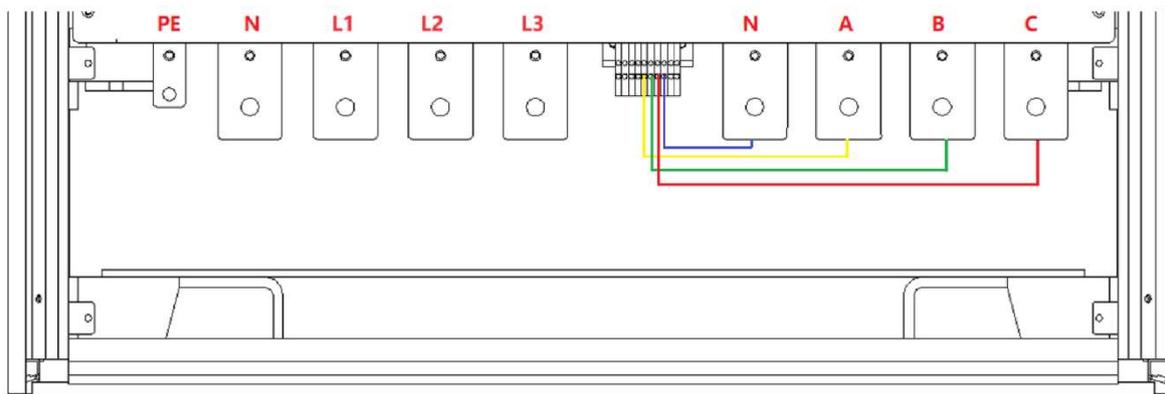


图 1-20 远端补偿连接 (出厂默认接线状态)

若用户需对待测设备的输入端进行补偿，请卸下默认的连接线缆，然后选择合适线径的电缆将远端补偿端子与待测设备的输入端进行连接，如图 1-21。

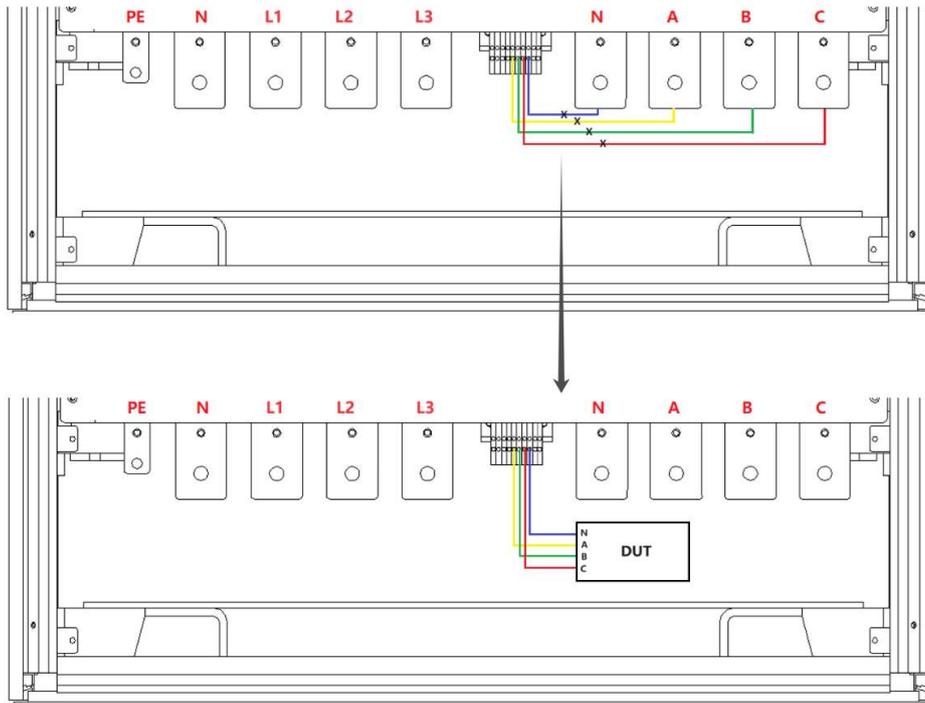


图 1-21 远端补偿连接

1.3.8 并联通讯接口 (-MS 选项)

ESA 系列设备支持相同功率设备并联。

1.3.8.1 并联通讯接口位置

并联通讯接口位于设备控制盒前面板，如图 1-22⑤。

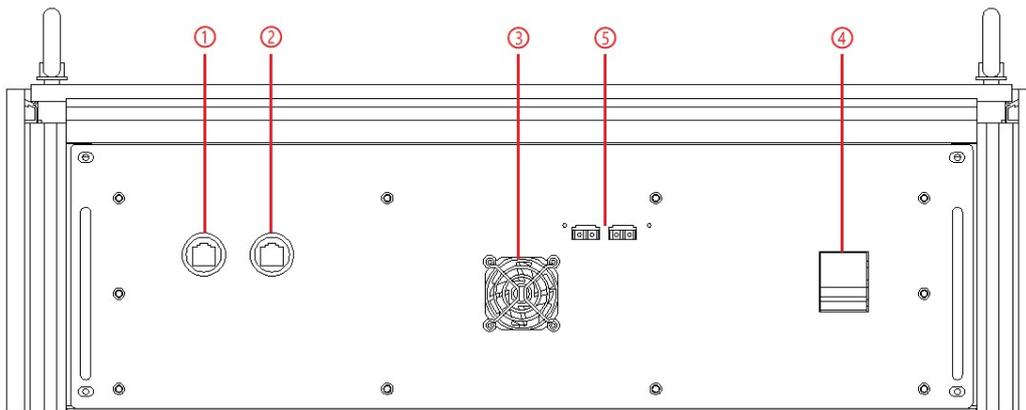


图 1-22 控制模块前面板

1.3.8.2 连接并联通讯接口

ESA 系列设备支持相同功率设备并联，对设备进行并联时，具体操作步骤如下。

步骤一：将光纤线缆从机柜顶部的穿线孔穿入，如图 1-23。

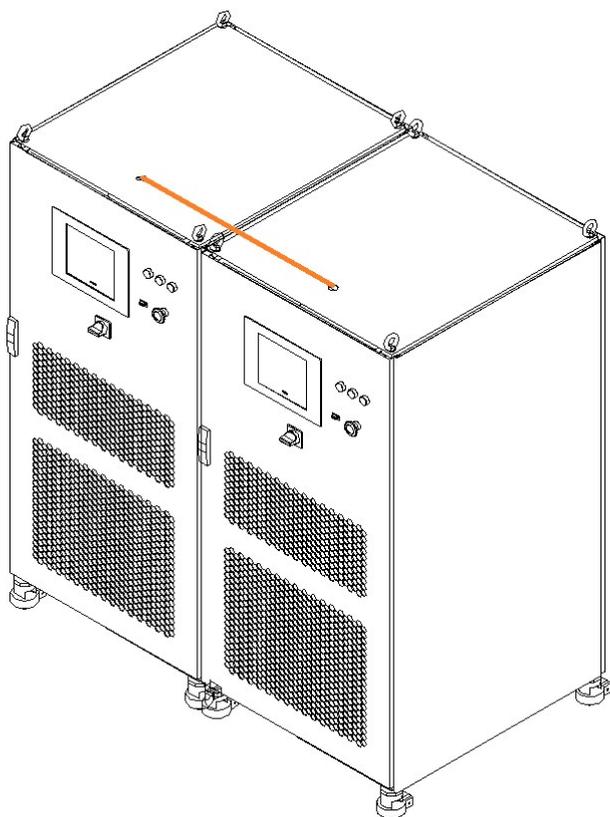


图 1-23 机柜顶部线孔

步骤二：如图 1-24 所示，将两台设备的光纤线缆连接。

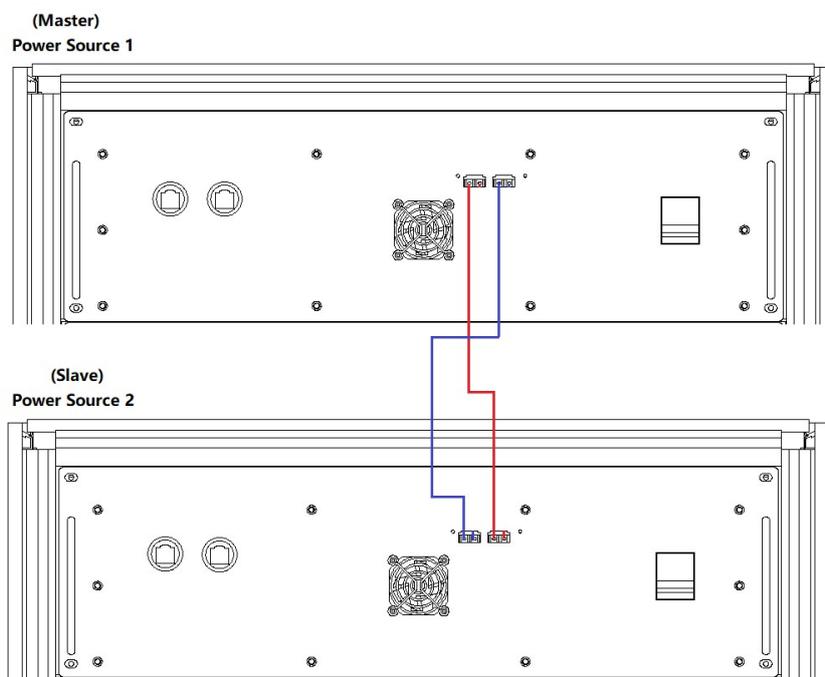


图 1-24 光纤线缆接线图

重要信息



若并联从机设计为无触摸屏，除光纤线缆外，还需将并联通讯网线从机柜顶部的穿线孔穿入，然后按图 1-25 进行连接。

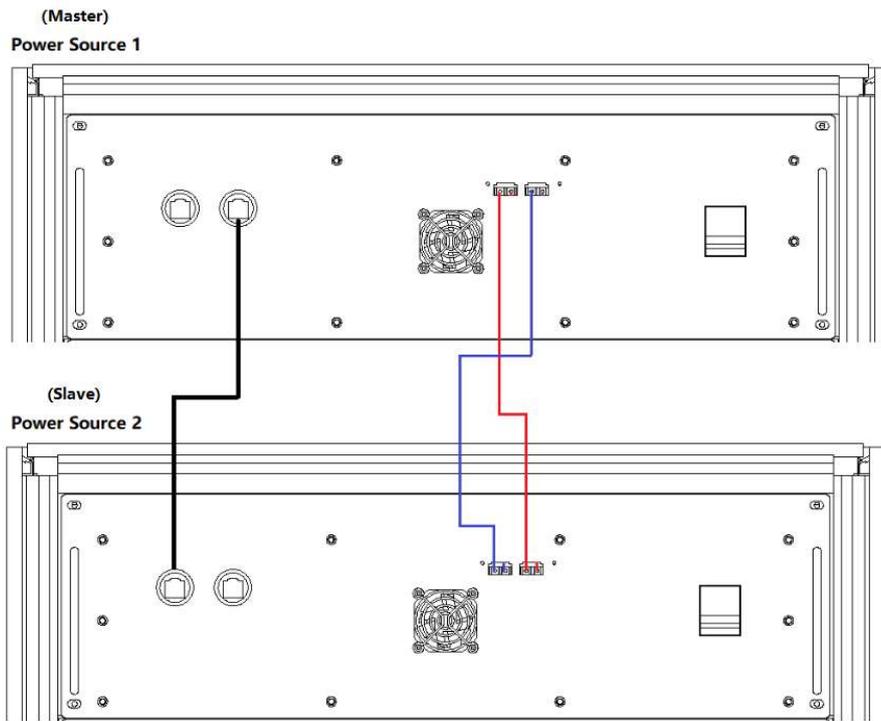


图 1-25 并联通讯线缆接线图

步骤三：如图 1-26 所示，将两台设备的输入/输出线缆并联。

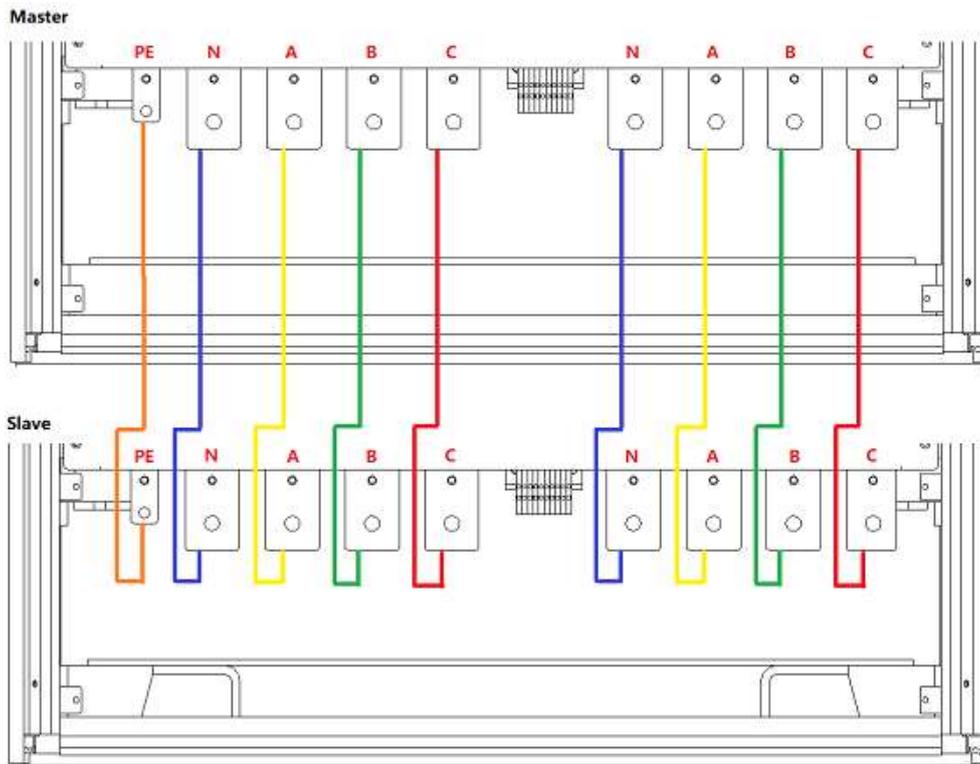


图 1-26 并联输入/输出线缆接线图

■ 章节二 设备安装

2.1 安装前检查

2.1.1 检查包装

收到 ESA 设备后，如果包装已损坏，在检查货物完整性及电气/机械测试之前，不要处置损坏的包装或缓冲材料，发货人或承运人应对因装运而造成的产品损坏负责，工厂不负责产品的免费维修/返工或更换。请保留装货箱和包装材料并记录损坏类型，以便于返还设备。

2.1.2 检查产品

打开设备外包装，电源处于非工作状态时用目测或手感方法检查，确保：

- 无产品装配产生的严重外观缺陷，存在超出规格要求的装配缝、断差等不良现象
- 无严重影响产品外观的缺陷：划痕、压痕、色差、掉漆等



重要信息

如果产品有任何机械损坏、零件丢失或未能通过电气和机械测试，请联系璞骏科技的销售代理商。

2.2 设备安装

2.2.1 输入/输出电缆选择

设备安装之前，用户应确认铭牌上的型号，根据设备的设备输入/输出电压等级和电流选择合适规格的电缆和冷压端头，压接输入侧电缆和输出侧电缆。。



图 2-1 冷压端头



危险

若在低温下拆装，可能有水滴凝聚现象，需等待柜体完全干燥后再进行设备安装，否则有电击及损坏设备的风险。

2.2.2 安装步骤

步骤一： 移除下侧挡板（如图 2-2），通过柜体底部的进线孔（如图 2-3），将输入侧 PE/N/L1/L2/L3 及输出侧 N/A/B/C 线缆引入柜体内部。

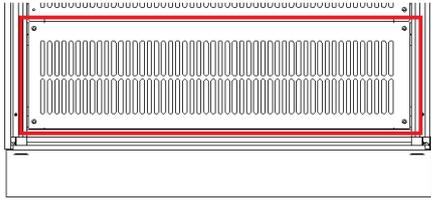


图 2-2 底部挡板

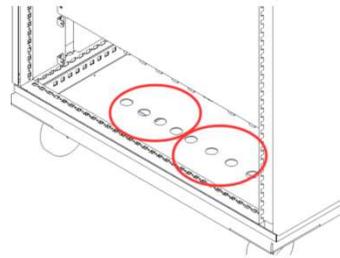


图 2-3 进线孔

步骤二： 设备的输入侧接线端子（PE/N/L1/L2/L3）和输出侧接线端子（N/A/B/C）如图 2-4 所示，将电缆从底部的进线孔穿入后与接线端子可靠连接。

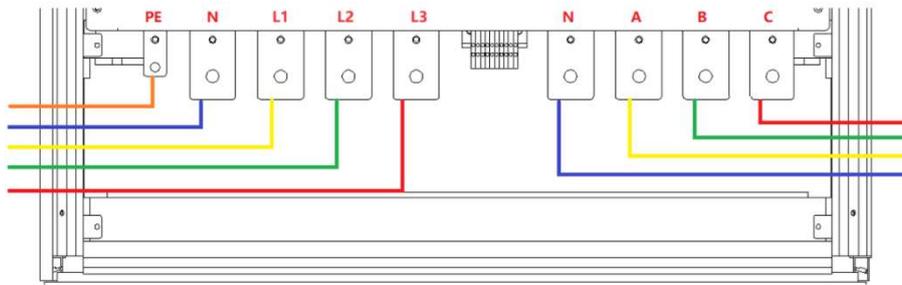


图 2-4 接线铜排



注意安全

为避免触电，在连接任何输入或输出端子之前，将接地端子连接到保护接地端子。



电击危险

在连接线缆前，应确保上级开关处于断开状态，严禁带电作业。

步骤三： 完成上述工作后，设备接线状态如图 2-5 所示。恢复前侧底部挡板，关上柜门，设备安装完成。

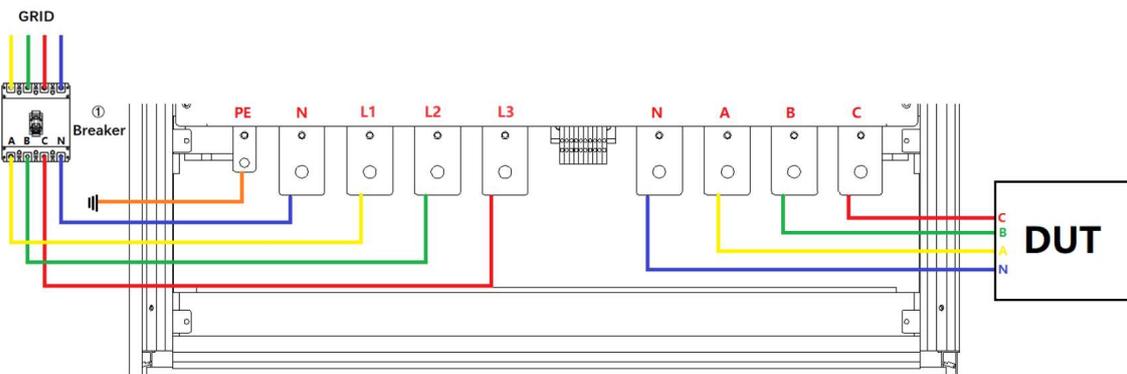


图 2-5 设备接线完成状态



重要信息

用户可以根据自身需求，选择是否需要远端补偿连接。具体接线方法参照 1.3.7.2。

2.2.3 增加单相输出 (-1P 选项)

带有-1P 选项的 ESA 系列电源增加了单相输出功能，通过改变接线方式（并联三相输出端，接线如图 2-6），输出电流可升至单相输出电流的 3 倍。

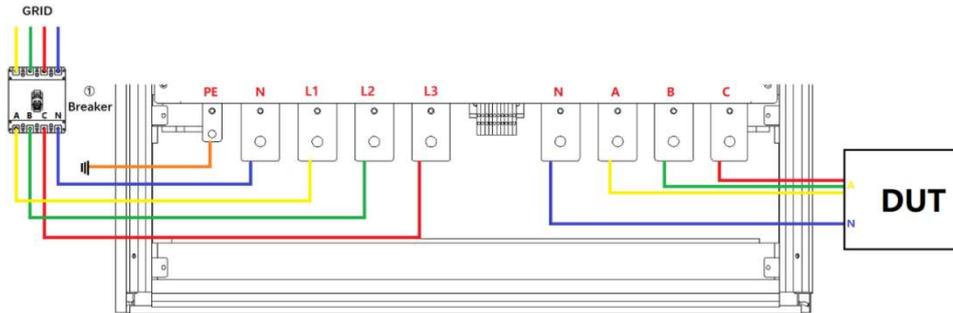
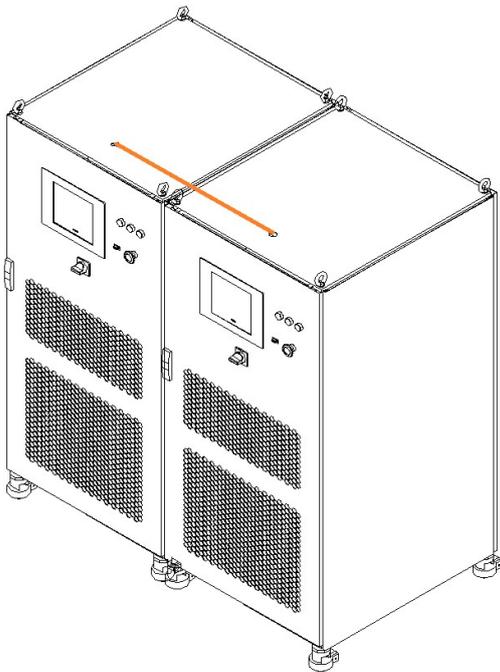


图 2-6 增加单相输出接线示意

2.3 设备并联安装

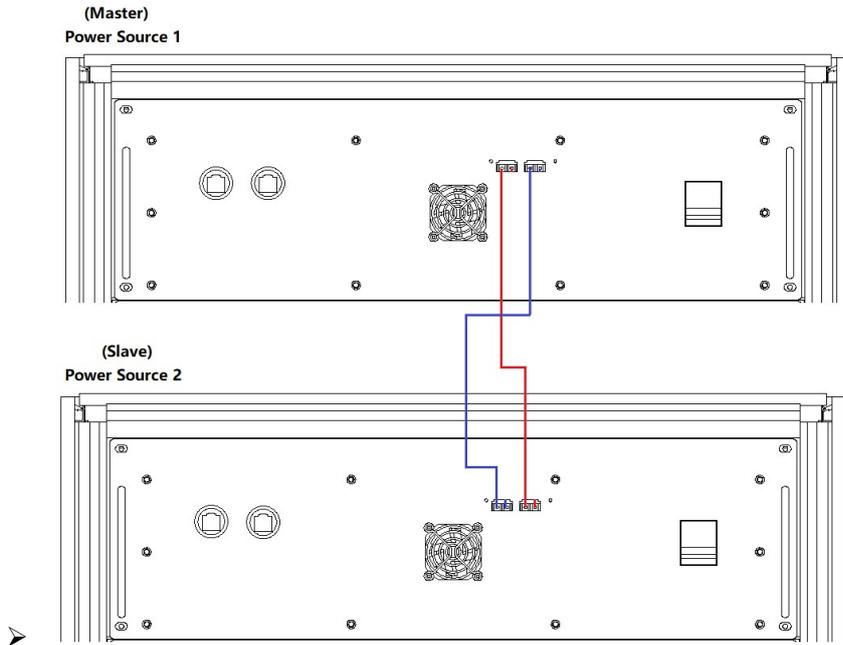
ESA 系列设备支持相同功率设备并联，对设备进行并联时，具体操作步骤如下。

步骤一：将光纤线缆从机柜顶部的穿线孔穿入，如图 2-7。



-
- 图 2-7 机柜顶部线孔
-

步骤二：如图 2-8 所示，将两台设备的光纤线缆连接。

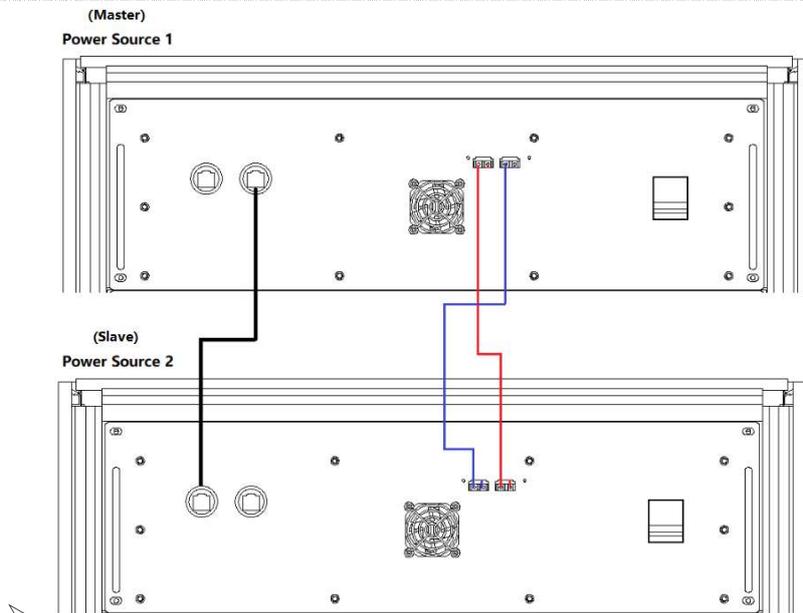


➤ 图 2-8 光纤线缆接线图

重要信息



若并联从机设计为无触摸屏，除光纤线缆外，还需将**并联通讯网线**从机柜顶部的穿线孔穿入，然后按图 2-9 进行连接。



➤ 图 2-9 并联通讯线缆接线图

步骤三：将输入、输出并联线缆从机柜底部的穿线孔穿入，如图 2-10。

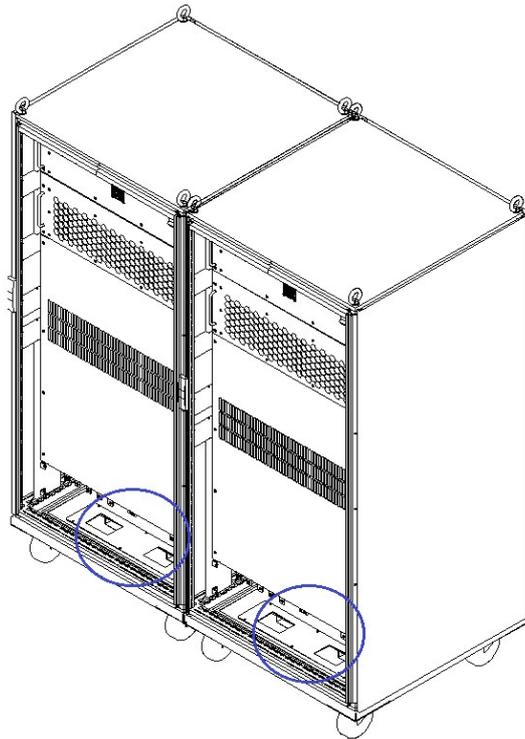


图 2-10 机柜底部穿线孔

步骤四：如图 2-11 所示，将两台设备的输入、输出并联线缆连接。

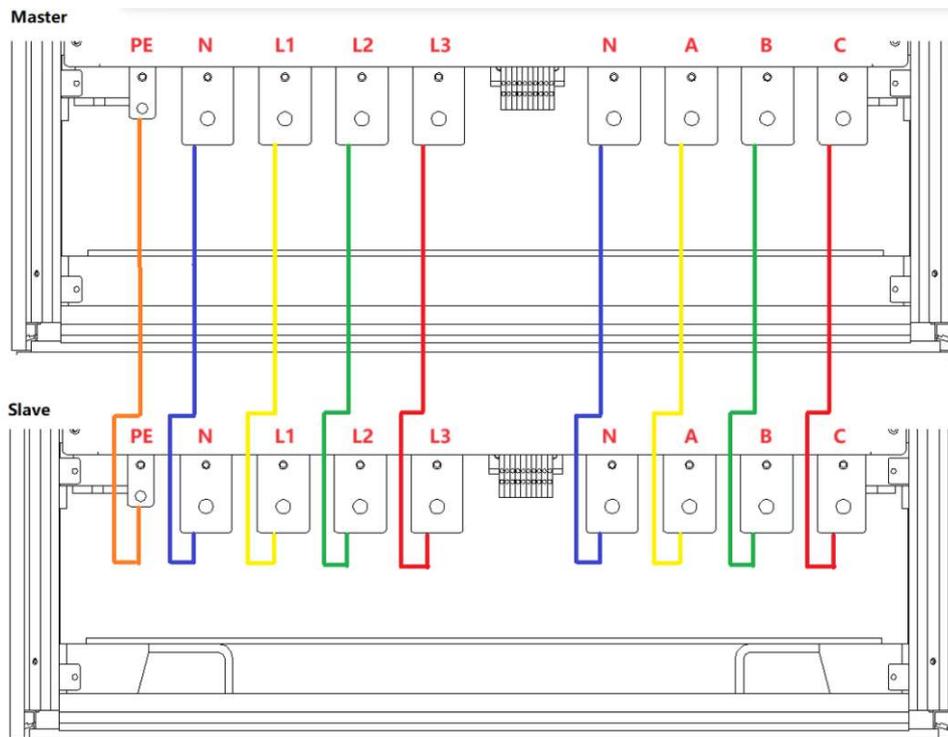


图 2-11 并联机柜间接线图

步骤五：完成上述并联工作后，按照 2.2.2 完成剩余接线。

章节三 设备使用

3.1 设备通电操作

步骤一：交流输入侧通电

在完成上述章节设备安装后，闭合设备上级的配电侧断路器（如图 3-1①所示）。

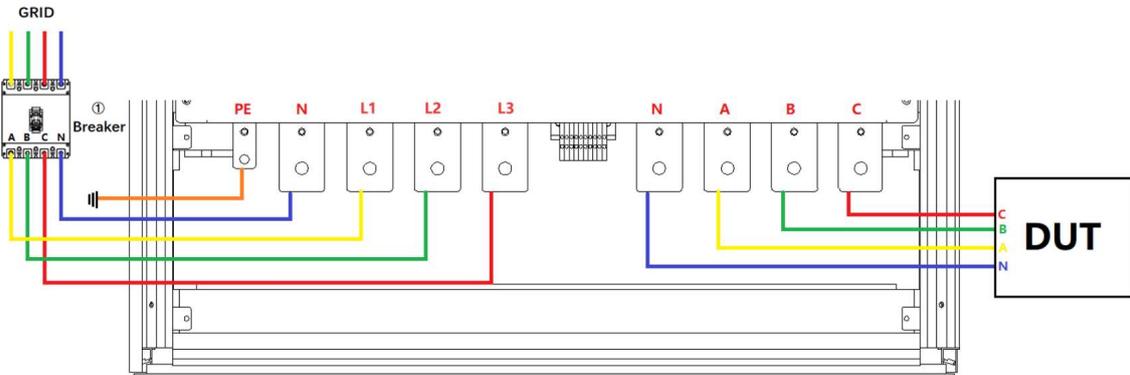


图 3-1 设备和配电断路器



注意安全

为防止设备损坏，请务必确认线序的正确。



电击危险

ESA系列设备产生的电压可能造成人身伤害或死亡。当通电时，不要触摸外露的接头和部件。



电击危险

确保产品上没有过电压（如闪电引起的过电压），否则可能会有触电的危险。

步骤二：控制单元通电

交流输入侧通电后，打开设备柜门，闭合控制模块的电源开关（图 3-2④），给设备控制模块供电。

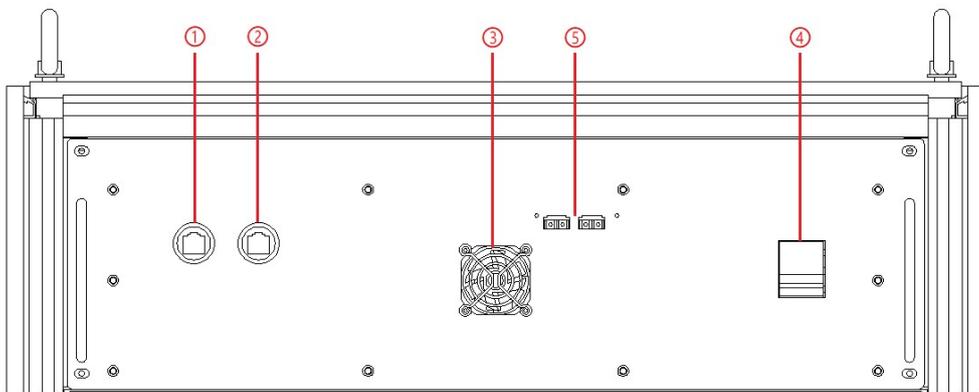


图 3-2 控制模块

步骤三：开启门板旋钮

关闭柜门后，顺时针旋转闭合前面板上的控制开关（图 3-3⑤），设备将进入待机状态。若电源通讯连接正常，则白色指示灯常亮（图 3-3①）。

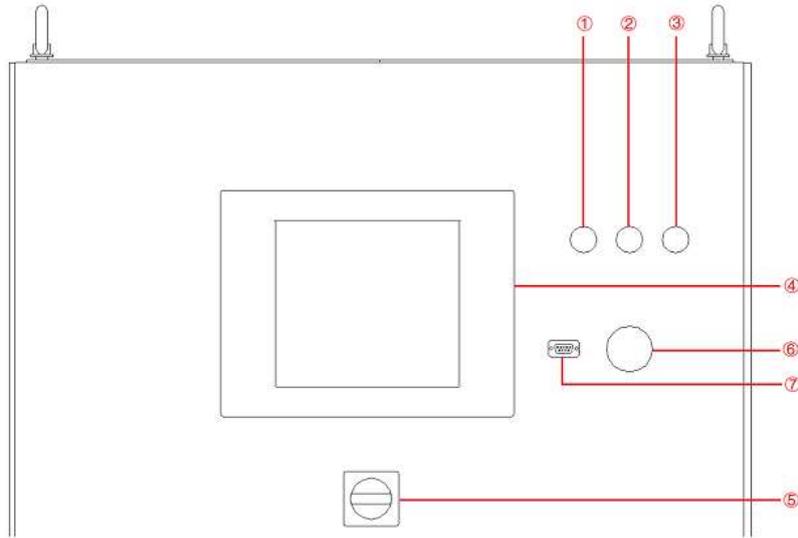


图 3-3 前面板

3.2 软件界面操作（本地控制）

ESA 系列提供 GUI 软件，安装在使用 windows 操作系统的前触摸屏上（该软件还可以安装在连接电源的控制 PC 机上）。电源初始化几秒钟后，控制单元和触摸屏工作，设备进入待机状态，若电源通讯连接正常，设备白色指示灯（图 3-4①）常亮，触摸屏软件界面“Connect”指示灯显示为绿色（图 3-5）。

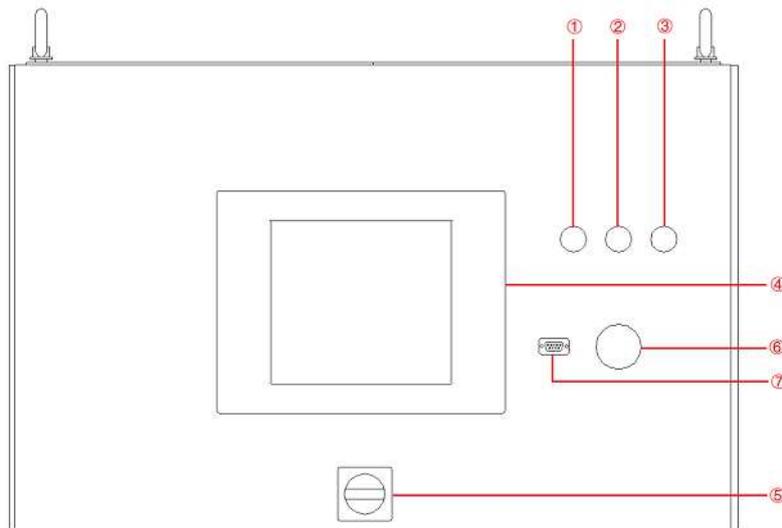


图 3-4 前面板

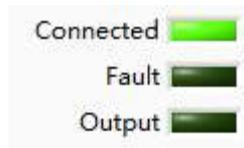


图 3-5 触摸屏软件指示灯

所有的功能和参数都可以通过触摸屏显示器进行设置和运行，软件具有以下功能:

- 保护限值和输出设置
- 序列模式输出设置（包括工作模式、输出功率、输出电压、输出电流、持续时间、切换时间的设置；复杂序列的储存和重新导入；谐波及间谐波的编辑；起始/关断相角等）
- 测量显示（实时显示输入/输出电压、电流、功率以及 IGBT 温度等参数）
- 捕获、显示和保存输出电压和电流波形
- 显示电源故障
- 远程软件界面操作（本地控制）详见章节五。

3.3 软件界面操作（远程控制）

ESA 系列提供 GUI 软件，可以安装在连接电源的控制 PC 机上。

远程软件界面操作（远程控制）详见章节五。

3.4 设备断电操作

步骤一：关闭触摸屏/个人计算机上的 GUI 软件并关机；

步骤二：逆时针旋转门板旋钮（图 3-9⑤）；

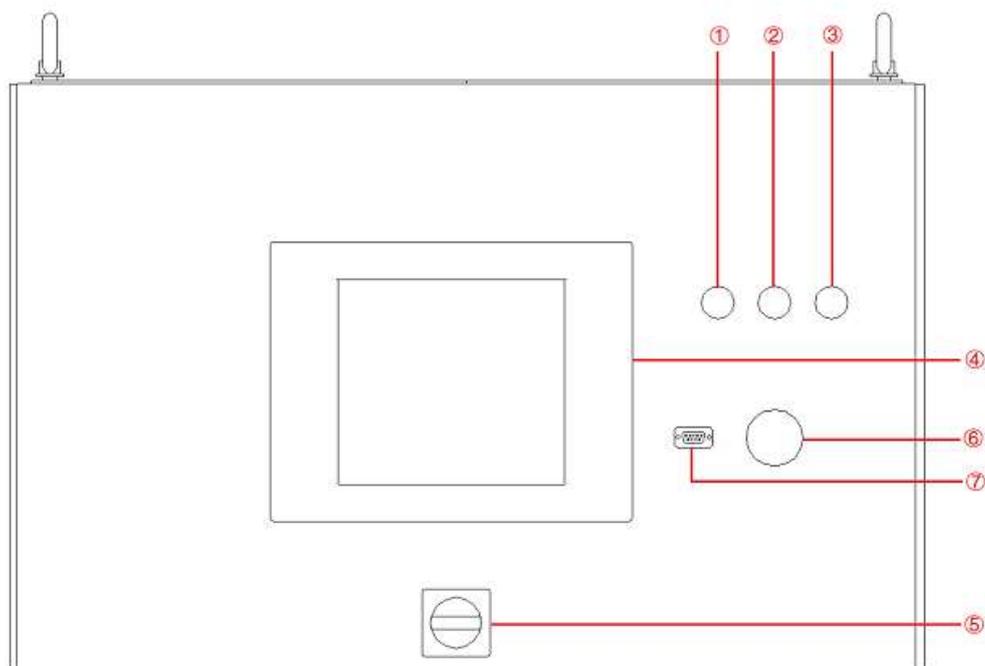


图 3-9 前面板

步骤三：打开柜门，断开控制单元开关（图 3-10④）；

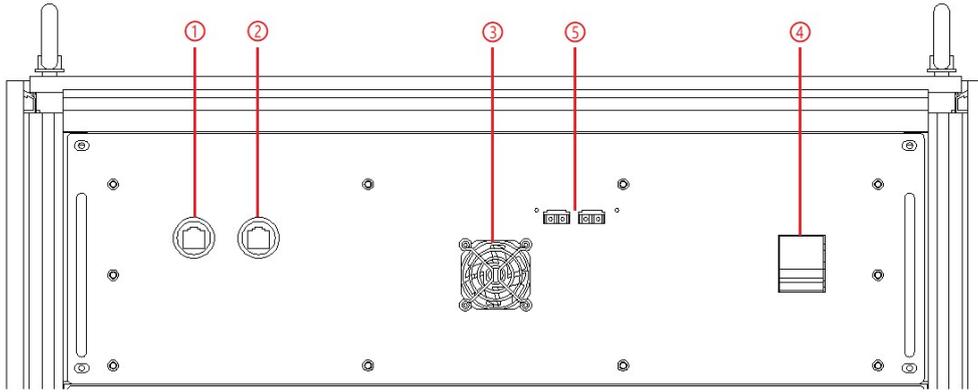


图 3-10 控制模块前面板

重要信息



首次使用将控制盒前面板的开关闭合后，断电时可忽略步骤三，即始终保持控制模块的开关为闭合状态。此后设备通电时，即可跳过3.1中的步骤二，便于用户操作。

步骤四：断开交流输入侧断路器（图 3-11①）。

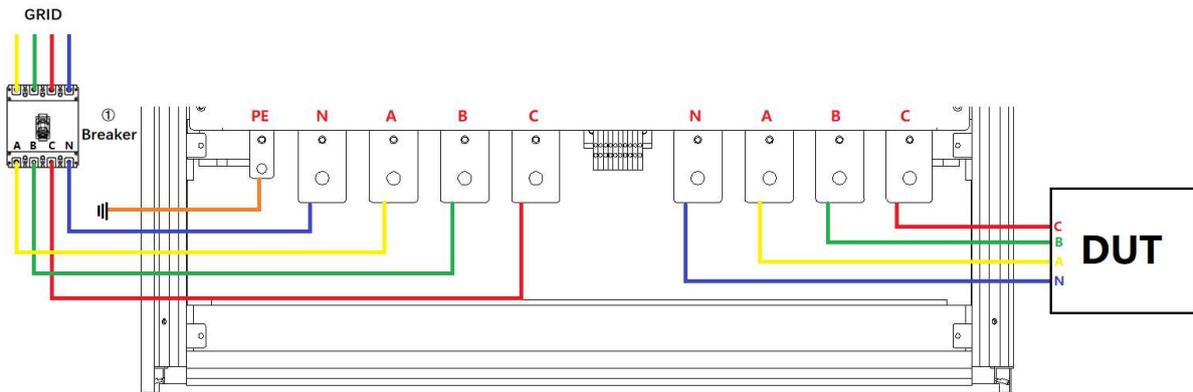


图 3-11

章节四 功能介绍

4.1 电网模拟功能

ESA 系列是一种高性能、多功能的电网模拟器，可满足并网型分布式发电设备法规测试的要求，如：电网电压异常测试、电网频率异常测试、低/零电压穿越测试、防孤岛测试等。仿真功能多样，包括：电压和频率波动、电压跌落、低/零电压穿越、三相不平衡、谐波及间谐波等。ESA 系列提供标准软件，能够模拟各种真实的电网工况，支持多种参数设定。

- 电压/频率序列可编程
 - 电压和频率序列通过 GUI 编程，输出电压、频率、电压变化速度、起始和关断相角、维持时间、切换时间等可编程；三相独立可编程；设备的输出电压/电流/功率将实时显示在界面上方。

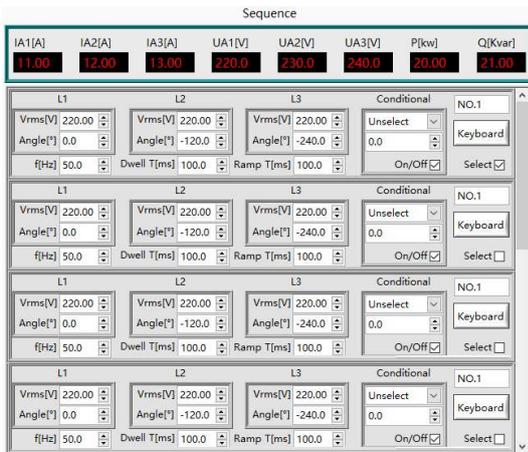


图 4-1 序列编程



图 4-2 谐波/间谐波编辑

- 谐波及间谐波波形
 - ESA 系列使用 DSP 和 FPGA 技术，可生成高达 50 次的谐波并支持间谐波编辑。用户可通过图形用户界面对谐波的相位角和幅值进行程控，允许独立产生三相谐波/间谐波波形，用户可通过示波器抓取波形。

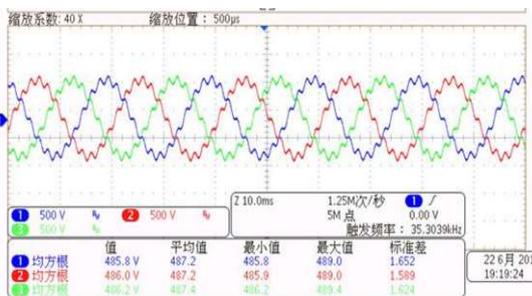


图 4-3 谐波波形

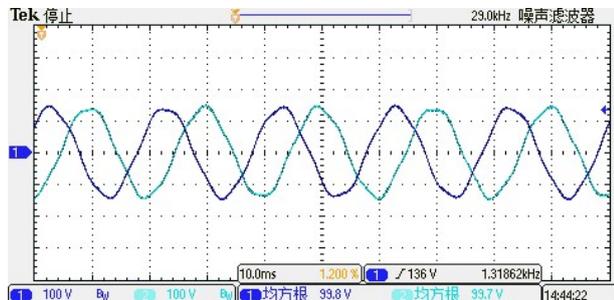


图 4-4 间谐波波形

- 电压跌落模拟（逆变器 LVRT 测试）
 - ESA 系列为光伏逆变器的低压穿越测试和零电压穿越测试提供硬件和软件支持。ESA 用于模拟电网电压/频率变化、跌落和骤降，满足光伏逆变器的低电压穿越测试需求。

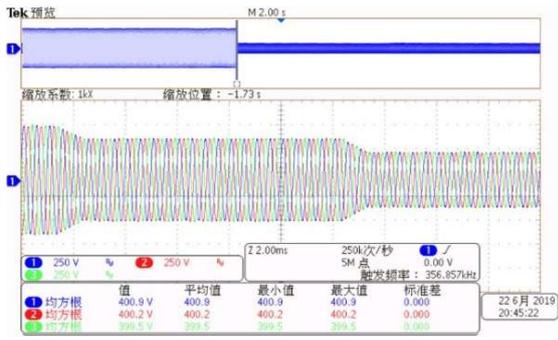


图 4-5 电压跌落

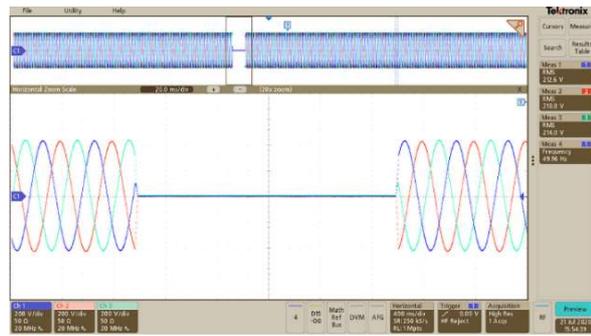


图 4-6 零电压穿越

- 在序列模式下，电压或者频率发生变化，电源输出 TTL 触发信号。

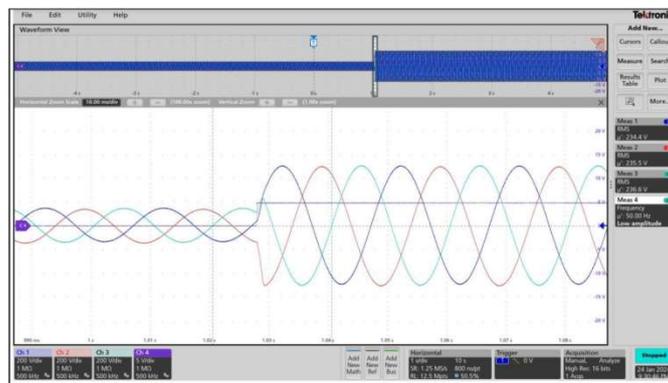


图 4-7 TTL 触发信号

- 在测试过程中，用户可在软件测量界面实时监测到电源设备的运行参数，如：输入电流/电压、输出电流/电压/功率等。

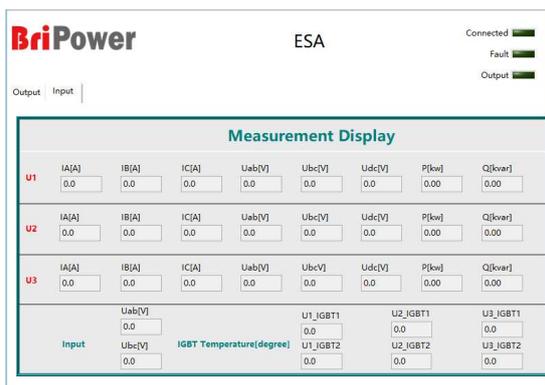


图 4-8 输入测量

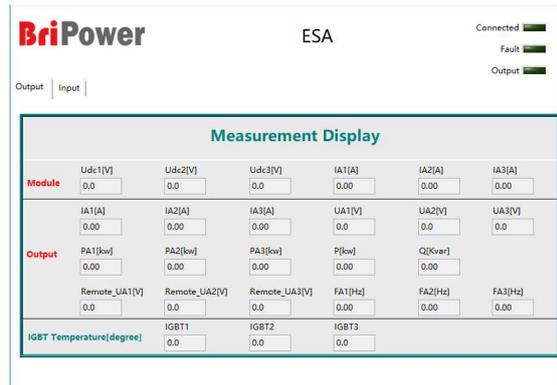


图 4-9 输出测量

- ESA 可捕获、显示和保存输出电压和电流波形并储存于设备内部，便于用户后续调取和分析。

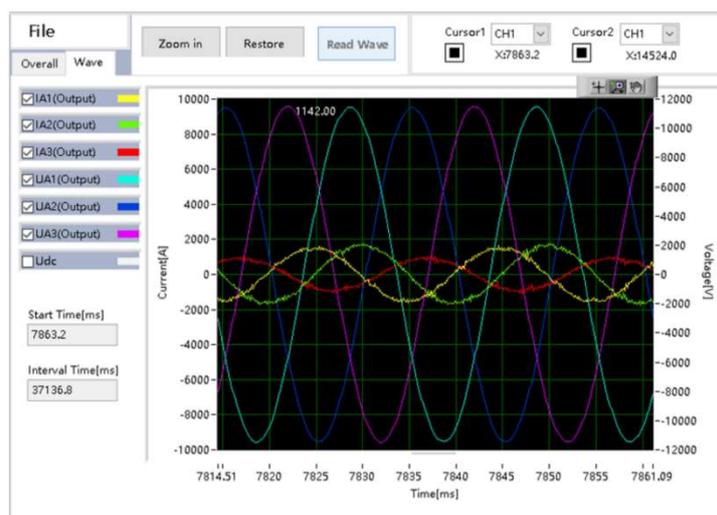


图 4-10 波形浏览界面

- ESA 输出端可以短路，支持短路测试。
- 根据光伏发电并网逆变器技术规范要求，光伏逆变器必须具备短路保护功能，在检测到交流输出侧发生短路状况时，逆变器必须自动脱离电网。在光伏逆变器测试中必须对短路保护功能进行验证，以保证光伏逆变器在发生短路状况时能准确及时的跳闸保护。ESA 可为光伏逆变器的短路测试提供软件和硬件支持，用户可根据标准在软件界面设置参数以模拟电网的各种短路故障，满足逆变器的短路测试需求。

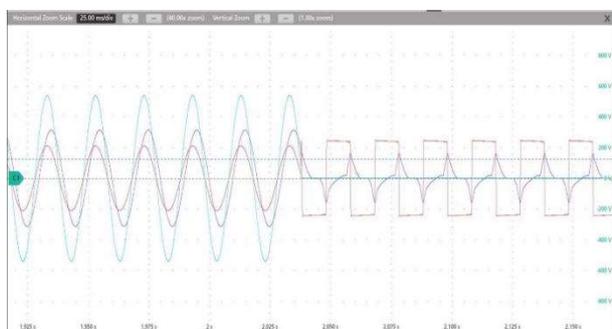


图 4-11 相间短路

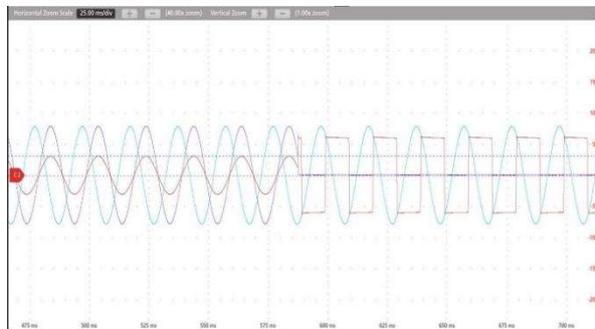


图 4-12 相对地短路

4.2 能量回收式交流电子负载功能 (-LD 选项) ¹

带有-LD 选项的 ESA 系列电源可用作能量回收式交流负载，此功能由恒阻模式、整流模式、CC/CP 相位超前/滞后模式组成。恒阻模式用于模拟三相电阻性负载，用户可以通过界面设置 CR 模式及三相电阻参数，并可实现电阻序列的模拟。整流模式主要应用于模拟非线性的整流性负载测试，用户可以通过界面设置 CC/CP 模式、CF 等参数。CC/CP 相位超前/滞后模式模拟正弦电流时，用户可以通过界面设置 CC/CP 模式以调节负载电流或功率，并且可以调节相位角度范围为 $90^{\circ} \sim -90^{\circ}$ ，模拟电感和电容式负载下的电压和电流条件。

¹ESA-LD 适用于输入电压为纯净正弦波的情况，若输入电压非纯净正弦波，则输出电流波形可能受到影响。

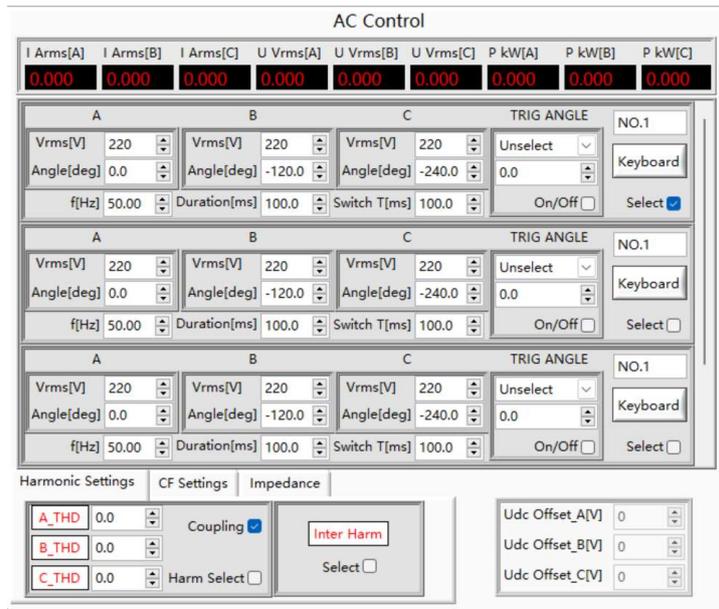


图 4-13 序列界面

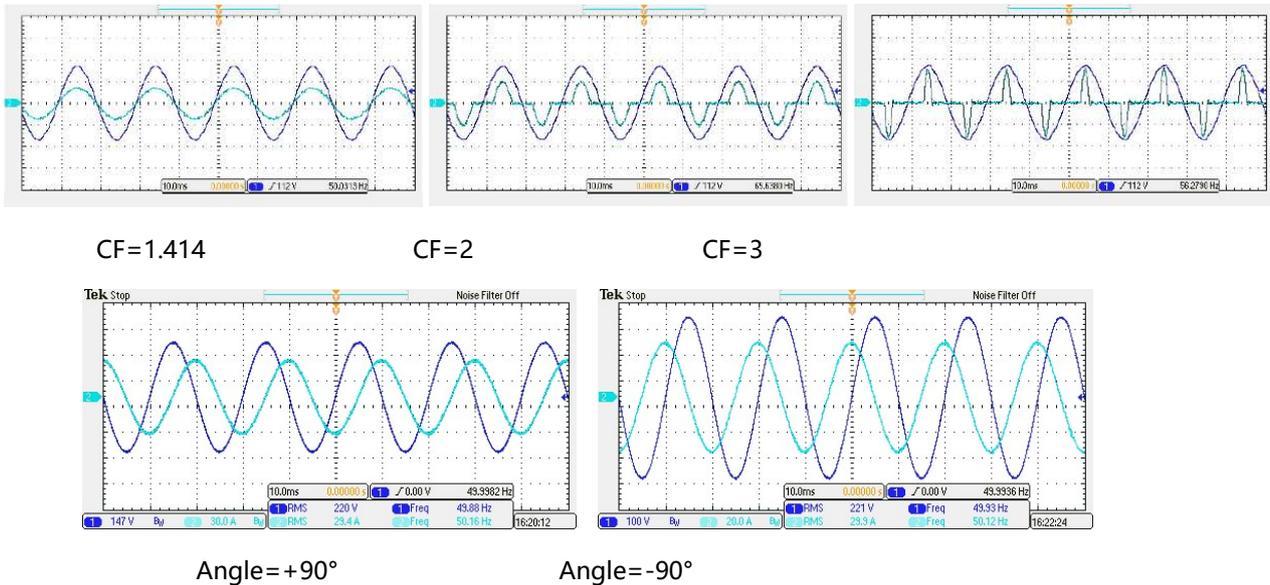


图 4-14

4.3 扩展至直流输出 (-DC 选项)

在电源模式与再生模式下，ESA 也可以设计为直流输出，输出可为 DC 和 AC 0~100Hz。低于 30Hz 时，输出功率和输出电流衰减 50%。直流电压范围为 420V (标准)，精度为 0.2%FS。输出模式可为 AC, DC, AC+DC。

4.4 线路阻抗模拟 (-IMP 选项)

带有-IMP 选项的 ESA 系列电源可以模拟线路输出阻抗(RL)。阻抗范围高达额定电压/额定电流；用户可以在图形用户界面中设置电感值和电阻值。

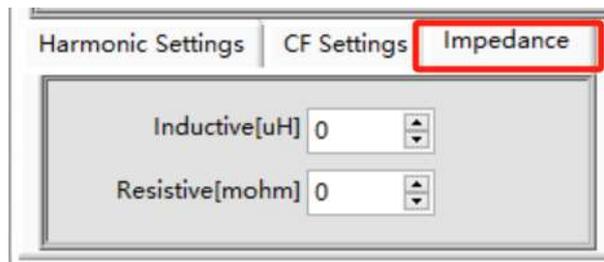


图 4-15

4.5 用于防孤岛测试的电源+电子 RLC 负载 (-62116 选项)²

带有-62116 选项的 ESA 系列电源用于防孤岛测试时，集成了电网模拟电源和交流电子 RLC 负载的功能。在孤岛测试中，ESA-62116 模拟 RLC 负载，并满足 IEC62116-2008 的测试要求，用户不需要计算和设定 R、L、C 的具体数值，只要根据测试标准 IEC 62116-2008，直接设置 QL、PAC、QAC 等测试参数，电源系统将会显示等效的 R、L、C 设定值。

NO	PEUT(%) Rated	QL (%QL)	PAC(%) Nominal	QAC(%) Nominal
0	100	100	0	0
1	66	66	0	0
2	33	33	0	0
3	100	100	-5	-5
4	100	100	-5	0
5	100	100	-5	5
6	100	100	0	-5
7	100	100	0	5
8	100	100	5	-5
9	100	100	5	0
10	100	100	5	5
11	66	66	0	-5
12	66	66	0	-4
13	66	66	0	-3
14	66	66	0	-2
15	66	66	0	-1

图 4-16

² ESA-62116 只能模拟正弦波、50/60Hz 输入的 RLC 负载

■ 章节五 图形化软件界面

5.1 GUI 软件简介

5.1.1 运行状态

ESA 系列提供 GUI 软件，安装在使用 windows 操作系统的前触摸屏上（该软件还可以安装在连接电源的控制 PC 机上）。电源初始化几秒钟后，控制模块和触摸屏工作，设备进入待机状态，设备白色指示灯（图 3-3①）常亮，Connect 绿色指示灯（图 5-1①）常亮，所有的功能和参数都可以通过触摸屏显示器或 GUI 软件进行设置和运行。

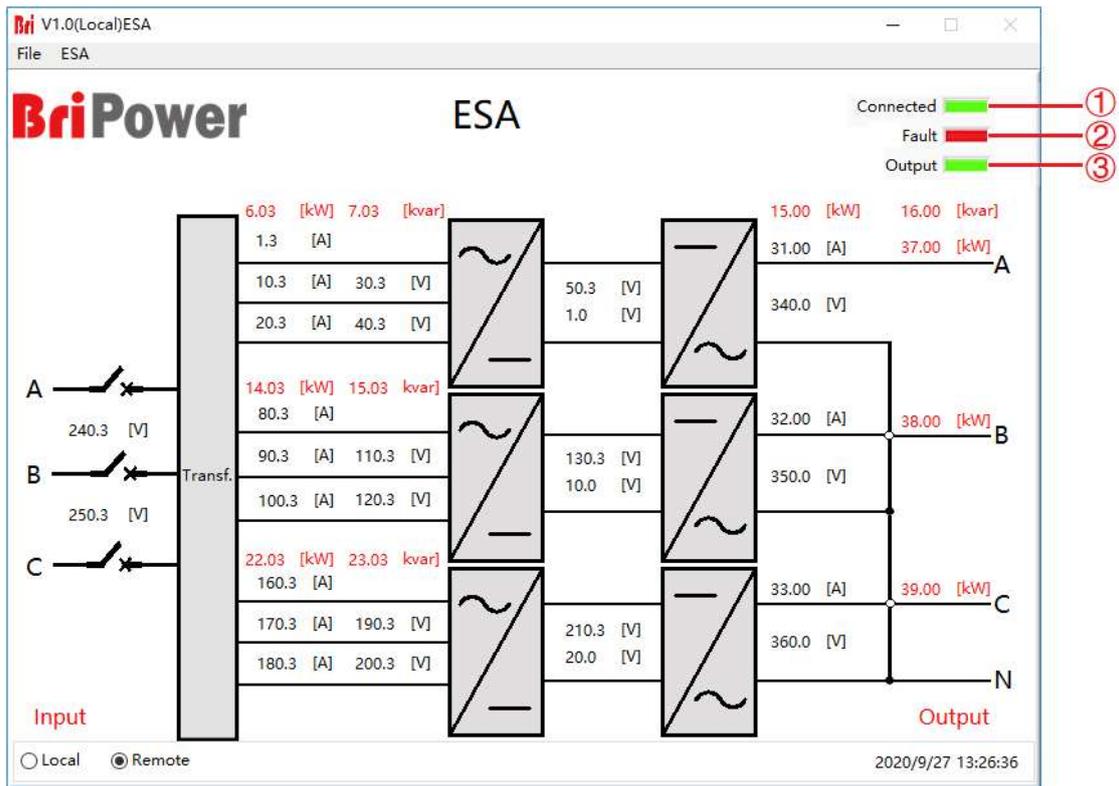


图 5-1 软件主界面

表 5-1

No.	名称	备注
1	Connect	设备初始化几秒钟后进入待机状态，触摸屏开始工作，软件与设备正常连接时，绿色指示灯常亮，如果连接失败，请检查交流源是否正常通电、通讯线连接是否正常、计算机本地连接 IP 地址为 192.168.1.2。
2	Fault	设备在运行过程中出现故障时自动停止工作，此指示灯显示为红色；设备无故障时，此指示灯显示为墨绿色。
3	Output	设备正常运行并且输出交/直流时，绿色指示灯常亮；设备无输出时，指示灯显示为墨绿色。

5.1.2 运行模式

在序列模式界面右侧，用户可以根据测试需求自行选择电源的运行模式、参数输入模式、输出模式（如图 5-2①②③）。

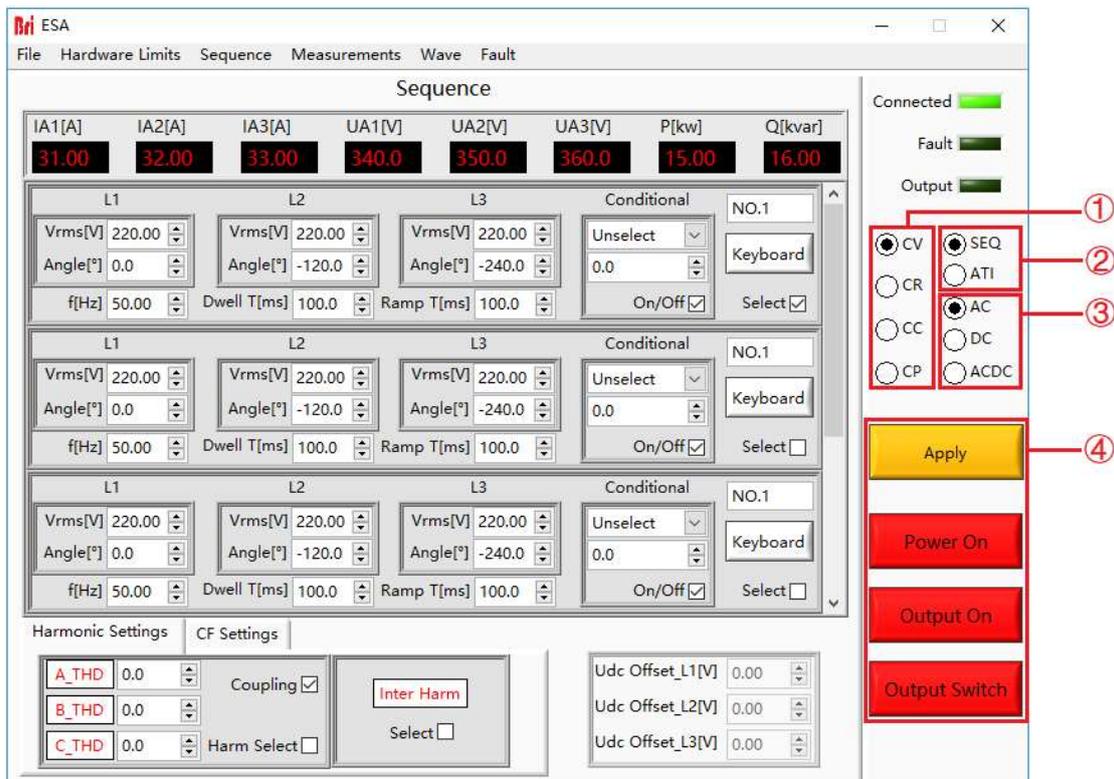


图 5-2 模式及输入/出控件

表 5-2

No.	名称	备注	
1	运行模式	CV Mode	恒压模式
		CC Mode	恒流模式
		CP Mode	恒功率模式
		CR Mode	恒阻模式
2	参数输入模式	-SEQ	序列模式手动设置参数
		-ATI	通过 ATI 接口输入模拟量 (-ATI 选项)
3	输出模式	AC	交流输出模式
		DC	直流输出模式 (-DC 选项)
		ACDC	交流+直流输出模式



重要信息

输出模式-DC模式仅在用户选择-DC选项后有效，否则设置无效。

5.1.3 输入/输出控件

在输出设置界面及序列模式界面，右下角部分为控制电源设备输入/输出的几个重要控件（如图 5-3）。依次点击 “Apply” → “Power On” → “Output On” (→ “Output Switch”)，电源开始正常工作；依次点击(“Output Switch”) → “AC Output” → “Power On”，电源停止工作。

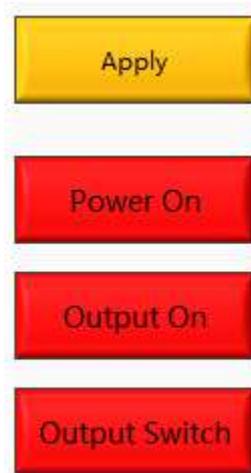


图 5-3 输入/出控件

表 5-3

No.	名称	备注
4	Apply	参数设置完成后点击“ Apply” ， 则参数生效
	Power On	用于网侧启停，网侧启动时按钮显示为绿色，网侧停止时按钮显示为红色。
	Output On	用于交流输出启停，正常输出时按钮显示为绿色，“ Output” 绿色指示灯常亮（图 5-1 ③）；无输出时按钮显示为红色。
	Output Switch	用于控制交流输出接触器，闭合后电源输出端子带电

5.2 通讯设置

在电源设备与远程工作站或个人电脑建立网络连接前，应确保远程工作站或个人电脑与电源设备处于同一网段，电源设备默认的网络地址是 192.168.1.2，端口为 502，默认网关为：255.255.255.0。点击 File→Communication，电源 IP 地址及端口如图 5-6 所示。

远程工作站/个人电脑的 IP 地址不应与电源设备的 IP 地址相同，若远程工作站/个人电脑和电源设备处于局域网中，应确保其 IP 地址不与网络中其他设备的 IP 地址冲突。

此外，电源设备的触控屏软件和程控 GUI 软件具有相同的操作方法。

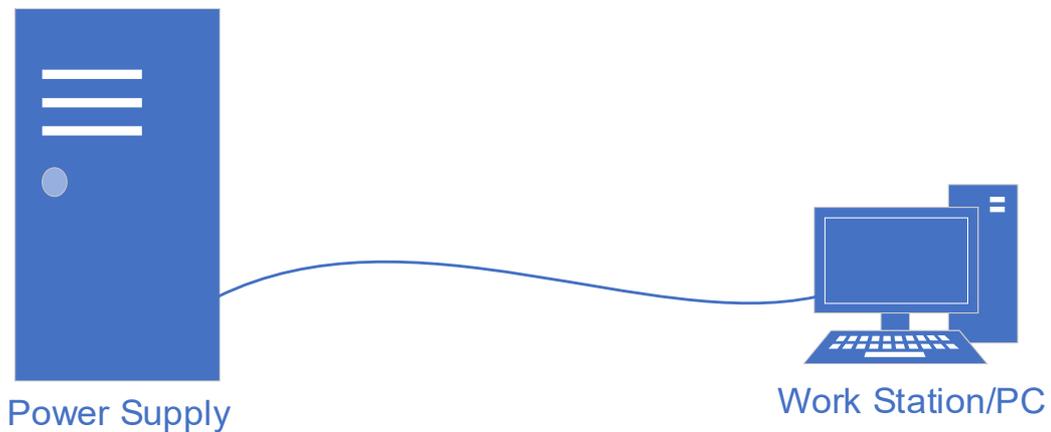


图 5-4 电源设备与工作站/个人电脑直连

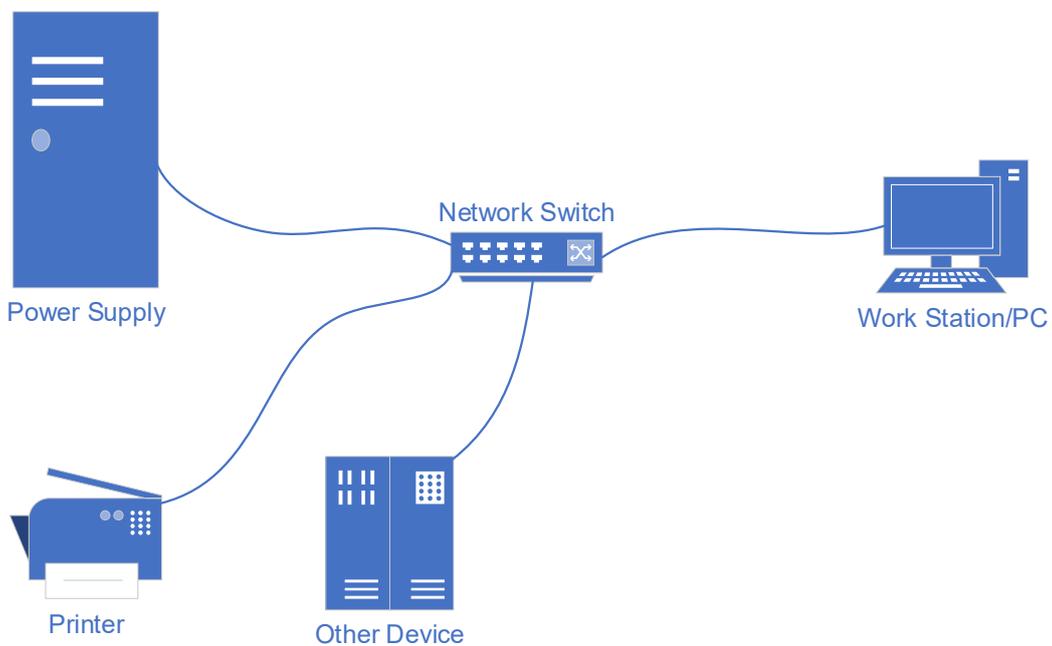


图 5-5 电源设备在局域网内与工作站/个人电脑连接

通常，连接电源设备的工作站或个人 PC 硬件系统要求应至少满足如下要求：

- 处理器：Intel Core 2 Duo 或更高
- 内存：2GB³或以上
- 操作系统：Windows 7 或更高版本
- 10/100/1000 Mbps 网口适配器
- 交换机 (局域网用户)
- CAT 5 网线

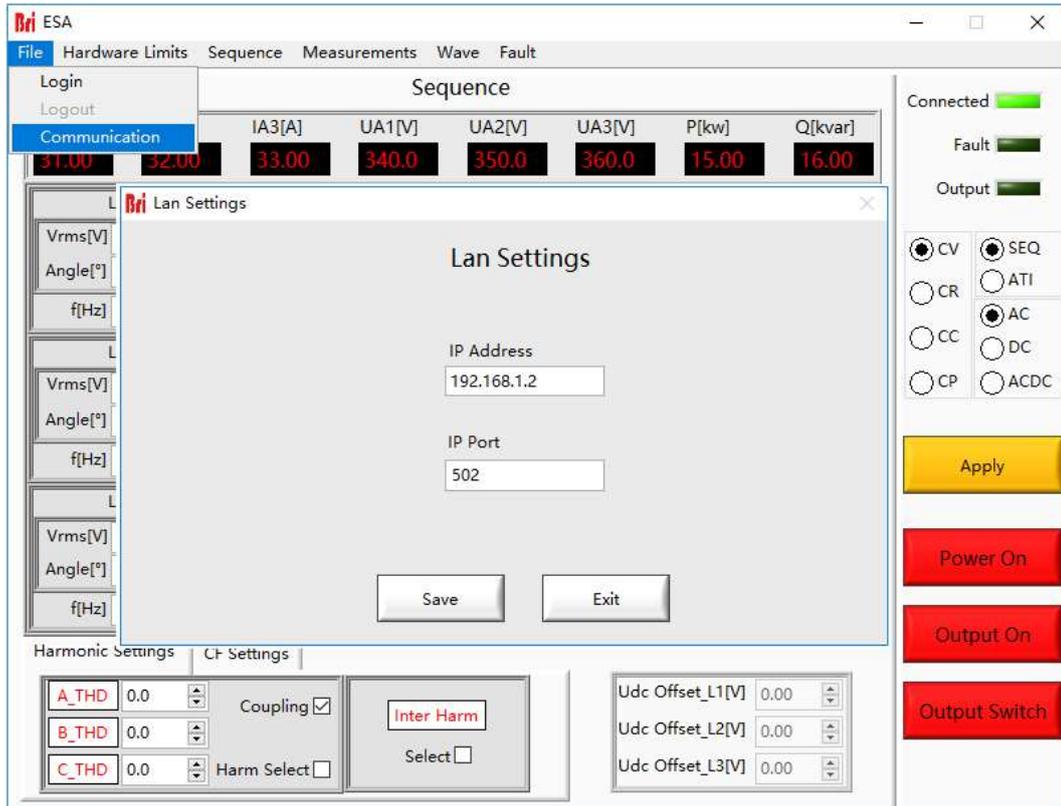


图 5-6 电源默认网络地址及端口



重要信息

LAN连接使用的网线为直通线。

³ 处理器和内存的实际需求还取决于实际运行于该工作站或个人 PC 的其他软件。

5.3 硬件限值

为了保护设备安全运行，请在正式进行测试前设置相关的保护参数。

操作步骤：点击“Hardware Limits”进入硬件限值参数设置界面（如图 5-7）。勾选对应框并设置参数，完成后点击“Apply”应用参数。

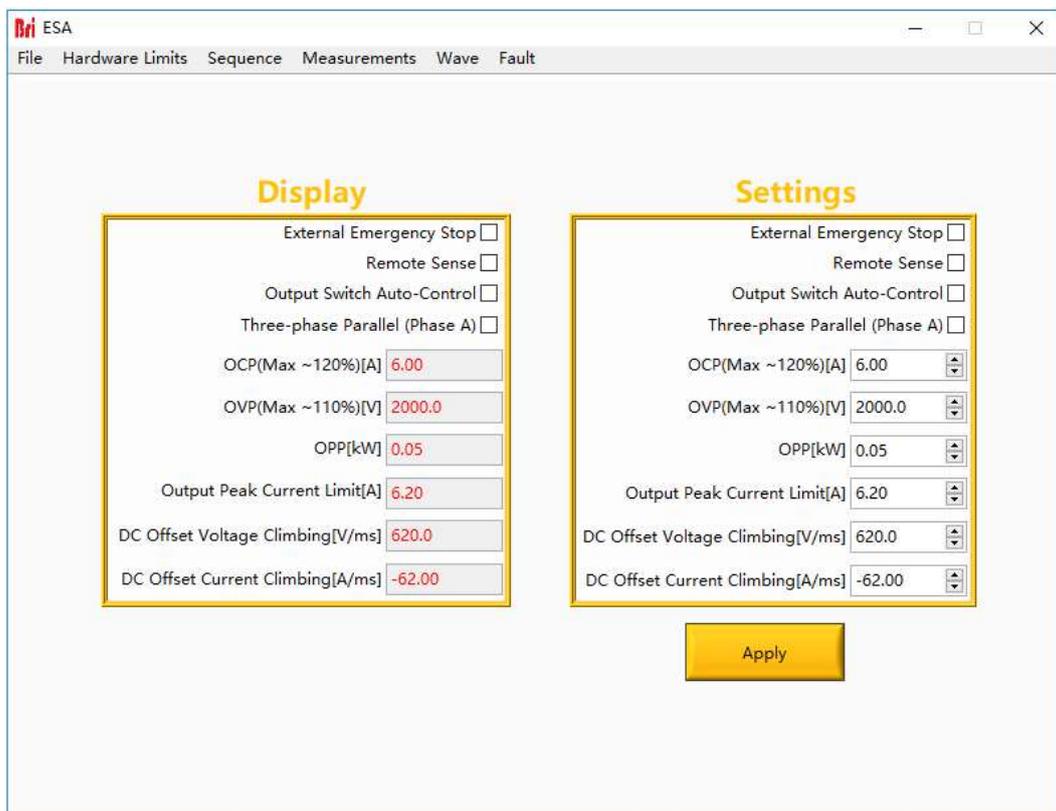


图 5-7 硬件限值设置界面

表 5-4

No.	名称	备注
①	External Emergency Stop	外部急停勾选框，勾选后外部急停有效
②	Remote Sense	远端补偿勾选框，勾选后远端补偿有效
③	Output Switch Auto-Control	输出开关自动控制勾选框，勾选后无需手动控制“Output Switch”按钮，“Output Switch”被禁用，如图 5-8 所示（默认勾选）
④	Three-phase Parallel (Phase A)	三相并联输出，勾选后三相并联输出有效（-1P 选项）
⑤	OCP (Max~120%)	过流保护数值，当输出电流超过此值将切断电源输出
⑥	OVP (Max~110%)	过压保护数值，当输出电压超过此值将切断电源输出
⑦	OPP [kW]	过功率保护数值，当输出功率超过此值将切断电源输出

⑧	Output Peak Current Limit[A]	最大限流值,当输出电流超出此值, 将被限制在该电流值之下
⑨	DC Offset Voltage Climbing	直流偏移电压爬升速率
⑩	DC Offset Current Climbing	直流偏移电流爬升速率



注意

①②③④勾选后有效, 勾选前请保证外部急停/远端补偿/单相输出线缆的连接已完成。



图 5-8 “Output Switch” 被禁用

5.4 序列模式

ESA 系列电源的输出参数可以通过用户图形界面来控制。序列模式界面支持多种参数设定，包括：输出相电压/相电流/相功率/相电阻、相位角、频率、起始/关断相角、维持时间及切换时间等参数。界面上方实时显示输出参数，还可以实现复杂序列的储存及载入。

测试步骤：点击“Sequence”进入序列模式测试界面（如图 5-9）。在界面右侧选择序列（-SEQ）运行模式，设置参数并选择运行序列，完成后依次点击“Apply”→“Power On”→“Output On”，设备开始在序列模式下运行。

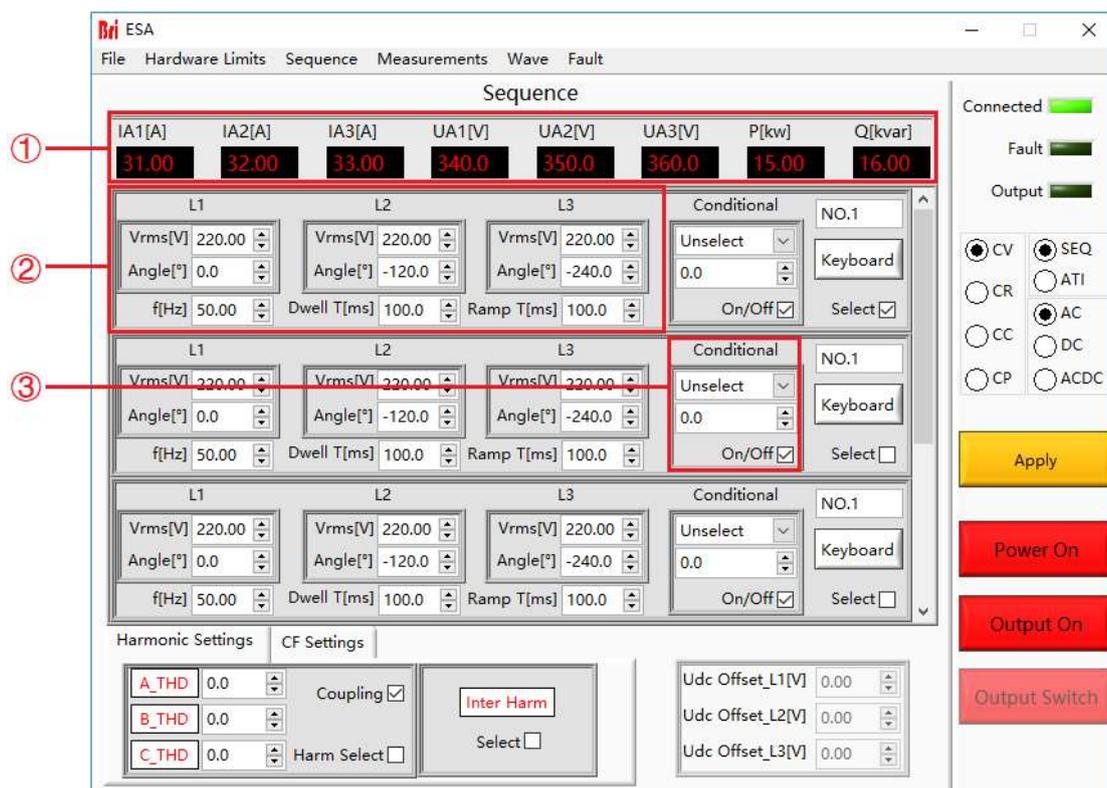


图 5-9 序列模式界面

表 5-5

No.	名称	备注
①	实时参数	实时显示设备当前的输出电压、电流和功率
②	参数设置-1	用户可在此设定每个工步的输出相电压/相电流/相功率/相电阻、相位角、频率、维持时间及切换时间等参数。每个工步的右侧为序列号及有效勾选框
③	参数设置-2	用户可在此设定每个工步的某一相的起始/关断相角 (电源系统默认先参考维持时间，再参考起始/关断相角)

重要信息



当设备处于工作状态时，若需修改参数，请直接点击键盘Keyboard按钮对参数进行修改，最后点击Apply即可（无需关闭电源）。

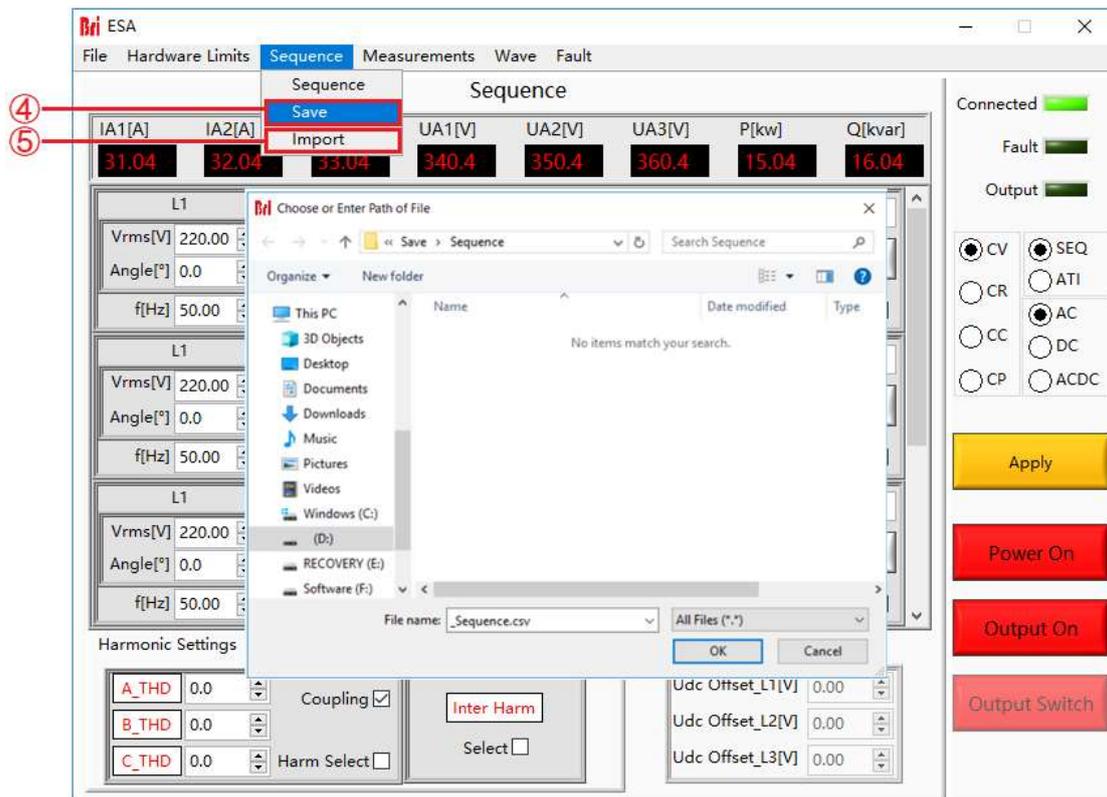


图 5-10 序列保存/导入

表 5-6

No.	名称	备注
④	序列保存按钮	点击“Save”，用户可将测试运行过程中设置的参数储存为.csv 格式文件。当测试需要设置较为复杂的参数时，保存参数数据文件可便于用户后续调用使用，有效节约时间（如图 5-10）
⑤	序列载入按钮	点击“Import”，用户可重新载入历史测试保存的序列参数文件

5.5 模拟输入

ESA 系列电源的输出电压可以通过控制信号和使用模拟输入（ATI 接口）来控制。ATI 接口位于设备的后面板，具体接法请参照 1.3.5。ESA 系列使用 BNC 连接器进行模拟输入。设定值根据模拟输入的交/直流电压（0-5 V）进行调整。

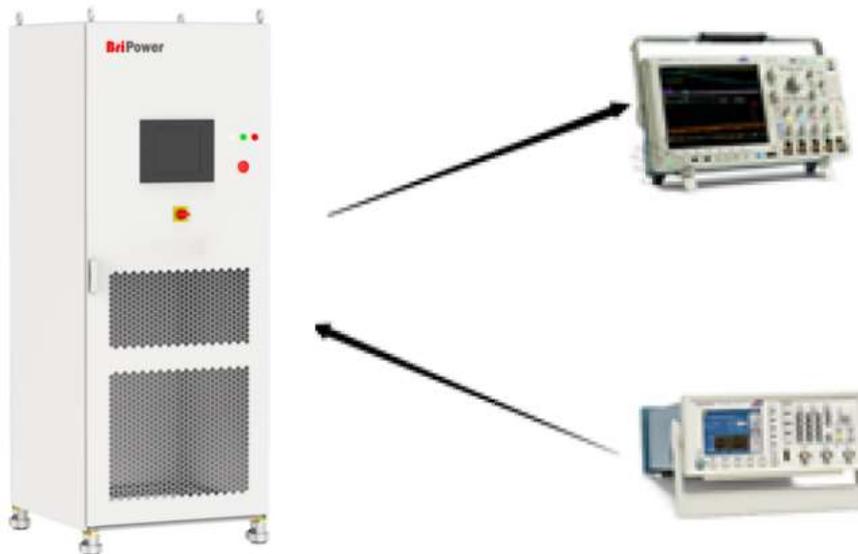


图 5-11 模拟输入

测试步骤：在界面右侧选择模拟输入运行模式（-ATI）（如图 5-12），在信号发生器上设置模拟输入量，参数设置完成后依次点击“Power On”→“Output On”，设备开始运行。用户可通过软件界面或者示波器界面对输出参数及波形等进行观察记录。

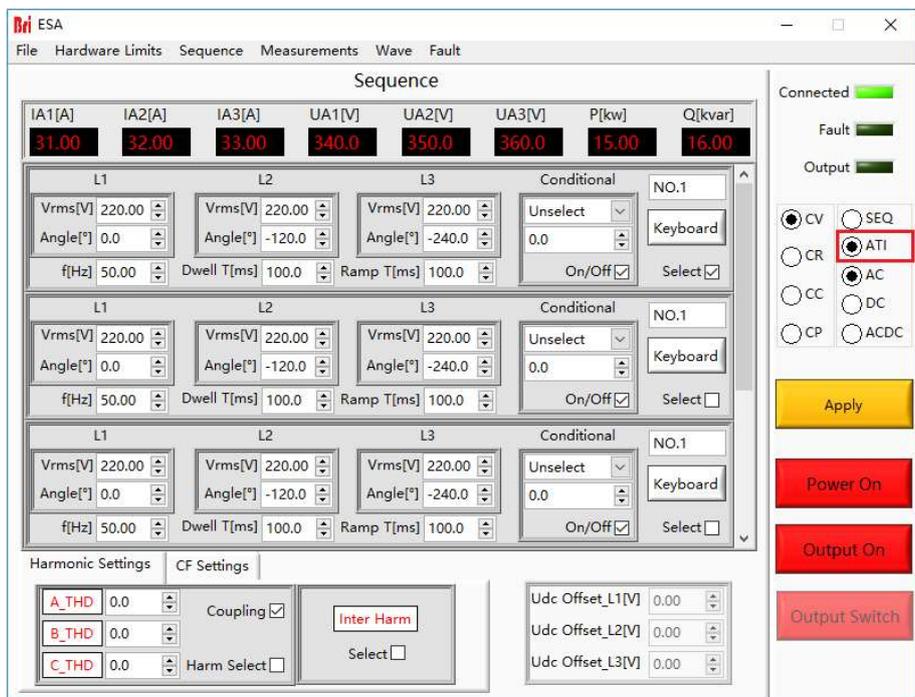


图 5-12 模拟量输入模式

5.6 AC/AC+DC/DC

ESA 系列采用双向设计，可用作交流/直流电源对待测设备进行测试。输出模式包括：交流、直流、交流+直流。

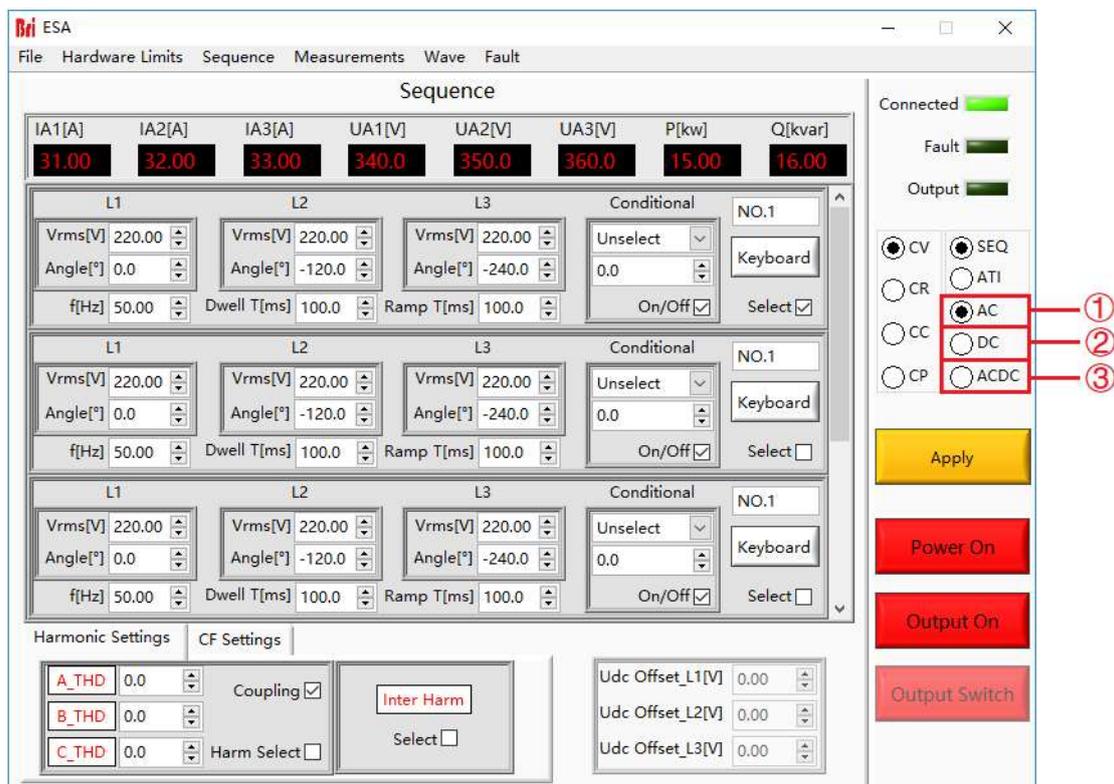


图 5-13 输出模式

5.6.1 AC

ESA 系列允许产生交流电压、电流，能够模拟真实的交流电路情况。三相独立可编程，精确度高。

测试步骤：点击“Sequence”进入序列模式测试界面，在界面右侧选择交流输出模式（AC）（图 5-13①），用户可以根据测试需求选择不同的运行模式（CV/CC/CP），并设置交流电压/电流/功率，参数设置完成后依次点击“Apply” → “Power On” → “Output On”，设备开始正常运行并输出。

重要信息



在AC输出模式下，三相独立可编程。若设备增加了-1P选项，输出交流电流范围被扩展。如ESA 30-300-46，标配输出交流电流为46A/相，若增加-1P选项（增加单相输出功能），改变相应接线后，最大可输出单相交流电流138A。（涉及相关接线问题，请结合2.2.2和2.2.3）

5.6.2 AC+DC

ESA 系列支持 AC+DC 输出模式，能够模拟真实的交流电路情况及直流干扰。三相独立可编程，精确度高。

测试步骤：点击“Sequence”进入序列模式测试界面，在界面右侧选择交流+直流输出模式（AC+DC）（图 5-13③），用

户可以根据测试需求选择不同的运行模式 (CV/CC), 并设置交流电压/电流及直流偏移电压/电流 (图 5-14), 参数设置完成后依次点击 “Apply” → “Power On” → “Output On”, 设备开始运行。

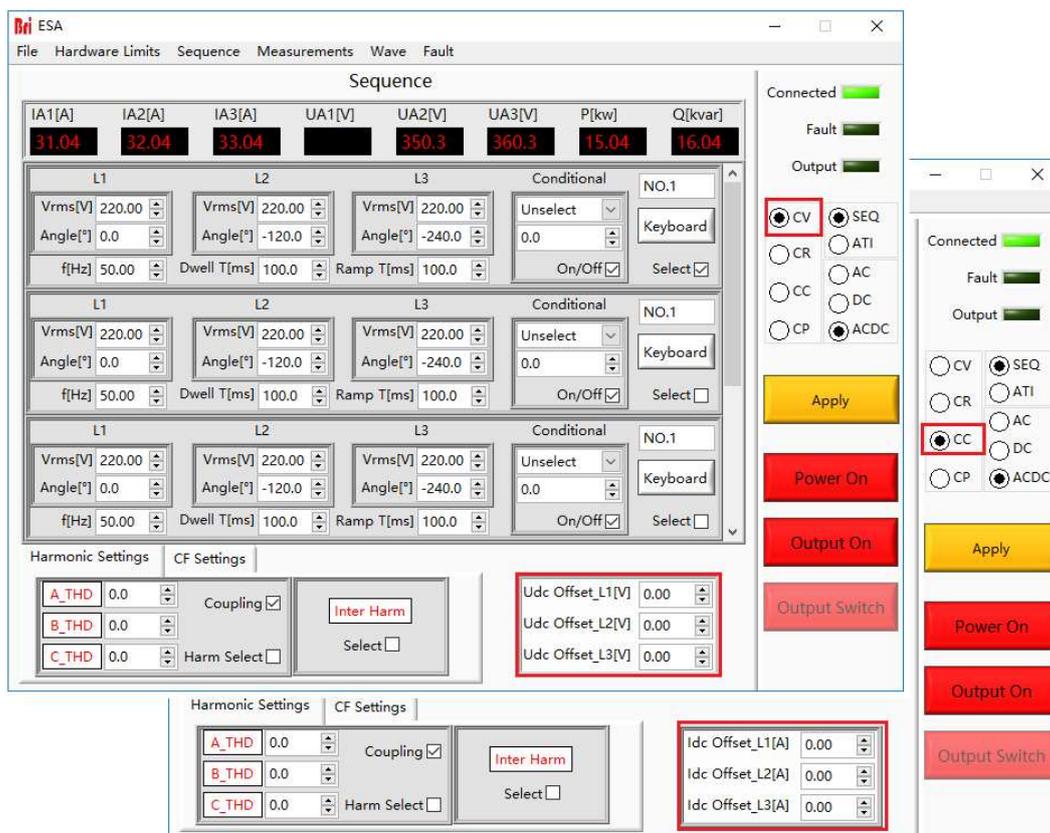


图 5-14 直流偏移电压/电流

重要信息



当选择CV模式时, 可设置参数为: 交流电压、直流偏移电压;
当选择CC模式时, 可设置参数为: 交流电流、直流偏移电流。

5.6.3 DC (-DC 选项)

在电源模式与再生模式下, ESA 也可以设计为直流输出, 允许产生直流电压、电流。输出频率范围扩展至 DC~100Hz。直流电压范围为 420V (标准), 精度为 0.2%FS。

测试步骤: 点击 “Sequence” 进入序列模式测试界面, 在界面右侧选择直流输出模式 (DC) (图 5-13②), 用户可以根据测试需求选择不同的运行模式 (CV/CC/CP), 并设置直流电压/电流/功率, 参数设置完成后依次点击 “Apply” → “Power On” → “Output On”, 设备开始运行并输出直流电压/电流/功率。

重要信息



在DC输出模式下, 只需单独设置某一相的电压/电流即为输出的直流电压/电流。若设备增加了-1P选项, 则需同时设置三相的参数 (L1、L2、L3)。如ESA 30-300-46, 标准输出直流电流23A/ch, 若增加-1P选项 (增加单相输出功能), 改变相应接线后, 最大可输出直流电流为69A。(涉及相关接线问题, 请结合2.2.2和2.2.3)

5.7 谐波及间谐波模拟

ESA 系列电源提供完备的 GUI 软件，可进行高达 50 次的谐波编辑及间谐波编辑。

5.7.1 谐波模拟

ESA 系列电源提供完备的 GUI 软件，可进行高达 50 次的谐波编辑。

测试步骤： 点击“Sequence”进入序列模式测试界面，首先设置基本运行参数（如输出电压，频率等）。依次点击“Apply”→“Power On”→“Output On”，设备开始运行。勾选谐波选择框（图 5-15①），点击左侧的 A/B/C 相谐波模拟按钮（图 5-15③），自动弹出各次谐波设置界面，用户可在此界面设置谐波角度、含量等参数，参数设置完成后勾选对应框，依次点击“Settings”→“Apply”。

若需取消谐波模拟，点击页面下方的 A/B/C 相谐波模拟按钮（图 5-15③），在弹出的界面点击“Clear”清除所有参数，然后依次点击“Settings”→“Apply”，最后取消谐波选择框的勾选即可。

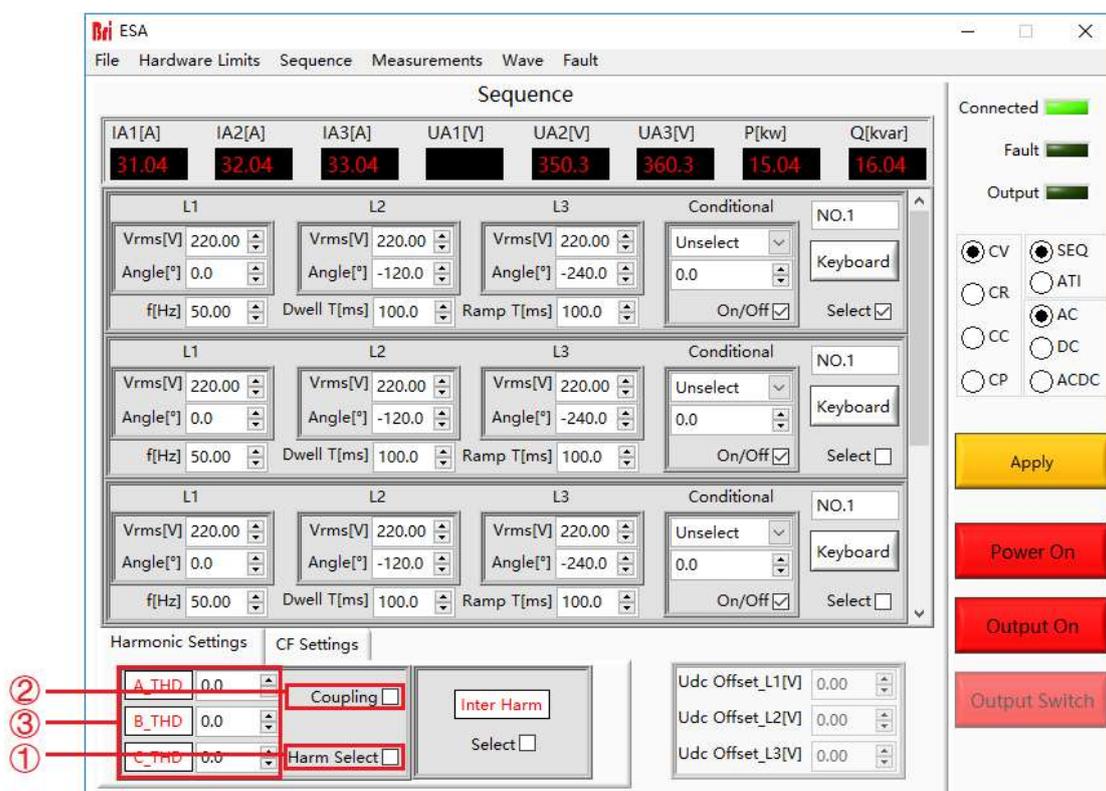


图 5-15 谐波编辑-1

表 5-7

No.	名称	备注
①	谐波选择框	勾选后，谐波设置参数有效
②	耦合框	勾选后，可以实现同时设置三相谐波； 若不勾选，三相谐波可独立设置
③	A/B/C 相谐波设置	三相谐波设置按钮，点击后自动弹出如图 5-16 界面，用户可在此界面勾选并设置各次谐波参数，如：角度、含量等参数

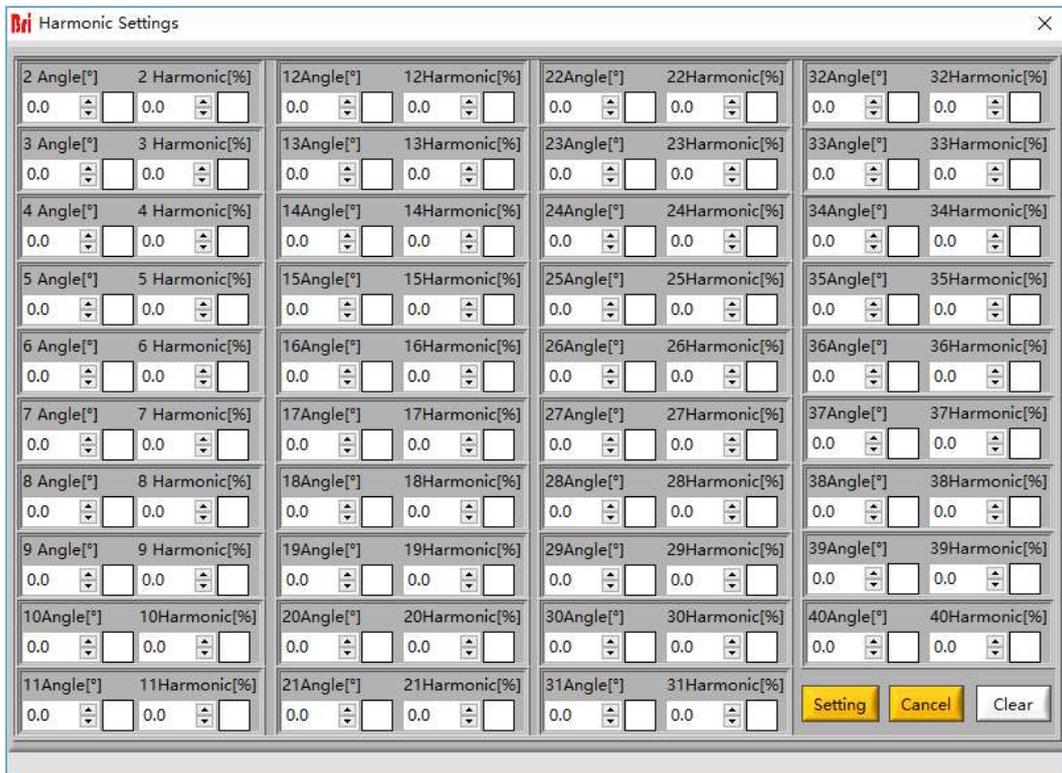


图 5-16 谐波编辑-2

5.7.2 间谐波模拟

ESA 系列电源提供完备的 GUI 软件，可进行间谐波编辑。

测试步骤：点击“Sequence”进入序列模式测试界面，首先设置基本运行参数（如输出电压，频率等）。依次点击“Apply”→“Power On”→“Output On”，设备开始运行。勾选间谐波选择框（图 5-17①），点击间谐波模拟按钮（图 5-17②），自动弹出间谐波设置界面（图 5-18），用户可在此界面设置间谐波频率、角度、含量等参数，参数设置完成后选择对应框，依次点击“Settings”→“Apply”。

若需取消间谐波模拟，点击页面下方的间谐波设置按钮（图 5-17②），在弹出的界面点击“Clear”清除所有参数，依次点击“Settings”→“Apply”，最后取消谐波选择框的勾选即可。

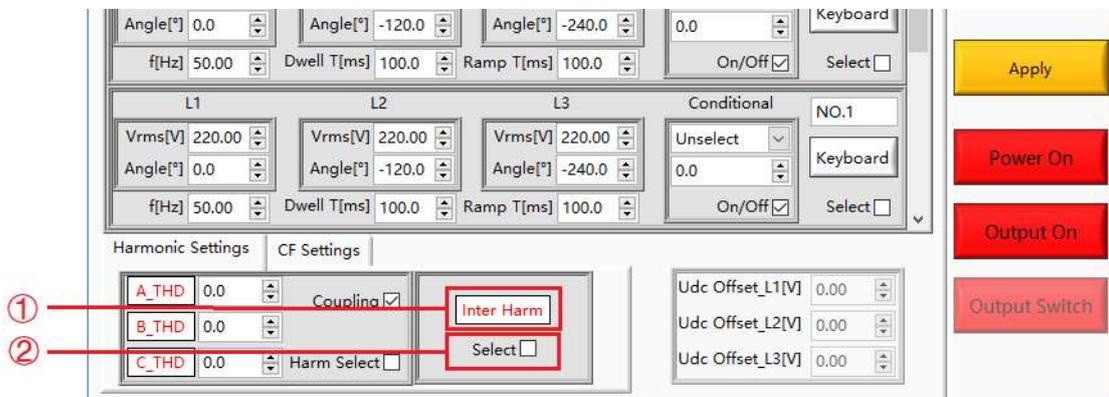


图 5-17 间谐波编辑-1

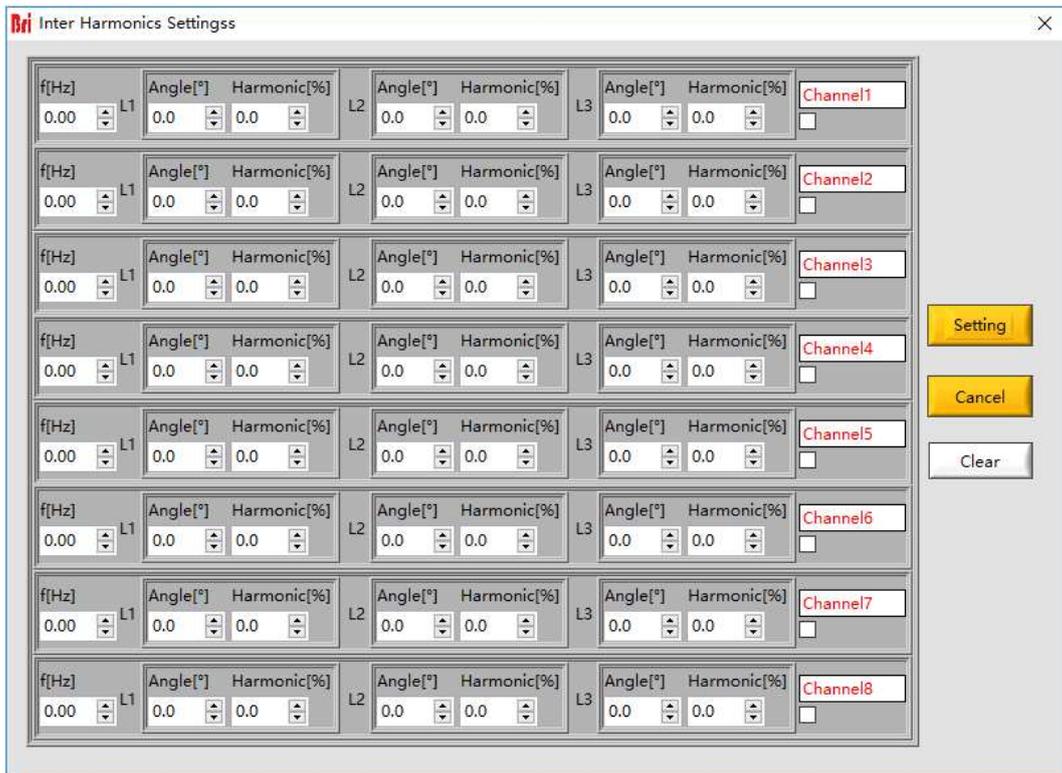


图 5-18 间谐波编辑-2

5.8 能量回收式交流电子负载模拟

带有-LD 选项的 ESA 系列电源可用作能量回收式交流负载，此功能由恒阻模式、整流模式、CC/CP 相位超前/滞后模式组成。

5.8.1 恒阻模式

恒阻模式用于模拟三相电阻性负载，用户可以通过界面设置 CR 模式及三相电阻参数，并可实现电阻序列的模拟。

测试步骤：点击“Sequence”进入序列模式测试界面，在界面右侧选择 CR 模式后设置三相电阻参数（图 5-19），依次点击“Apply”→“Power On”→“Output On”，设备开始运行并模拟三相电阻负载。

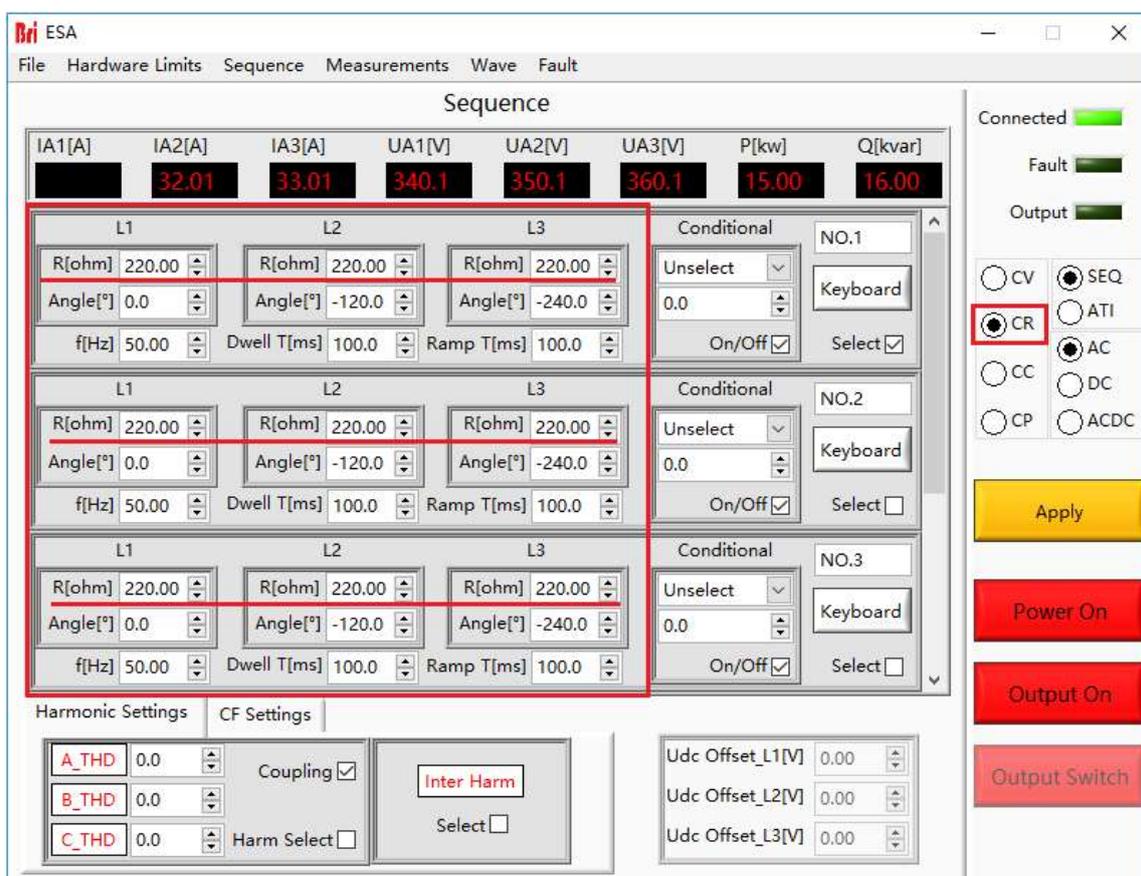


图 5-19 恒阻模式

5.8.2 整流模式

整流模式主要应用于模拟非线性的整流性负载测试，用户可以通过界面设置 CC 或 CP 模式、负载电流/功率值以及 CF 值（设定范围 1.414~3）等参数。

测试步骤：

点击“Sequence”进入序列模式测试界面，在界面右侧选择 CC/CP 模式后设置三相电流/功率参数及 CF 参数值（图 5-20），依次点击“Apply”→“Power On”→“Output On”，设备开始运行并模拟三相整流性负载。



图 5-20 整流模式

5.8.3 CC/CP 相位超前/滞后模式

CC/CP 相位超前/滞后模式模拟正弦电流时，用户可以通过界面设置 CC/CP 模式以调节负载电流或功率，并且可以调节相位角度范围为 $90^{\circ} \sim -90^{\circ}$ ，模拟电感和电容式负载下的电压和电流条件。

测试步骤：

点击“Sequence”进入序列模式测试界面，在界面右侧选择 CC/CP 模式后设置三相电流/功率参数及相位角度（图 5-21），依次点击“Apply”→“Power On”→“Output On”，设备开始运行并模拟相位超前/滞后模式的正弦电流。

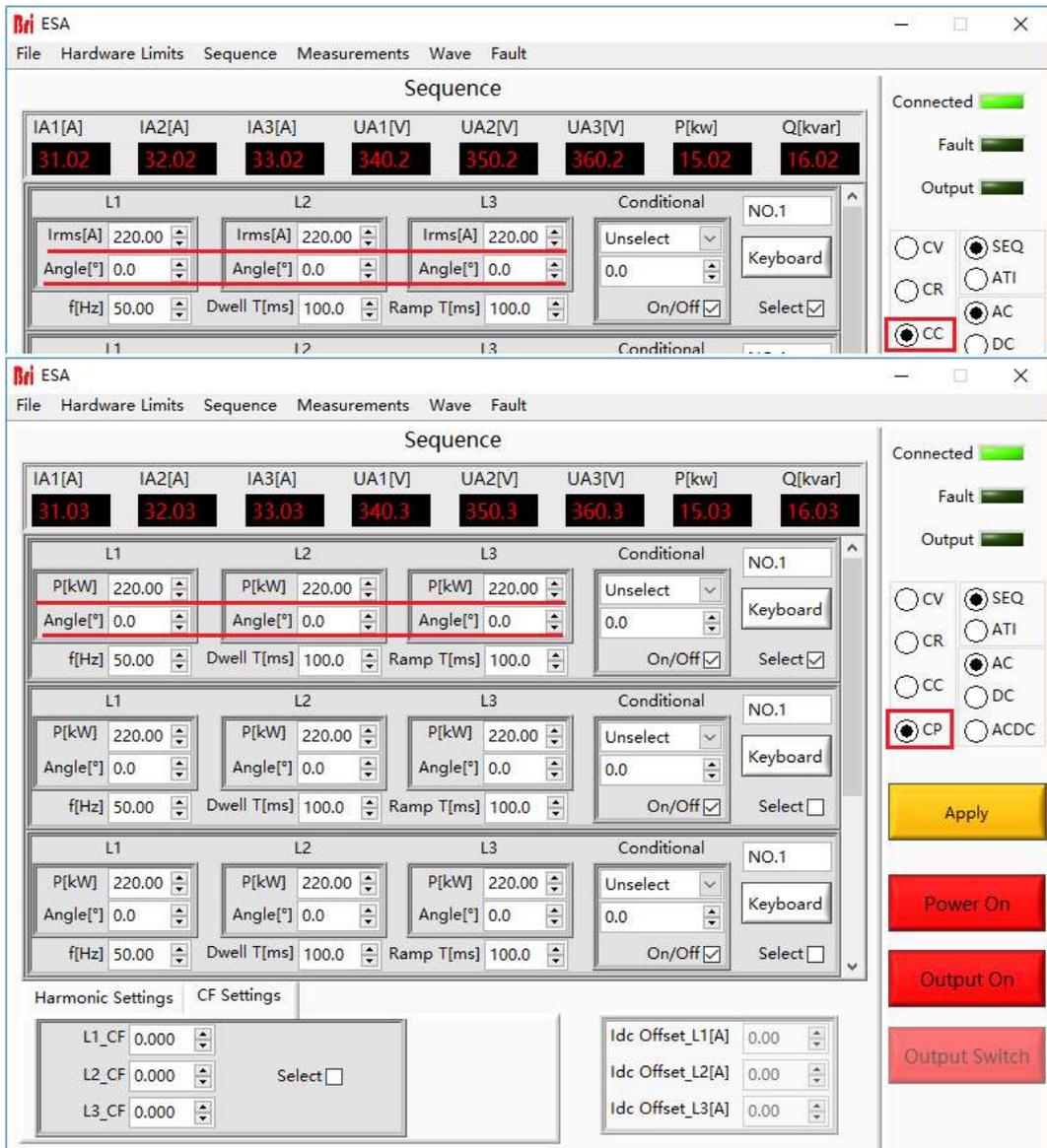


图 5-21 CC/CP 相位超前/滞后模式

5.9 测量

ESA 系列 GUI 软件可以实时监测设备的输入/输出状态。点击“Measurements”进入测量参数显示界面。用户可在此界面监测到实时的输入电流/电压/功率（如图 5-22）、输出电流/电压/功率及输出频率等参数（如图 5-23）。

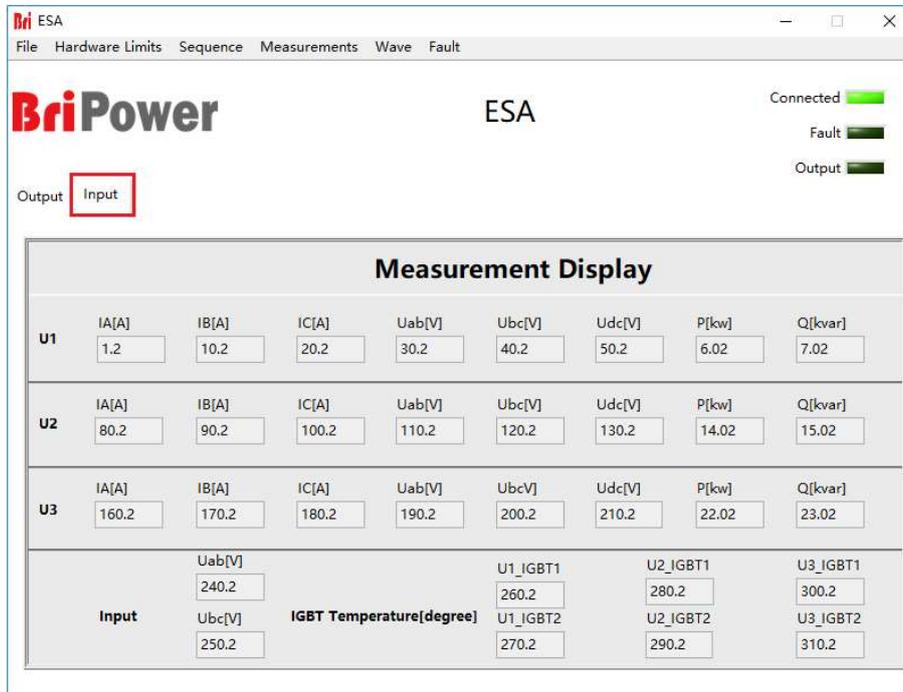


图 5-22 测量界面-输入

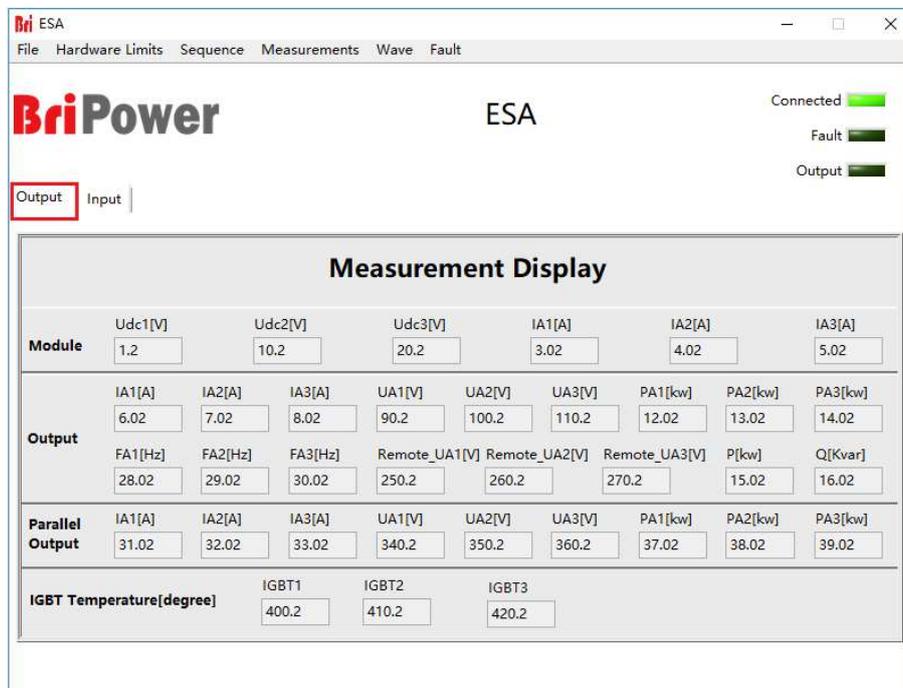


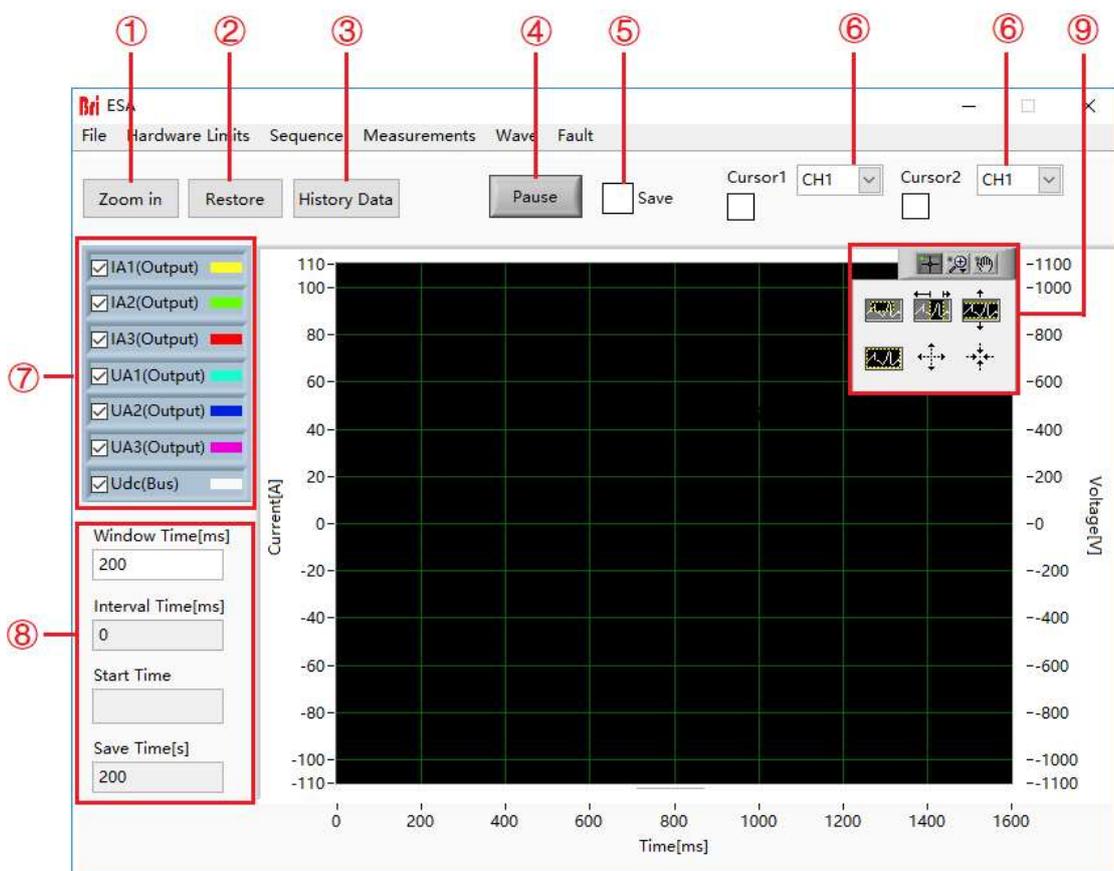
图 5-23 测量界面-输出

5.10 波形浏览

5.10.1 实时波形浏览

ESA 系列 GUI 软件可以录制设备的输出电压波形和电流波形，并存储于触控屏/工作站中，便于用户后续调取进行浏览和分析。

操作步骤：点击“Wave”进入波形界面（如图 5-24）。在波形浏览窗口，用户可以单独或同时选中输出电压或输出电流的数据（图 5-24⑦）并对其波形进行浏览。此外，用户也可以设定波形数据点的窗口显示时间，并观察到采样时间间隔、开始时间、已保存时间等参数（图 5-24⑧）。



➤ 图 5-24 波形界面

表 5-8

No.	名称	备注
①	Zoom In	波形放大控件，单击此控件对波形进行放大浏览
②	Restore	恢复控件，单击此控件将放大后的波形恢复默认比例浏览
③	Historical Data	调取历史波形数据，单击后弹出如图 5-22 所示历史波形浏览窗口
④	Pause	暂停控件，单击此控件后，波形将停止更新并停留在单击时捕获的波形
⑤	Save	保存勾选项，当勾选此选项后，波形浏览窗口的数据将被保存

⑥	Cursor1	光标 1，波形上某点的幅值和时刻，常配合光标 2 测量时间间隔
	Cursor2	光标 2，波形上某点的幅值和时刻，常配合光标 1 测量时间间隔
⑦	波形选择	可以单独/同时选中输出电压/电流的数据并对其波形进行浏览
⑧	参数设置	可以设定波形数据点的窗口显示时间、采样时间间隔等参数。
⑨	调整按钮	通过点击不同按钮，可对波形进行水平/垂直放大、整体放大/缩小、局部放大、恢复原状、拖动等操作

5.10.2 历史波形浏览

ESA 系列 GUI 软件可以录制设备的输出电压波形和电流波形，并存储于触控屏/工作站中，便于用户后续调取进行浏览和分析。

操作步骤：点击“Historical Data”进入历史波形浏览界面（如图 5-25）。历史波形按照录制时间顺序排列于左侧的窗口中，选中某项波形后单击“Read Wave”对历史波形进行浏览（操作步骤与 5.9.1 类似）。

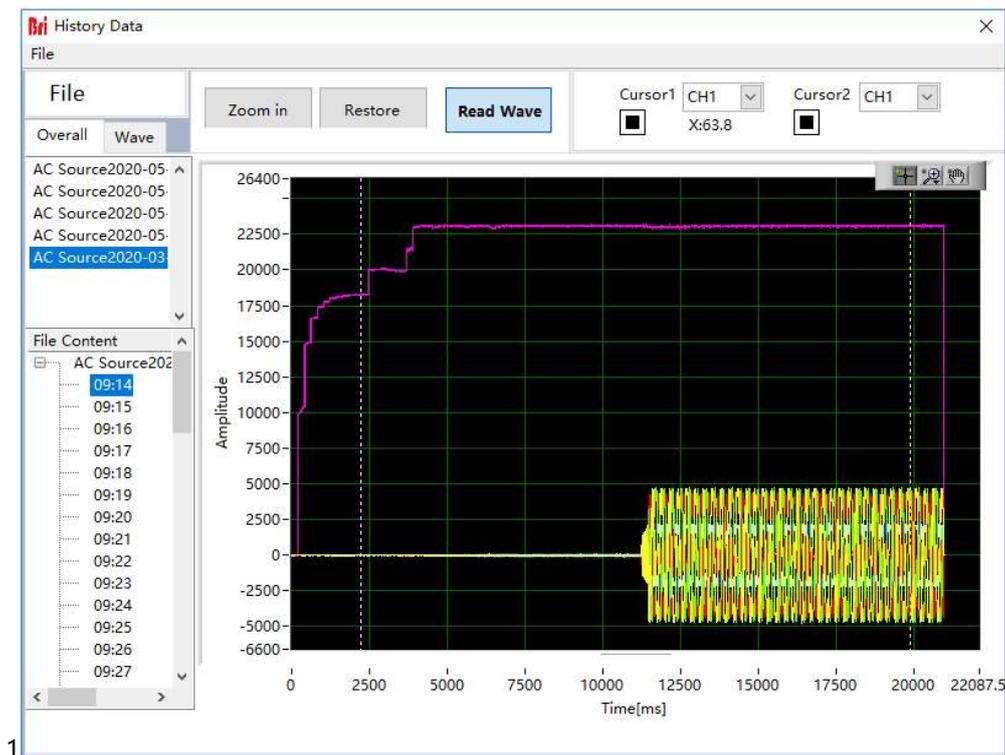


图 5-25 历史波形界面

5.11 系统状态界面

ESA 系列 GUI 软件可以对设备在测试过程中系统各部分的状态进行浏览。

操作步骤：点击“System Status”进入系统状态显示界面，用户可以对设备故障及状态（图 5-26）、软件故障及状态

(图 5-27) 进行浏览。故障指示灯为墨绿时表示及状态无此故障，故障指示灯为红色时表示发生此故障。排除故障后，用户可点击“Reset”对设备进行复位。

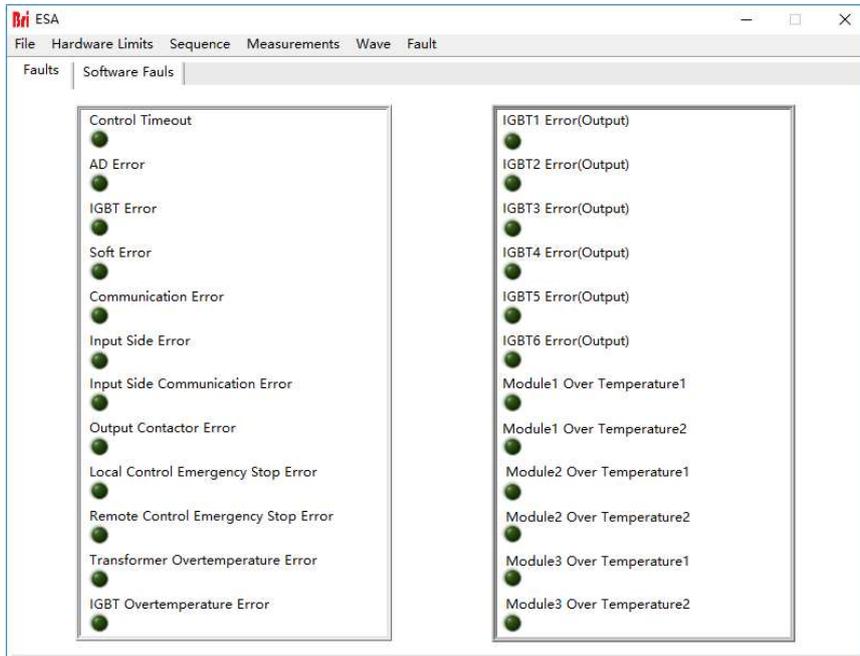


图 5-26 设备故障及状态

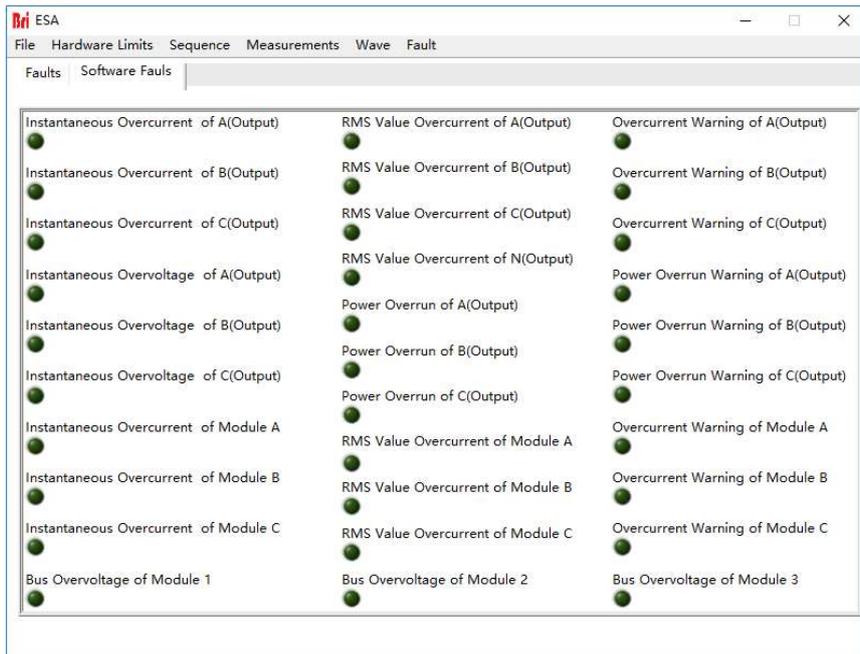


图 5-27 软件故障及状态

5.12 管理员账户

软件为进入管理员账户后，可对设备内部参数进行设置，不建议用户进入该账户，避免意外设置导致设备故障或精度损失。

默认登录账户为访客账户，设备所有功能开放且可正常使用。

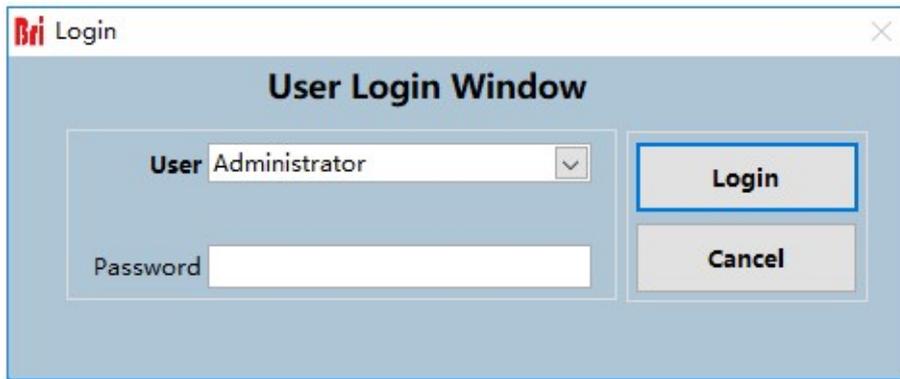


图 5-28 系统状态界面

5.13 线路阻抗 (RL) 模拟(-IMP 选项)

带有-IMP 选项的 ESA 系列可以模拟输出线阻抗 (RL)。用户可在软件设置对应的电阻和电抗参数。

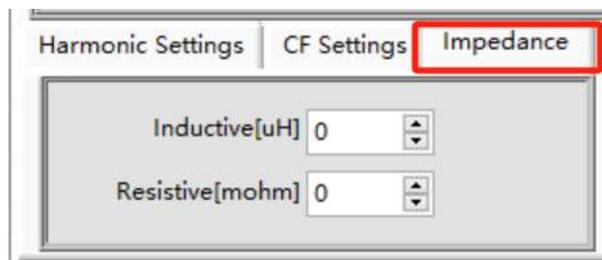


图 5-29

5.14 用于防孤岛测试的电源+电子 RLC 负载 (-62116 选项)

带有-62116 选项的 ESA 系列电源用于防孤岛测试时，集成了电网模拟电源和交流电子 RLC 负载的功能。在孤岛测试中，ESA-62116 模拟 RLC 负载，并满足 IEC62116-2008 的测试要求，用户不需要计算和设定 R、L、C 的具体数值，只要根据测试标准 IEC 62116-2008，直接设置 QL、PAC、QAC 等测试参数，电源系统将会显示等效的 R、L、C 设定值。

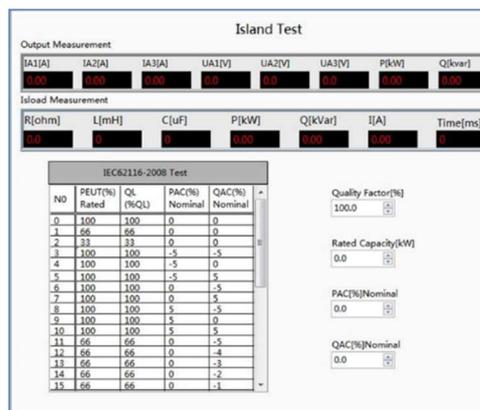


图 5-30



重要信息

ESA-62116 只能模拟正弦波、50/60Hz 输入的 RLC 负载

■ 章节六 设备验证与校准

6.1 性能验证

6.1.1 验证设备及设置

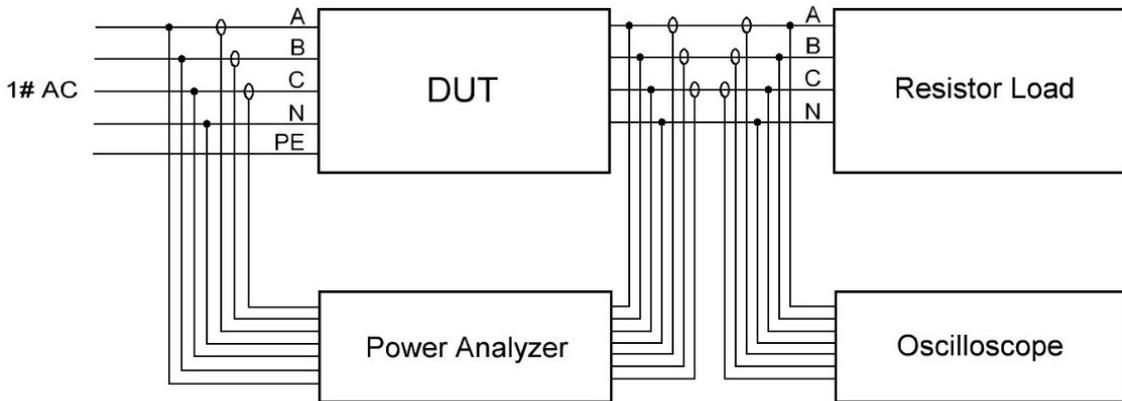


图 6-1 使用阻性负载三相输出测试

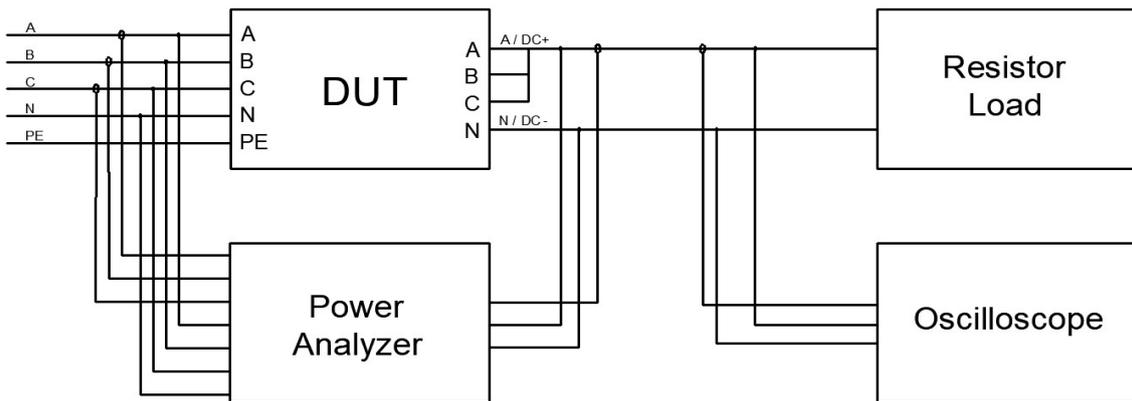


图 6-2 使用阻性负载单相输出测试

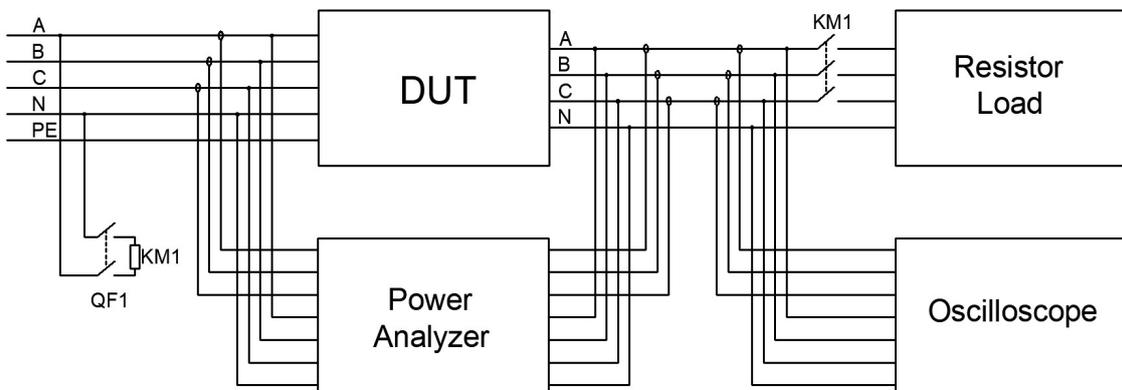


图 6-3 负荷阶跃变化测试

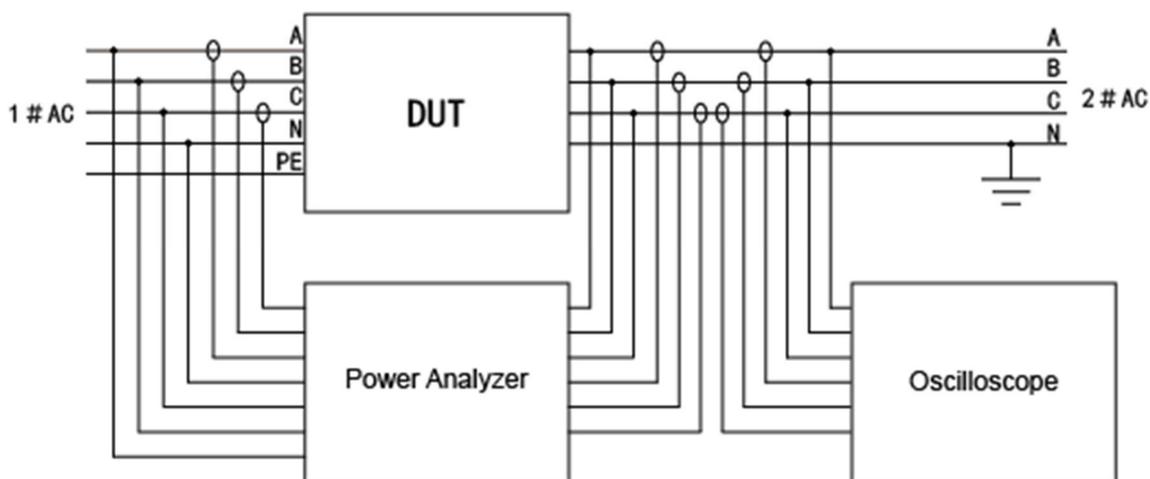


图 6-4 回收式电子负载测试

表 6-1

No.	设备	型号
1	功率分析仪	ZIMMER LMG670
2	示波器	Tektronix DPO2002B/ DS4000E
3	电压探头	RIGOL RP1050D
4	电流探头	CAT III 600V/1000A
5	噪音检测仪	SOUND LEVEL METER
6	温度扫描仪	FLUKE MT4 MAX
7	断路器	Schneider C4A
8	交流接触器	CHNT NC2-150

注意



为实现最佳性能，所有验证和校准过程应遵循以下建议：

环境温度保持恒定，并且介于 $25 \pm 5^\circ\text{C}$ 之间。

环境相对湿度低于90%。

尽可能缩短电缆长度，使用扭绞或屏蔽电缆以减小噪声。

电击危险



电击危险，ESA系列设备产生的电压可能为致命电压！

请确保所有设备、负载接线均可靠连接。

连接/断开连接设备的任何设备或者更换接线时，请始终关闭设备，严禁带电操作。

6.1.2 验证内容

• 电压范围

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。在额定电压范围内调整输出电压值，读取并记录功率分析仪上的测量值。

• 电流范围

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。在额定电压范围内调整输出电压值，使输出电流达到设备的额定电流值，读取并记录功率分析仪上的测量值。

• 频率范围

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内。设定电压值后，改变电源的频率设定，读取并记录功率分析仪上的测量值。

• 电压精度

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出电压范围内，读取并记录功率分析仪和电源上的输出电压测量值，取其中误差最大的进行计算。电压精度由下式求得：

$$\delta_U = \frac{|U_0 - U_1|}{U_N} \times 100\%$$

式中：

δ_U ——电压精度；

U_1 ——功分测量输出电压值，V；

U_0 ——电源测量输出电压值，V；

U_N ——额定电压，V；

• 电流精度

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出电流范围内，读取并记录功率分析仪和电源上的输出电流测量值，取其中误差最大的进行计算。电流精度由下式求得：

$$\delta_I = \frac{|I_0 - I_1|}{I_N} \times 100\%$$

式中：

δ_I ——电流精度；

I_1 ——功分测量输出电流值，A；

I_0 ——电源测量输出电流值，A；

I_N ——额定电流，A；

• 频率精度

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内。设定电压值后，改变电源的频率设定值，读取并记录功率分析仪和电源的输出频率测量值，取其中误差最大的进行计算，频率精度由下式求得：

$$\delta_f = \frac{|f_0 - f_1|}{f_N} \times 100\%$$

式中：

δ_f ——频率精度；

f_1 ——功分测量输出频率值，Hz；

f_0 ——电源测量输出频率值，Hz；

f_N ——额定频率，Hz；

• 功率精度

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出功率范围内，读取并记录功率分析仪和电源上的输出功率测量值，取其中误差最大的进行计算。功率精度由下式求得：

$$\delta_P = \frac{|P_0 - P_1|}{P_N} \times 100\%$$

式中：

δ_P ——功率精度；

P_1 ——功分测量输出功率值，kW；

P_0 ——电源测量输出功率值，kW；

P_N ——额定值，kW；

• 输出特性

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出电压范围内，读取并记录功率分析仪上的输出测量值、效率及 PF 值。

• 负载调整率

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出电压范围内，读取并记录空载和带载时功率分析仪上的输出电压测量值，负载调整率由下式求得：

$$L = \frac{|U_0 - U_1|}{U_1} \times 100\%$$

式中：

L ——负载调整率；

U_1 ——带载电压值，V；

U_0 ——空载电压值，V；

U_N ——额定电压，V

• 电压 THD

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出电压范围内，读取并记录空载和带载时功率分析仪上的输出电压测量值，并设定频率值分别为：50Hz/100Hz。读取并记录功率分析上的各相电压 THD。

• 纹波测试

纹波电压是电源输出端的所有交流电压分量的叠加。电源直流输出时（-DC 选项），输出侧与纯阻性负载连接，使输出电压和输出电流达到产品规定的最大值，读取并记录交流电压指示值，取测试中的最大值。

其纹波系数由下式求得：

$$Y = \frac{U_{rms}}{U_N} \times 100\%$$

式中：

Y ——纹波系数；

U_{rms} ——电压纹波有效值，V；

U_N ——额定电压，V

• 谐波测试

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定电源工作在 CV 或 CC 模式下，使电源工作在额定输出电压范围内，并启用谐波编辑功能，设定各次谐波叠加值，读取并记录功率分析上的谐波分量测量值，记录示波器波形。

• 间谐波测试

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出电压范围内，并启用间谐波编辑功能，设定频率和谐波叠加值，读取并记录功率分析上的间谐波分量测量值和 THD，记录示波器波形。

• 电子负载测试

将交流源输入和输出侧接入电网，使输入/输出电压在电源的工作电压范围内。交流负载功能由 CC&CP 整流模式、CC&CP 超前/滞后模式、CR 模式组成。在界面设置 CC/CP 模式、CF 以及相角等参数值（相位角度设定范围为 90 度 ~ -90 度；CF 参数设置范围为 1.414~3），读取并记录示波器波形。

• 电压跌落变化

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。在序列模式中，设定每个工步的输出电压值、持续时间和变化速率，读取并记录示波器波形。

• 三相不平衡输出

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压值使电源工作在额定输出电压范围内并设置相角值，读取并记录示波器和功率分析仪上的波形数据。

• 阶跃载荷变化

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧经过交流接触器与纯阻性负载连接。当交流电源输出至 200V 时，控制交流接触器吸合或断开，记录示波器波形。其输出功率计算由下式求得

$$P = \frac{(U_N)^2}{R} \times 3 = \frac{40000}{5.2} \times 3 = 23.08KW$$

式中：

P ——200V 时总输出功率，kW；

U_N ——设定电压值，V；

R ——电阻值， Ω ；

• 电压偏移测试

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内，输出侧与纯阻性负载连接。设定输出电压/电流偏移量使电源工作在额定输出电压范围内，读取并记录功率分析仪和电源上的偏移量测量值。

• TTL 信号触发

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内。设定输出电压、相位角度及频率使电源工作在额定输出电压范围内，读取并记录示波器波形。

• 波形注入

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内。在额定电压范围内，利用界面输入或信号发生器对交流源进行输出参数设置。读取并记录示波器波形。

• 输入冲击电流

将交流源输入侧接入电网，使输入电压在电源的工作电压范围内。输入启动，读取并记录输入启动瞬间示波器波形。

• 保护功能

1. 将输出电压调到电源所规定的额定电压以上，电源应能限制电压输出。
2. 将输入电压调到电源所规定的额定电压以上，主机应立即切断输出，并报警
3. 调整负载或输出电压，使输出电流大于额定值的 1.2 倍，电源应能立即启动保护，切断输出。
4. 调整软件程序温度设定值，当前测量温度大于软件设定温度 10%时，主机立即切断输出，并报警。

• 日志功能

进入设置界面可以查看日志记录。

• 时钟功能

进入设置界面可以查看并设置当前时间，年、月、日、时、分。

• 液晶屏测试

在设置及运行状态下，液晶屏显示无闪烁、花屏现象。

- 噪声测试
- 温度测试

6.2 测试记录表格

测试记录表格请详见 ESA 测试报告书

■ 章节七 设备维护与维修

7.1 设备维护

请注意以下设备维护环境，不遵守设备规定而导致的故障，璞骏科技将不承担任何责任。

7.1.1 设备使用环境

- 设备用于户内，要求运行温度不高于 40°C，不低于 0°C。
- 设备储存要求温度要求不高于 85°C，不低于-25°C。
- 设备应安装在空气最大相对湿度为 20~90%RH（无凝露）的室内环境中。
- 设备应与酸、碱等损害绝缘的有害气体隔绝，避免腐蚀电气元件。
- 设备应与墙或其他设备保持间隔大于 600mm，以便通风。
- 设备安装过程中要求无剧烈振荡和冲击。
- 设备应尽量远离可燃和易爆物质。
- 设备周围应无强电磁场干扰。

7.1.2 设备维护

- 现场卫生每周清扫一次，尘土多时可随时清扫，要求设备见本色，无积尘，地面清洁。
- 清洁：为避免灰尘或湿气影响设备性能，请保持设备表面清洁干燥。请使用柔软无绒的清洁布清洁设备外部，严禁使用清洁剂。

7.2 设备维修

7.2.1 设备自检

- 设备进/出线与设备接线端子排是否稳固连接
- 设备进/出线是否无破损、无裸露，绝缘良好
- 接地线是否良好，无松动，且未与其他金属搭接
- 设备运行时，声音是否正常，接线是否过度发热

注意



严禁用户自行拆装设备各装置，有问题应尽快与代理商或璞骏科技联系。由自行拆装导致的设备故障，璞骏科技不承担任何责任。

7.2.2 维修服务

若购买的设备在质保期内发生故障，璞骏科技将根据客户提供的具体信息对设备进行维修。联系方式见 P05。

7.2.3 设备返厂

若确认故障来自设备本身而非连接问题，请将仪器返回璞骏科技进行维修：

- 请在设备包装内附纸条，注明设备故障问题具体说明、设备型号及设备所有者
- 请将设备置于原装货箱中，适当填充缓冲材料，并保证包装箱牢固。

■ 章节八 编程

8.1 命令格式

本节介绍了电源设备的程控命令所携带参数的类型、参数及范围值的数值类型及命令格式。在用户开始进行具体的开发控制工作前，应确保熟悉该章节以下内容。

8.1.1 命令参数类型

参数类型	有效的参数
<boolean>	1 或 0
<NRf1...n>	浮点数, 0/正/负浮点数
<NRf>	浮点数, 0/正/负浮点数
<string>	字符串

8.1.2 命令参数/返回值的单位

物理量	单位
电压	V, 伏
电流	A, 安
有功功率	KW, 千瓦
无功功率	KVA, 千伏安
时间	mS, 毫秒

8.1.3 命令格式

ESA 系列设备的命令集分为以下两类，遵从如下命令格式：

<*> 命令字符<?>，如*IDN?或 Remote?

命令字符_<数值> 如 POWER 1 或 SET: VOLT 100.0

8.2 命令集

8.2.1 常用命令

Commands	Return Value	Description
*IDN	Return: ESA-***-*** Firmware Version 1.0	Return the information of equipment
*RST	None	Fault Rest
Remote?	Remote,1/0	Inquire the status of Remote/Local. It will return 1 if working in Remote mode, else return 0.
FAULT?	FAULT,1/0	Check if there is a fault. It will return 1 if fault occurred, else return 0.
POWER ON/OFF	None	Turn ON/OFF the switch of grid side.
OUTPUT ON/OFF	None	Enable/Disable the output of power supply
POWER:STAT?	POWER:STAT,1/0	Return status of switch of grid side 1:ON 0:OFF
OUTPUT:STAT?	OUTPUT:STAT,1/0	Return status of output of power supply 1:ON 0:OFF
OVP <NRf>	None	Set the value of Over Voltage Protection
OCP <NRf>	None	Set the value of Over Current Protection
OPP <NRf>	None	Set the value of Over Power Protection
OPC <NRf>	None	Set Output Peak Current Limit
OVP?	OVP <,NRf>	Inquire the value of Over Voltage Protection
OCP?	OCP <,NRf>	Inquire the value of Over Current Protection
OPP?	OPP <,NRf>	Inquire the value of Over Power Protection
OPC?	OLP <,NRf>	Inquire the value of Output Peak Current Limit
DOVC <NRf>	None	Set the value of DC Offset Voltage climbing
DOVC?	DOVC <,NRf>	Inquire the value of DC Offset Voltage climbing

DOCC <NRf>	None	Set the value of DC Offset Current climbing
DOCC?	DOVC <,NRf>	Inquire the value of DC Offset Current climbing
LIMIT <NRf1>	None	Set the values of following parameters for one time: Output Peak Current Limit
LIMIT?	LIMIT<,NRf1>	Inquire the value of : Output Peak Current Limit
MODE CV/CR/CC/CP	None	Set the mode of output to CV/CR/CC/CP
MODE?	MODE 3/2/1/0	Return mode of output 3:CP 2:CC 1:CR 0:CV
MODES SEQ/ATI	None	Set Input mode of reference value SEQ:Software input ATI:Analog input
MODES?	MODES 1/0	Return Input mode of reference value 1:ATI 0:SEQ
MODEA AC/DC/ACDC	None	Set the AC or DC mode of output. AC or DC
MODEA?	MODEA 2/1/0	Return the AC or DC mode of output 2:ACDC 1:DC 0:AC
SET:FREQ <NRf>	None	Set the value of voltage of Freq
SET:PHASEA <NRf>	None	Set the value of phase of A
SET:AMPA <NRf>	None	Set the value of amplitude of A
SET:PHASEB <NRf>	None	Set the value of phase of B
SET:AMPB <NRf>	None	Set the value of amplitude of B
SET:PHASEC <NRf>	None	Set the value of phase of C
SET:AMPC <NRf>	None	Set the value of amplitude of C
SET:FREQ?	SET: FREQ<,NRf>	Inquire the value of frequency
SET:PHASEA?	SET: PHASEA<,NRf>	Inquire the value of phase of A
SET: AMPA?	SET: AMPA<,NRf>	Inquire the value of amplitude of A
SET:PHASEB?	SET: PHASEB<,NRf>	Inquire the value of phase of B

SET:AMPB?	SET: AMPB<,NRf>	Inquire the value of amplitude of B
SET:PHASEC?	SET: PHASEC<,NRf>	Inquire the value of phase of C
SET:AMPC?	SET: AMPC<,NRf>	Inquire the value of amplitude of C
SET <NRf1><,NRf2><,NRf3><,NRf4><,NRf5><,NRf6><,NRf7>	None	Set the values of following parameters for one time: Frequency; phase of A; amplitude of A; phase of B; amplitude of B; phase of C; amplitude of C;
SET?	SET <,NRf1><,NRf2><,NRf3><,NRf4><,NRf5><,NRf6><,NRf7>	Inquire the values of following parameters for one time: Frequency; phase of A; amplitude of A; phase of B; amplitude of B; phase of C; amplitude of C;
SET APPLY	None	Validate the parameters that have been set.
OFFSET:A <NRf>	None	Set the dc offset of A
OFFSET:B <NRf>	None	Set the dc offset of B
OFFSET:C <NRf>	None	Set the dc offset of C
OFFSET <NRf1><,NRf2><,NRf3>	None	Set the dc offset of A~C
OFFSET:A?	OFFSET:A<NRf>	Inquire the dc offset of A
OFFSET:B?	OFFSET:B<NRf>	Inquire the dc offset of B
OFFSET:C?	OFFSET:C <NRf>	Inquire the dc offset of C
OFFSET?	OFFSET <NRf1><,NRf2><,NRf3>	Inquire the dc offset of A~C
OFFSET APPLY	None	Validate the offset parameters that have been set.
VOLT:A?	VOLT:A<NRf>	Measure the voltage of output A
VOLT:B?	VOLT:B<NRf>	Measure the voltage of output B
VOLT:C?	VOLT:C<NRf>	Measure the voltage of output C
VOLT?	VOLT<NRf1><,NRf2><,NRf3><,NRf4><,NRf5><,NRf6>	Measure the voltage of output A~C
CUR:A?	CUR:A<,NRf>	Measure the current of output A
CUR:B?	CUR:B<,NRf>	Measure the current of output B

CUR:C?	CUR:C<,NRf>	Measure the current of output C
CUR?	CUR<,NRf1><,NRf2><,NRf3>	Measure the current of output A~C
POW:A?	POW:A<,NRf>	Measure the power of output A
POW:B?	POW:B<,NRf>	Measure the power of output B
POW:C?	POW:C<,NRf>	Measure the power of output C
POW?	POW <,NRf1><,NRf2><,NRf3>	Measure the power of output A~C
VOLTDC:A?	VOLTDC:A<NRf>	Measure the dc voltage of output A
VOLTDC:B?	VOLTDC:B<NRf>	Measure the dc voltage of output B
VOLTDC:C?	VOLTDC:C<NRf>	Measure the dc voltage of output C
VOLTDC?	VOLTDC<NRf1><,NRf2><,NRf3>	Measure the dc voltage of output A~C
CURDC:A?	CURDC:A<NRf>	Measure the dc current of output A
CURDC:B?	CURDC:B<NRf>	Measure the dc current of output B
CURDC:C?	CURDC:C<NRf>	Measure the dc current of output C
CURDC?	CRUDC <NRf1><,NRf2><,NRf3>	Measure the dc current of output A~C
FREQ:A?	FREQ:A<NRf>	Inquire the frequency of output A
FREQ:B?	FREQ:B<NRf>	Inquire the frequency of output B
FREQ:C?	FREQ:C<NRf>	Inquire the frequency of output C
FREQ?	FREQ<NRf1><,NRf2><,NRf3>	Inquire the frequency of output A~C
MEAS?	MEAS <,NRf1><,NRf2><,NRf3><,NRf4><,NRf5><,NRf6>.....	Inquire all measured parameters of power supply.
FCODE?	FCODE <,NRf1><,NRf2><,NRf3><,NRf4><,NRf5><,NRf6>	Inquire fault code if happened.

***Unit of voltage: V; Unit of voltage: A; Unit of power: kW; Unit of time: mS**

8.2.2 SCPI 与界面对照

1. 硬件限值 (Hardware limits)

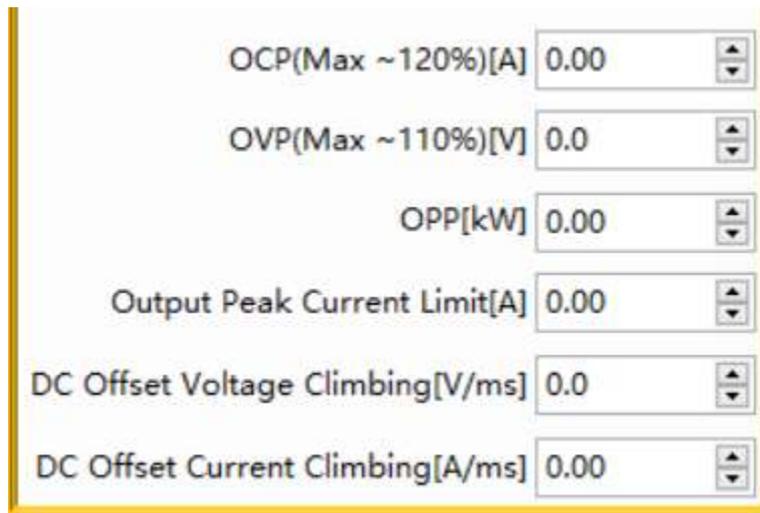


图 8-1

Commands	Return Value	Description
OVP<NRf>	None	Set the value of Over Voltage Protection
OCP <NRf>	None	Set the value of Over Current Protection
OPP <NRf>	None	Set the value of Over Power Protection
OPC <NRf>	None	Set Output Peak Current Limit
DOVC <NRf>	None	Set the value of DC Offset Voltage climbing
DOCC <NRf>	None	Set the value of DC Offset Current climbing
DOVC?	DOVC <,NRf>	Inquire the value of DC Offset Voltage climbing
DOCC?	DOVC <, NRf >	Inquire the value of DC Offset Current climbing
OVP?	OVP <,NRf>	Inquire the value of Over Voltage Protection
OCP?	OCP <,NRf>	Inquire the value of Over Current Protection
OPP?	OPP <,NRf>	Inquire the value of Over Power Protection
OLP?	OLP <,NRf>	Inquire the value of Over Voltage Protection

2. 序列模式 (Sequence)

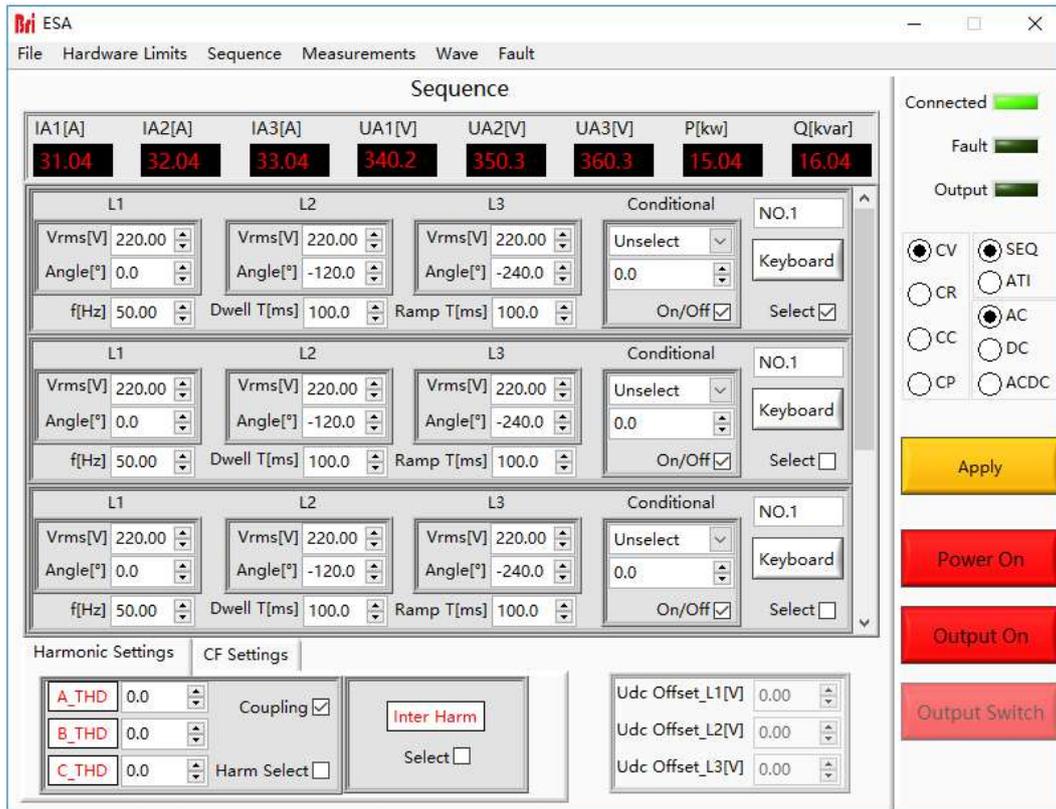


图 8-2

Commands	Return Value	Description
POWER ON/OFF	None	Turn ON/OFF the switch of grid side.
OUTPUT ON/OFF	None	Enable/Disable the output of power supply
POWER:STAT?	POWER:STAT,1/0	Return status of switch of grid side 1:ON 0:OFF
OUTPUT:STAT?	OUTPUT:STAT,1/0	Return status of output of power supply 1:ON 0:OFF
MODE CV/CC/CP/CR	None	Set the mode of output to CV or CC or CP or CR
MODE?	MODE ,3/2/1/0	Return mode of output 3:CR 2:CP 1:CC 0:CV
SEQ CLEAR	None	Clear the sequence' s parameters in sequence mode and the current step return to 1
SEQ INC	None	Go to next step of sequence in sequence mode
SEQ:FREQ <NRf>	None	Set output frequency inactivated step in sequence mode

SEQ:PHASEA <NRf>	None	Set the phase of output A in activated step in sequence mode
SEQ: AMPA <NRf>	None	Set the amplitude of output A in activated step in sequence mode
SEQ:PHASEB <NRf>	None	Set the phase of output B in activated step in sequence mode
SEQ: AMPB <NRf>	None	Set the amplitude of output B in activated step in sequence mode
SEQ:PHASEC <NRf>	None	Set the phase of output C in activated step in sequence mode
SEQ: AMPC <NRf>	None	Set the amplitude of output C in activated step in sequence mode
SEQ:SWT <NRf>	None	Set switch time
SEQ:DUT <NRf>	None	Set duration
SEQ:CONDSSEL NONE/A/B/C	None	Set the selection of the type for condition :NONE/A/B/C
SEQ:CONDVAL <NRf>	None	Set the condition value for phase
SEQ:OUTPUT ON/OFF	None	Enable or Disable the output
SEQ <NRf1><,<NRf2><,<NRf3><,<NRf4><,<NRf5><,<NRf6><,<NRf7><,<NRf8><,<NRf9><,<NRf11><,<NONE/A/B/C><,<ON/OFF>	None	Set the values of following parameters for one time: duration; switch time; output frequency; the phase of output A; the amplitude of output A; the phase of output B; the amplitude of output B; the phase of output C; the amplitude of output C; the condition value; the selectioncondition; the cmd of output
SEQ:LAB <NRf>		Set the sequence step number
SEQ:LAB?	SEQ:LAB<,<NRf>	Inquire the sequence number of current step
SEQ:FREQ?	SEQ:FREQ<,<NRf>	Inquire output frequency have been set inactivated step in sequence mode
SEQ:PHASEA?	SEQ: PHASEA<,<NRf>	Inquire the phase of output A have been set inactivated step in sequence mode
SEQ:AMPA?	SEQ: AMPA<,<NRf>	Inquire the amplitude of output A in activated step in sequence mode
SEQ:PHASEB?	SEQ: PHASEB<,<NRf>	Inquire the phase of output B have been set inactivated step in sequence mode
SEQ:AMPB?	SEQ: AMPB<,<NRf>	Inquire the amplitude of output B in activated step in sequence mode
SEQ:PHASEC?	SEQ: PHASEC<,<NRf>	Inquire the phase of output C have been set inactivated step in sequence mode

SEQ:AMPC?	SEQ: AMPC<,NRf>	Inquire the amplitude of output C in activated step in sequence mode
SEQ:SWT?	SEQ:SWT<,NRf>	Inquire switch time
SEQ:DUT?	SEQ: DUT<,NRf>	Inquire duration
SEQ:CONDSSEL?	SEQ: CONDSSEL ,0/1/2/3	Inquire the selection of the type for condition; 0:NONE 1:A 2:B 3:C
SEQ:CONDVAL?	SEQ:CONDVAL<,NRf>	Inquire the condition value for phase
SEQ:OUTPUT?	SEQ:OUTPUT ,1/0	Inquire the cmd of output; 1:ON 0:OFF
SEQ?	SEQ <NRf1><,NRf2><,NRf3><, NRf4><,NRf5><,NRf6><,N Rf7><,NRf8><,NRf9><,NRf 10><,NRf11><,NONE/A/B/ C><,ON/OFF>	Inquire the values of following parameters for one time: LAB; duration; switch time; output frequency ; the phase of output A; the amplitude of output A; the phase of output B; the amplitude of output B; the phase of output C; the amplitude of output C; the condition value; the selectioncondition; the cmd of output
MSEQ?	MSEQ <NRf1><,NRf2><,NRf3><, NRf4><,NRf5><,NRf6><,N Rf7><,NRf8><,NRf9><,NRf 10><,NRf11><,NONE/A/B/ C><,ON/OFF>	Inquire all the parameters in Sequence one time. In turn, the following is: first: LAB; duration; switch time; output frequency ; the phase of output A; the amplitude of output A; the phase of output B; the amplitude of output B; the phase of output C; the amplitude of output C; the condition value; the selectioncondition; the cmd of output Second :

		LAB; duration; switch time; output frequency ; the phase of output A; the amplitude of output A; the phase of output B; the amplitude of output B; the phase of output C; the amplitude of output C; the condition value; the selectioncondition; the cmd of output
SEQ APPLY	None	Validate the parameters that have been set in sequence mode.
MODECF ON/OFF	None	Set the CF mode of outout.
MODECF?	MODECF,1/0	Return the CF mode of outout.
CF:CFA <NRf>	None	Set the CF for the current of A (1.414~3)
CF:CFB <NRf>	None	Set the CF for the current of B (1.414~3)
CF:CFC <NRf>	None	Set the CF for the current of C (1.414~3)
CF:CFA?	CF:CFA<,NRf>	Inquire the value of CFA
CF:CFB?	CF:CFB<,NRf>	Inquire the value of CFA
CF:CFC?	CF:CFC<,NRf>	Inquire the value of CFA
OFFSET:A <NRf>	None	Set the dc offset of A
OFFSET:B <NRf>	None	Set the dc offset of B
OFFSET:C <NRf>	None	Set the dc offset of C
OFFSET <NRf1> <,NRf2> <,NRf3>	None	Set the dc offset of A~C
OFFSET:A?	OFFSET:A<NRf>	Inquire the dc offset of A
OFFSET:B?	OFFSET:B<NRf>	Inquire the dc offset of B
OFFSET:C?	OFFSET:C <NRf>	Inquire the dc offset of C
OFFSET?	OFFSET <NRf1> <,NRf2> <,NRf3>	Inquire the dc offset of A~C
OFFSET APPLY	None	Validate the offset parameters that have been set.

3. 谐波设置 (Harmonic)

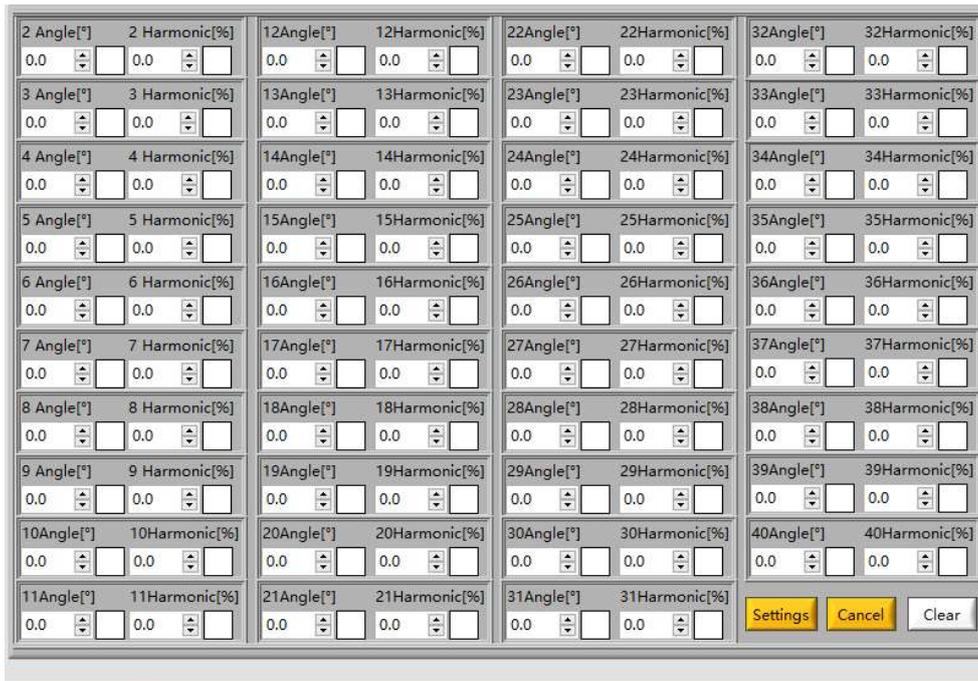


图 8-3

Commands	Return Value	Description
HARM <NRf1> <,NRf2> <,NRf3> <, NRf4> <,NRf5> <,NRf6> <, NRf7>	None	Set second harmonic parameters: Harmonic order; phase of a; ratio of a; phase of b; ratio of b; phase of c; ratio of c;
HARM?	HARM <NRf1> <,NRf2> <, NRf3> <,NRf4> <, NRf5> <,NRf6> <, NRf7>; HARM: <NRf1> <,NRf2> <, NRf3> <, NRf4> <, NRf5> <,NRf6> <, NRf7>;	Inquire 2-40 th harmonic parameters: Harmonic order; phase of a; ratio of a; phase of b; ratio of b; phase of c; ratio of c;
HARM APPLY	None	Validate the parameters that have been set
HARM CLEAR	None	Clear the harmonics parameters

4.间谐波设置 (Inter Harmonic)

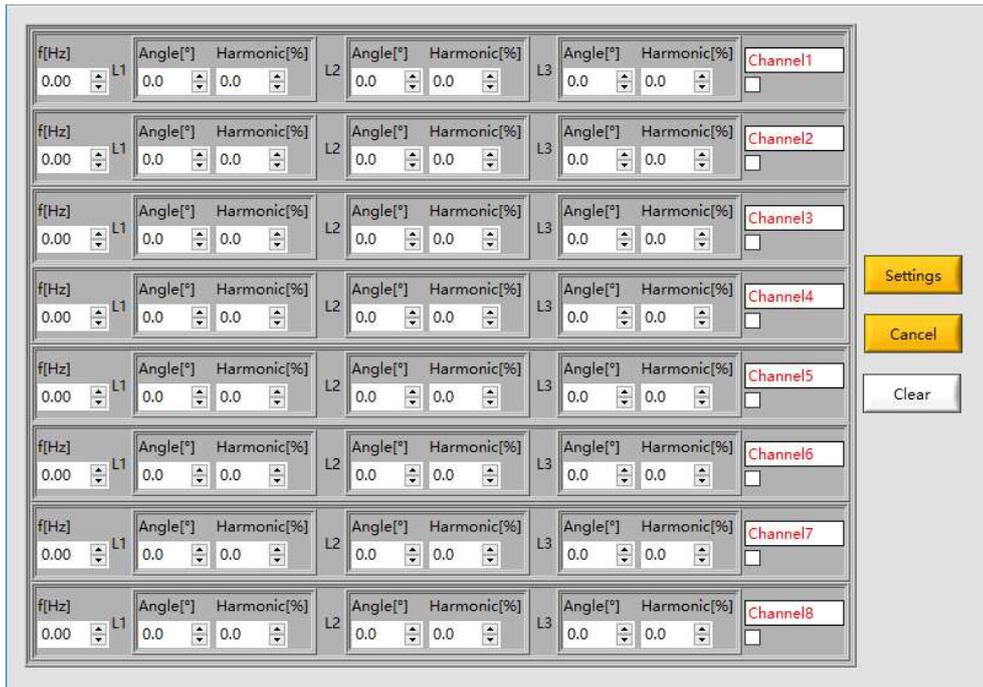


图 8-4

Commands	Return Value	Description
IHARM <NRf1 > <, NRf2 > <, NRf3 > <, NRf4 > < , NRf5 > < , NRf6 > < , NRf7 > , NRf8 >	None	Set inter harmonic parameters of Channel Channel; Frequency; phase of a; ratio of a; phase of b; ratio of b; phase of c; ratio of c;
IHARM?	IHARM <NRf1 > < , NRf2 > < , NRf3 > < , NRf4 > < , NRf5 > < , NRf6 > < , NRf7 > , < NRf8 >	Inquire inter harmonic parameters of Channel Channel; Frequency; phase of a; ratio of a; phase of b; ratio of b; phase of c; ratio of c; ... Channel; Frequency; phase of a; ratio of a; phase of b;

		ratio of b; phase of c; ratio of c;
IHARM APPLY	None	Validate the parameters that have been set
IHARM CLEAR	None	Clear the Inter harmonics parameters

8.3 示例

1) Query information

```
*IDN
    ESA-AC***.*** Firmware Versioin 1.0
Remote?
    1
```

2) Set the protection value

```
OVP 300
OVP?
    OVP300.00
OCP 225
OCP?
    OCP225.00
```

3) Set hardware limits

```
LIMIT:CUR 200
LIMIT:CUR?
    LIMIT:CUR200.00
```

4) Check for faults

```
FAULT?
    FAULT0          //No faults

    FAULT?
    FAULT1          //Got a fault
OUTPUTOFF
POWEROFF
*RST                //reset the unit
```

5) Inquire Measure

```
VOLT:A?;VOLT:B?;VOLT:C?
    VOLT:A220.00;VOLT:B220.00;VOLT:C220.00;
```

6) Power up in normal mode

```
MODE CV
SET:FREQ 50
SET:PHASEA 0
SET:AMPA 220
SET:PHASEB-120
SET:AMPB 220
SET:PHASEC -240
SET:AMPC 220
SET?
    SET50.00,0.00,220.00,-120.00,220.00,-240,220
```

SET APPLY
POWER ON
POWER:STAT?
 POWER:STAT1
OUTPUT ON
OUTPUT:STAT?
 OUTPUT:STAT1
VOLT:A?
 VOLT:A 220.00
CUR:A?
 CUR:A10.00
POW:A?
 POW:A 2.20

7) Power up in sequence mode

SEQ:LAB?
 SEQ:LAB1
SEQ:FREQ 50
SEQ:PHASEA 0
SEQ:AMPA 220
SEQ:PHASEB -120
SEQ:AMPB 220
SEQ:PHASEC -240
SEQ:AMPC 220
SEQ:SWT 100
SEQ:DUT 100
SEQ:CONDSSEL NONE
SEQ:CONDVAL 0
SEQ:OUTPUT ON
SEQ?

SEQ1.00,100.00,100.00,50.00,0.00,220.00,-120.00,220.00,-240.00,220.00,0.00,0.00,1.00

SEQ:INC
SEQ:LAB?
 SEQ:LAB2
SEQ:FREQ 50
SEQ:PHASEA 0
SEQ:AMPA100
SEQ:PHASEB -120
SEQ:AMPB 100

SEQ:PHASEC -240

SEQ:AMPC 100

SEQ:SWT 100

SEQ:DUT 100

SEQ:CONDSSEL NONE

SEQ:CONDVAL 0

SEQ:OUTPUT ON

SEQ? SEQ2.00,100.00,100.00,50.00,0.00,100.00,-120.00,100.00,-240.00,100.00,0.00,0.00,1.00

SEQ:APPLY

POWER ON

POWER:STAT?

POWER:STAT1

OUTPUT ON

OUTPUT:STAT?

OUTPUT:STAT1

VOLT?

VOLT*.*.*.*

CUR?

CUR*.*.*.*

POW?

POW*.*.*.*