

> ZGX系列 高性能交直流源载一体机



ZGX系列是一款采用碳化硅 (SiC) 作为主回路功率器件的紧凑型模块化交/直流源载一体机, 具备多种电力电子模拟功能。该产品可广泛应用于电网模拟、能量回收式交/直流电子负载、双极性直流电源、回收式 RLC 负载以及硬件在环 (HIL) 测试中的功率放大等场景。

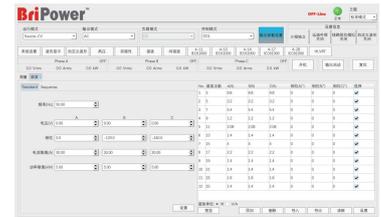
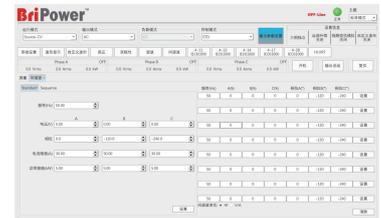
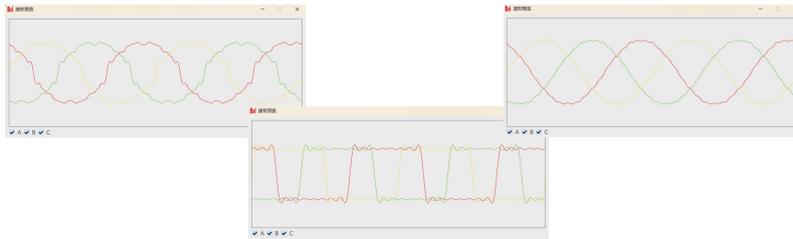
单台 ZGX 的额定输出功率最高可达为 22.5kW, 采用 4U 高度的紧凑机箱设计, 并支持通过主从并联接口进行功率扩展。其输出能力为: 交流模式下可达 450V (L-N)、35A/相, 频率范围 DC~1kHz; 直流模式下可输出 636V 电压和 105A 电流。

> 产品特性

- 支持单相输入和可选的三相208V、230V、380V、400(L-L)输入
- 交流、直流及交流叠加直流输出
- 四象限运行
- 回收式交直流电源与负载一体化
- 回收式RLC/RCD电子负载
- 双极性直流电源
- 单相/三相/分相/反相/多通道输出, 各相独立可控
- 支持高达100次谐波波形生成
- 支持高/低电压穿越及连续故障穿越
- 可设定相角跳变
- 限流输出, 支持短路测试
- 电压或频率变化时TTL触发信号输出
- 紧凑型设计(深度67cm), 适用于桌面安装
- 快速动态响应
- 高电压输出模式
- 真电流源
- 用户自定义波形
- 软启动功能, 抑制冲击电流
- 低漏电流(<10 mA)
- 线路阻抗(RL)模拟
- 支持Modbus/SCPI通信
- 标配 LAN 接口
- 远端电压补偿
- 故障定位
- 远程急停接口

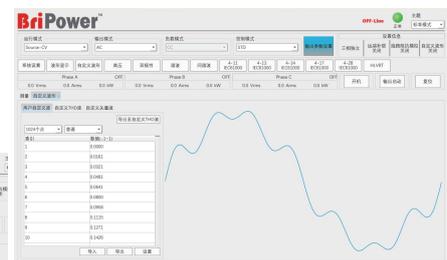
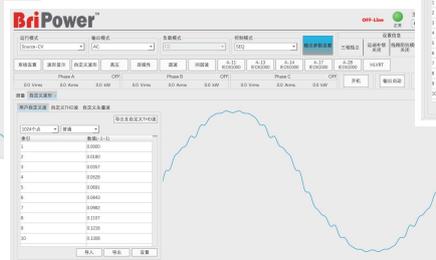
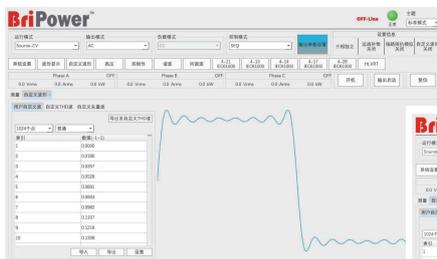
谐波及间谐波波形

ZGX系列采用双 DSP 控制, 具备卓越的波形生成能力, 可精确模拟谐波(Harmonic)、间谐波(Inter-Harmonic)用户可基于 50Hz 或 60Hz 基波, 独立设定高达 100 次谐波的振幅与相位, 灵活生成各类周期性失真测试波形。为提升测试效率, 该系列还内置 30 组预置谐波失真波形, 用户可直接调用, 大幅简化复杂测试环境的配置流程。



自定义波形

ZGX系列提供灵活的用户自定义波形功能, 支持 1024、2048 及 4096 点波形长度的高精度导入与编辑。该功能提供四种波形处理模式: 普通、1/4对称、原点对称取反平移, 并可基于自定义波形。生成谐波与矢量波形用户可随时保存并导出编辑后的波形数据, 便于后续调用与共享。



高压模式

ZGX系列提供高压输出模式, 可将输出电压范围扩展至标准模式的两倍。此模式通过反相输出功能实现, 将两相间相位差设定为180度。在交流输出模式下, 基于 450VL-N 量程可输出 900VL-N 电压; 在直流输出模式下, 基于636V量程可输出 1272V 电压, 满足更高电压测试应用需求。

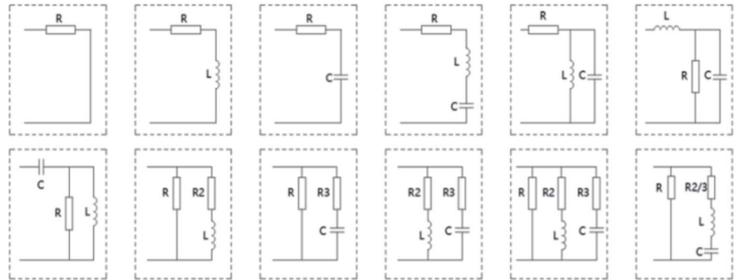
回收式电子负载

ZGX系列电源集成能量回收式交直流电子负载功能。在交流负载模式下, 提供恒阻 (CR)、恒流 (CC)、恒功率 (CP) 及整流四种工作模式。恒阻模式可模拟三相阻性负载, 用户可分别设置各相电阻值, 并支持序列模拟功能。恒流与恒功率模式能够模拟正弦电流负载, 用户可设定电流或功率值, 并可在 -90° 至 90° 范围内调节相位角度, 以准确模拟容性或感性负载中电压与电流的相位超前与滞后关系。整流模式适用于非线性整流负载测试, 支持 CC 或 CP 模式下的参数设置, 用户可配置 WF参数(范围0-2.121), WF与峰值因数CF对应关系为 $CF = WF * 1.414$ 。

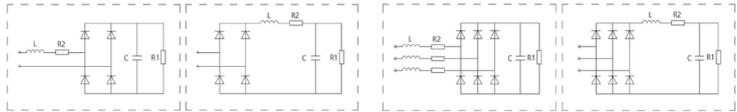
直流负载模式支持恒流(CC)与恒功率(CP)两种工作方式, 具备序列模拟功能, 并可设置输出阻抗与最低工作电压。

➤ RLC/RCD 负载

ZGX系列提供先进的 RLC 负载模拟功能，可精确模拟电阻 (R)、电感 (L) 与电容 (C) 所构成的复合阻抗负载，真实还原复杂负载工况。该系统支持 12 种经典 RLC 拓扑结构，具备三相独立编程能力，每相的 R、L、C 参数均可独立配置，用户可根据测试需求灵活构建多样化负载模型，适用于三相电源、新能源逆变器、电机驱动及电网模拟等测试场景。



ZGX还提供 4 种 RCD 非线性负载模拟功能，专用于 UPS、逆变电源、变频器等设备的性能测试与可靠性评估。能够准确模拟非线性负载的动态特性，全面考核被测设备在实际恶劣工况下的响应性能与稳定性。



➤ 双极性直流电源

ZGX系列支持双极性直流输出功能，提供两端口及三端口两种连接模式，以适应不同的测试与应用需求。

两端口模式下，用户可灵活选择ABC三相中的任意两相作为输出端，并通过软件设定其电压极性。例如，可将A相设为正电压、B相设为负电压，通过简单的配置即可实现极性反转，将A相设为负电压、B相设为正电压，从而实现输出极性的快速切换。

三端口模式下，A相作为正电压输出端，B相作为负电压输出端，同时将A相与B相的中性端子短接作为保护地 (PE)。该模式下正负输出电压可独立设定，既可等值输出也可非等值输出，为用户提供更灵活的电压配置能力。



➤ 快速动态输出特性

ZGX系列具有出色的动态输出性能，其电压转换速率最快不低于 $3V/\mu s$ ，电流转换速率最快不低于 $400A/ms$ ，适用于对动态响应有严苛要求的测试应用。在直流输出模式及空载条件下，ZGX的直流输出电压从 0V 上升至 636V 的上升时间，以及从 636V 下降至 0V 的跌落时间，均不超过 $200\mu s$ 。在电流模式下，输出电流从 0A 上升至 90% 满量程的上升时间，以及从 90% 满量程下降至 0A 的跌落时间，均小于 $120\mu s$ 。该系列产品能够满足高动态测试领域的性能要求。

› 低漏电流

ZGX系列电源具备低漏电流特性。在三相 220V(L-N) 输出条件下，其单机接地漏电流始终低于10mA，符合 IEC 60364-7-722、UL 2231、GB/T 18487.1-2023及 IEC 62752等国内外安全标准。该特性使其适用于电动汽车车载充电机（OBC）测试各类高灵敏度电气设备的测试与验证，有效避免 RCD 保护电路误动作，保障测试过程的安全与稳定。

› 功率硬件在环

ZGX系列支持四象限运行，输出频率范围为DC至1KHz，小信号带宽为10kHz，并具备快速动态响应能力。该系列可选配模拟量程控接口(型号：EXDA)，实现低于 20 μ s 的输出响应时间。其性能指标满足功率硬件在环(PHIL)测试对功率放大器的技术要求，适用于 PHIL 测试应用场景。

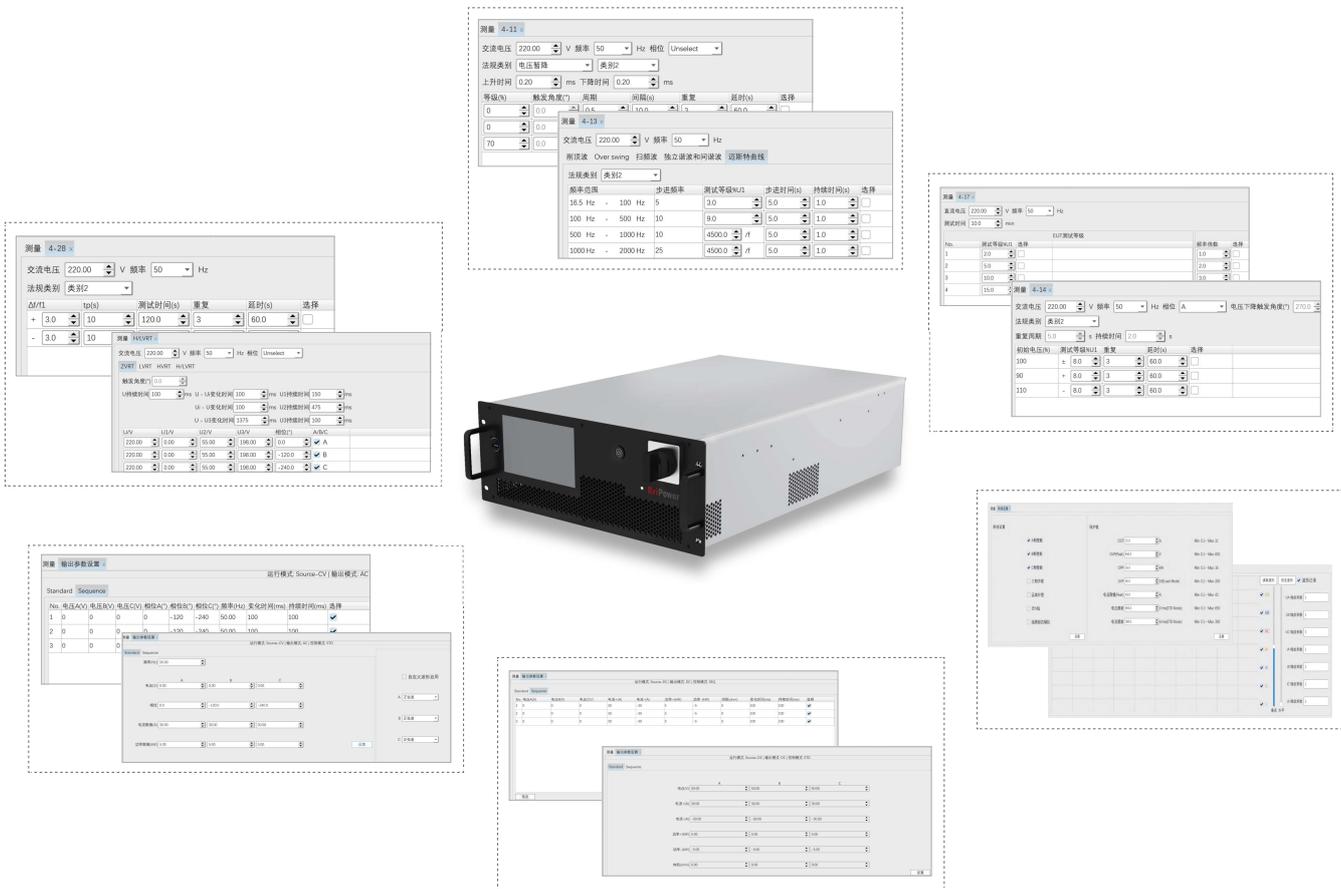
› 功率扩展

ZGX系列支持主从并联功能以实现功率扩展，单台ZGX功率最高为 22.5kW，最多可支持10台同型号设备并联运行。如用户需要更高功率，可在工厂基于单台ZGX进行定制，组成更高功率的系统。定制后的系统同样支持最多 10 台同型号设备之间的主从并联，以扩展输出功率。



简洁易用的GUI软件

ZGX系列标配图形用户界面 (GUI) 软件, 支持远程控制、编程通信及实时监控。该软件提供系统配置、输出模式与参数设置、数据测量及波形显示等功能, 并集成针对符合IEC 61000-4-11、IEC 6100-04-13、IEC 61000-4-17、IEC 61000-4-28标准的测试项目, 同时支持高/低电压穿越 (HVRT/LVRT)测试功能。



输出范围

型号	ZGX 5		ZGX 15		ZGX 20		ZGX 22.5	
输出功率范围	5KW		15KW		20KW		22.5KW	
输出电压范围	交流源载		0~450V L-N @ 0.01~70Hz; 0~300V L-N @ 70~1kHz					
	直流源载		0~636V					
输出电流范围	交流源载	单相模式	0~30A		0~90A		0~105A	
		三相模式	-		0~30A/ph		0~35A/ph	
	直流源载	单通道	-30A~30A		-		-35A~35A	
		三通道并联	-90A~90A		-		-105A~105A	
高压模式-交流 仅提供单相模式	电压范围		-					
	电流范围		-		0~30A		0~35A	
高压模式-直流	电压范围		-		0~1272V		-	
	电流范围		-		-30A~30A		-35A~35A	
双极性直流	电压范围	正电压	-		636V		-	
		负电压	-		-636V		-	
	电流范围		-		-30A~30A		-35A~35A	

注: 交流叠加直流输出时, 输出功率、电压和电流范围与直流模式的范围相同

通用规格

交流输入	
电压	1 ϕ , 220V L-N, 230V L-N; 3 ϕ , 3P+GND, 380V L-L, 400V L-L
频率	47-63Hz
效率	$\geq 90\%$
功率因数 @ 额定功率	> 0.99
THDi	$< 1\%$
输出	
输出模式	AC, DC 或 AC+DC
负载调整率	0.1%FS
电源调整率	0.10%
交流模式	
频率范围	0.01 ~ 1000Hz
相角	B/C 相 相对于 A 相, 0.0~360.0°
THD	$< 0.5\%$ @DC~400Hz; $< 1\%$ @400~1000Hz (测量于 250V L-N, 阻性负载)
谐波编辑	100th@50/60Hz; 25th@400Hz
电压转换速率	$\leq 3V/\mu s$
电流转换速率	$\leq 400A/ms$
小信号带宽	10kHz
功率精度	0.2%FS
电压精度	0.1%FS
电流精度	0.4%FS ($< 30Hz$); 0.2%FS (30~350Hz); 0.3%FS (350.01~500Hz); 0.3%+(0.7%*kHz)FS (500.01~1000Hz)
频率精度	0.01%+0.01Hz
相角精度	$< 1^\circ$ (@50Hz)
功率分辨率	0.001kW
电压分辨率	0.1V
电流分辨率	0.01A
频率分辨率	0.01Hz (~100Hz), 0.05Hz ($> 100Hz$)
相角分辨率	$< 0.1^\circ$
漏电流	$< 10mA$ @230V L-N
直流模式	
工作模式	CV, CC, CP, CR, 双极性直流
电压精度	0.1%FS
电压分辨率	0.1V
电流精度	0.1%FS
电流分辨率	0.01A
电压纹波	0.1%FS

测量	
交流电源测量精度	0.2%FS
交流电压测量精度	0.1%FS
交流电流测量精度	0.1%FS(<30Hz); 0.2%FS(30~350Hz); 0.1%+0.3%FS(350.01~500Hz); 0.3%+(0.7%*kHz)FS(500.01~1000Hz)
直流电压测量精度	0.1%FS
直流电流测量精度	0.1%FS
频率测量精度	0.01%+0.01Hz
RLC/RCD 负载模拟	
R	范围: 0.1~1000Ω. 分辨率: 0.1Ω. 精度: ±0.1%FS
L	范围: 0.01~500mH. 分辨率: 0.01mH. 精度: ±0.1%FS
C	范围: 0.001~50mF. 分辨率: 1uF. 精度: ±0.1%FS
其他	
标准接口	LAN
保护	OVP, OCP, OPP, OTP
IP 防护等级	IP21
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)
尺寸 (宽*深*高, 毫米)	440*670*178
重量 (千克)	ZGX 5: <40kg ZGX 15: 约47kg ZGX 20: 约50kg ZGX 22.5: 约50kg

注: 1. 在单相输入条件下, ZGX 15、ZGX 20和ZGX 22.5型号的额定三相输出总功率分别为5.0 kW、6.6 kW和7.5 kW。
 2. 提供三相208/230V L-L输入选项, 仅适用于ZGX5和ZGX15。