



电气系统半实物数字仿真平台

1. 平台简介

电气系统半实物数字仿真平台是一种将数字仿真技术与真实物理设备深度融合的先进研发测试系统。该平台的核心思想在于虚实结合，即利用高速计算单元实时运行电气系统的数学模型，模拟主电路、电机负载及复杂电网的运行状态，同时通过输入输出接口与实际的控制器、传感器、功率变换器等物理硬件闭环连接。在这种架构下，工程师无需搭建完整的大功率物理样机，就能在接近真实工况的环境中完成对控制算法、保护逻辑及通信协议的反复验证。海洋兴业开发的HYLP3K100平台具备高实时性、高保真度以及极强的可扩展性，能够模拟从低压电力电子到高压输配电的各类故障场景，如短路、断相、参数突变等，有效规避了传统“纯实物”测试中可能存在的设备损坏风险与安全威胁。通过该平台，研发人员可以在实验室环境中提前暴露系统潜在缺陷，大幅缩短产品开发周期，降低原型机迭代成本，是新型电力系统、新能源并网、轨道交通牵引及航空航天电气系统等领域不可或缺的关键研发支撑工具。

2. 平台优势

第一，高速高精度工作参数监测提高测试准确性

高精度、高稳定性测试需要由高性能传感器配合精准的算法才能实现，海洋兴业高性能传感器具有高稳定性，高精度。传感器通过中国计量院计量，精度达到 5ppm，配合特有的非正周期谐波分析技术能够实现高精度电参量采集分析。

第二，多元数据统一分析打通数据孤岛

将数据信号采集、设备状态实时监测、数据分析处理联系在一起。打通各个环节数据孤岛，统一数据格式，使得多元异构数据能够用于大数据分析，数据可视化，数据挖掘。。

第三，高能量密度大功率提高测试性能

海洋兴业是业内较早采用 SiC 技术的功率电源、负载制造商。双机柜并联达到 100kW,保证了大功率输出时的性能。解决了普通测试系统多机并联

性能下降的缺陷。同时解决了系统体积庞大和实验室承重等一些列问题。100kw 测试系统只需 2 个机柜（19 英寸：850×900×2000mm），大大缩减实验室占地面积。

3. 主要设备

1. HYLP3K100 低噪声放大器



HYLP 系列双向可编程交直流电源，采用有源功率因数校正技术、高频 LLC 多谐振软开关逆变技术，功率因数高、动态响应快，输出纹波低，功率密度高。具有定功率宽范围输出的突出性能，以及体积小，重量轻，噪声低，效率高，操作简单等优点。可应用于飞机及机载设备、雷达、导航等军用电子设备的制造、检测、维修等，以及工矿企业、高等院校实验室、研究所等。

型号	HYLP3K100
输出功率	24kW*4
电源	324VLL~530VLL，45Hz~65Hz
额定输出电压 DC	0~764V(4 通道)
额定输出电流 DC	44.4A @540V(4 通道)
额定输出电压 AC	270VLN(4 通道)
电压精度	0.1% ± 500mV
电流精度	0.5% ± 500mA
频率精度	1mHz

开关频率	125kHz
峰值效率	88%
最大压摆率	≥10V/us
吸收功率	100%
过载能力	120% - 60s
通信接口	光纤接口、以太网接口、模拟接口
带宽 (-3dB)	DC - 2.5kHz
小信号带宽 (10%FS)	15kHz
机柜尺寸(HxWxD)	2000mm×650mm×900mm
重量	350kg

2 . OPS4210 可编程直流电源

OPS4210 可编程直流电源可以输出 0~±40V 直流可变电压用于模拟航空器、新能源汽车、电力系统等低压供电电源设备并对各类低压负载设备进行测试，符合标准：ISO16750; ISO7637 等标准。



项目	内容		
		设备型号	OPS4210
输入 输出	额定 输入	标称电压	200Vac, 单相
		电压范围	180Vac ~ 250Vac
		频率范围	47Hz ~ 63Hz
		电流	50Aac 以下
		峰值电流	400Apeak 以下

		功率	9000VA 以下
		功率因素	0.95 (输入电压 200V) (TYP 值)
	额定输出	功率	800W
		电压	±40V
		电流	±20A
恒电压 (C-V)	直流电压	设定范围	双极模式: 0V ~ ±40V 单极模式: 0V ~ +40V
		设定精度	± (0.05 % of setting + 0.05% or rating)
		温度系数	±100ppm/°C of rating (TYP 值)
		电压	范围: 0Vp-p ~ (80V) p-p 精度: ±0.5% of rating
		频率	0.01Hz ~ 200.00kHz
	恒电压特性	频率特性	DC ~ 160kHz (-3dB) (TYP 值)
		响应时间	3.5 μs、10 μs、35 μs、100 μs
		过调量	5%以下 (TYP 值)
		p 脉动噪音	50mV (TYP 值) ms
		负载调整率	± (0.005% of setting + 1mV)
		电源调整率	± (0.005% of setting + 1mV)
	恒电流 (C-C)	直流电流	设定范围
设定分辨率			0.010A
设定精度			±0.3% of rating
温度系数			±100ppm/°C of rating (TYP 值)
交流电流		设定范围	0Ap-p ~ (40A) p-p
		设定分辨率	0.10A
		设定精度	±0.5% of rating
		频率设定范围	0.01Hz ~ 200.00kHz
恒电流		频率特性	DC ~ 4kHz (-3dB) (TYP 值)
		响应时间 (TYP 值)	70 μs, 100 μs, 350 μs, 1ms

	特性	过调量	5%以下 (TYP 值)
		脉动噪音 (rms)	10mA (TYP 值)
		负载调整率	± (0.01% of setting + 1mA)
		电源调整率	± (0.01% of setting + 1mA)
交流 共通 特性		频率分辨率	0.01Hz
		频率精度	±200ppm
		频率扫描	线性 / 对数
		波形种类	正弦波, 方波, 三角波, 任意波形 (16 种类)
		波形相位	0 ~ 359°
标准		符合标准: ISO16750	

3. OPS1503 系列能量使用终端装置

OPS1503 系列能量使用终端装置是一款可编程 RLC 负载模拟装置, 可以模拟三相交流/直流负载, 对电源设备进行测试。符合标准: IEC61000; ISO7637 等标准。



AC 输入	接线方式		3phase 3wire + ground(PE)
	线电压	RMS	(200 ~ 220 V) ±10%V ; (380 ~ 480V) ±10%V
	线电流	RMS	< 47A
	视在功率		≥17kVA
	频率范围		45 ~ 65Hz
	功率因数	TPY	0.98
	输入参数		
AC 模式	输入电压	L-N	30 ~ 350V

	L-L	51.96 ~ 606V(3phase)/30 ~ 700V(reverse)
输入频率	16~500Hz	
输入电流	RMS	90A(1phase)/30A(3phase/reverse)
	Peak	270A(1phase)/ 90A(3phase/reverse)
输入功率	Per Phase	5kVA
	Max. Power	15kVA(reverse phase)/18kVA(1phase/3phase)
CC 模式设定		
电流范围	RMS	90A(1phase)/30A(3phase/reverse)
分辨率	0.01A	
精度	< 0.1% + 0.2% F.S.(DC,16Hz ~ 150Hz)/ < 0.2% + 0.3% F.S.(150.01Hz ~ 500Hz *4)	
CP 模式设定		
范围	Max. Power	15kW(1phase/3phase)/10kW(reverse phase)
	Per Phase	5kW(3phase)
分辨率	0.0001kW	
精度	< 0.4% +0.4% F.S.(DC,16Hz ~ 500Hz)	
CS 模式设定		
范围	Max. Power	15kW(1phase/3phase)/10kW(reverse phase)
	Per Phase	3kW(3phase)
分辨率	0.0001kW	
精度	< 0.4% +0.4% F.S.(DC,16Hz ~ 500Hz)	
CR 模式设定		
范围	Max. Power	0.286 ~ 333.33Ω(1phase) / 0.858 ~ 999.99Ω (3phase/reverse phase)
分辨率	0.001Ω	
精度	< 0.4% +0.4% F.S.	
电路仿真模式 - 并联		
R 范围	0.334 ~ 388.88Ω(1phase) / 1.002 ~ 1166.6Ω(3phase/reverse phase)	
L 范围	1 ~ 2000mH(1phase)/3 ~ 2000mH(reverse phase)/3 ~ 2000mH(3phase)	

	C 范围	0.001 ~ 9900uF(1phase)/0.001 ~ 3300uF(reverse phase)/0.001 ~ 3300uF(3phase)
	Rc 范围	0.334 ~ 388.88Ω(1phase) / 1.002 ~ 1166.6Ω(3phase/reverse phase)
	RL 范围	0.334 ~ 388.88Ω(1phase) / 1.002 ~ 1166.6Ω(3phase/reverse phase)
	IL 范围	0 ~ 272.7A(1phase)/0 ~ 90.90A(reverse phase)/0 ~ 90.90A(3phase)
	峰值电流	272.7A(1phase)/90.9A(reverse phase)/90.9A(3phase)
电路仿真模式-整流器单相		
	R 范围	0.334 ~ 388.88Ω(1phase) / 1.002 ~ 1166.6Ω(3phase/reverse phase)
	L 范围	0.1 ~ 2000mH(1phase)/0.3 ~ 2000mH(reverse phase)/0.3 ~ 2000mH(3phase)
	C 范围	0.001 ~ 9900uF(1phase)/0.001 ~ 3300uF(reverse phase)/0.001 ~ 3300uF(3phase)
	Rs 范围	0 ~ 388.88Ω(1phase) / 0 ~ 1166.6Ω(3phase/reverse phase)
	Vcap 范围	0 ~ 499.924V(1phase)/0 ~ 499.924V(reverse phase)/0 ~ 499.924V(3phase)
	Vdiode 范围	0 ~ 5V(1phase)/0 ~ 5V(reverse phase) /0 ~ 5V(3phase)
	峰值电流	272.7A(1phase)/90.9A(reverse phase)/90.9A(3phase)
	范围	-82.8°~+82.8°
	分辨率	-90°~+90°
	精度	1% F.S.
CF 设定		
	范围	1.414 ~ 5.0
	分辨率	0.001
DC 模式	电压范围	30 ~ 499V(1phase)/30 ~ 998V(reverse phase)
	电流范围	0 ~ 90A(1phase)/0 ~ 30A(reverse phase)
	电流上升时间	200μs
测量参数		
电压有效值	范围	0 ~ 350Vrms
	分辨率	0.01
	精度	< 0.1%+0.1% F.S.(DC,16Hz ~ 500Hz)
电流有效	范围	0 ~ 90A

值	分辨率	0.1A
	精度	< < 0.1% + 0.2% F.S.(DC,16Hz ~ 150Hz)/ < 0.2% + 0.3% F.S.(150.1Hz ~ 500Hz)
电流峰值	范围	0 ~ 270A
	分辨率	0.1A
	精度	< 0.3% + 0.6% F.S. (16 ~ 500Hz)
输入有功	范围	0 ~ 15kW
	分辨率	0.001kW
	精度	< 0.4% +0.4% F.S.
输入无功	范围	0 ~ 15kVAR
	分辨率	0.001kVAR
	精度	< 0.4% +0.4% F.S.
输入视在功率	范围	0 ~ 15KVA
	分辨率	0.001KVA
	精度	< 0.4% +0.4% F.S.
CF 测量	范围	1 ~ 5
	分辨率	0.01
PF 测量	范围	0.1~1
	分辨率	0.01
	精度	1%F.S.
谐波测量	谐波分析上限	up to 50orders(50/60Hz)
能量回馈功能		
最大回馈功率		15kVA
输出电流 THD		< 5%
其他		
效率		91%
保护		OVP, OCP, OPP, OTP, FAN, ECP, Sense, UVP, FE
尺寸		483.00mm (W) *151.30mm (H) *777.50mm (D)
重量		42kg
工作环境		0°C -50°C

4. 实时仿真系统以及接口设备



CloudSEV 数模信号枢纽是一款多功能信号处理设备，具备高速率数模转换功能，可作为 CloudSEV-RT 实时仿真器的模拟量/ 数字量输入/输出的扩展接口，实现 CloudSEV 仿真模型与外部控制器、信号发生器或示波器的实时信号交互。它具备 2 个 SFP 光口，通过定制通信协议和光纤与 CloudSEV-RT 通信，稳定且高效；支持 8 路模拟量输入，32 路模拟量输出和 96 路数字量输入/输出；拥有屏幕及按钮式交互面板，可实时状态监控、功能设置和指令下发。Signal Hub 可应用于外部信号实时输入、仿真波形实时输出、控制器硬件在环等多种场景，与 CloudSEV-RT 实时仿真器配合使用可满足用户的快速原型控制、硬件在环系统测试等多种需求。

主板	高性能 FPGA + 多核 CPU
CPU	intel Core i/Xeon (16 核 4.2GHz)
内存	64 GB
硬盘	4TB SSD + 1TB 热备份
模拟输出板	32 路, 16bit, 500KSPS, ±5V
模拟输入板	8 路, 16bit, 500KSPS, ±5V
数字输出板	96 路, I/O 双向可切换, 高电平+5V, 光电隔离
数字输入板	
接口	SFP 接口, 10G, 850nm, 300M
操作系统	Linux
仿真步长	最小可达 200 ns (电力电子级)
可扩展性	支持云端多节点扩展

实时并行加速	多 FPGA 多核并行 + 分布式云加速
典型 RT 性能	单机可稳定运行 200+ 节点电力系统全尺度模型 + 电力电子子模块
电力电子仿真能力	支持复杂 MMC、LCC、VSC、多端直流
电力系统仿真能力	支持全网潮流/短路/暂态稳定+EMT
典型应用	复杂电网并网、新能源消纳、柔直、多端直流及电力电子控制验证
软件	纯国产软件