



功率半导体测试解决方案

服务IGBT、MOSFET、SiC、GaN、晶闸管半导体测试



P 方案介绍

SCHEME INTRODUCTION

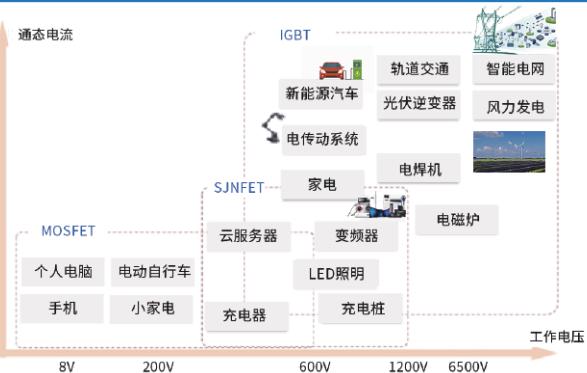
方案简介

随着功率半导体器件的发展,半导体设备的发展也不断兴起。国家重要会议提出,到2035年要实现高水平科技自立自强。从半导体设备行业的国产替代角度而言,目前我国在核心半导体设备方面的替代空间巨大,同时技术提升也十分迫切,这对行业内公司来说既是机遇也是挑战。

航裕电源功率半导体测试解决方案主要针对功率分立器件测试和半导体设备供电两大方向,提供多种测试方案,满足不同测试需求。



功率器件动态参数测试系统



功率器件在不同应用领域所面对的工作电压不同

主要应用领域和测试项目

功率器件测试



IGBT、MOS管



二极管、SiC、GaN、晶闸管器件



晶圆

半导体设备供电

制造设备

- 光刻机
- 蚀刻机
- 薄膜沉积设备
- 离子注入设备
- 机械抛光设备

封装设备

- 晶圆减薄机
- 划片机
- 贴片机
- 引线键合机
- 塑封机

测试设备

- 测试机
- 分选机
- 探针台

国标行规

- GB/T 29332
- QC/T 1136

国标行规

- IEC 63068-3
- GB/T 15651.7

国标行规

- GB/T 33657

国标行规

- GB/T 24332
- QB/T 4540
- GB/T 15862
- EJ/T 647

国标行规

- SN/T 3480.4

国标行规

- GB/T 15872
- GB/T 24468
- GB/T 5226.33

测试项目

- 静态参数测试
- 动态参数测试

电源要求

- 输出电压最大达到10kV
- 输出电流最大达到3600A
- 可输出μA级小电流

测试项目

- 耐压、偏置、反偏
- 高压击穿
- 可靠性测试
- 老练电源
- 电流耐久性
- 脉冲测试

测试项目

- 耐压、偏置、反偏
- 高压击穿
- 可靠性测试
- 老练电源
- 电流耐久性
- 漏电流测试
- 脉冲测试

供电要求

- 以离子注入机为例:
- 供电需求电压最大达到100kV
- 高压绝缘测试电压最大达到150kV
- 电压稳定度≤5%
- (2小时内)
- 纹波系数≤0.01

供电要求

- 输出电压最大达到10kV
- 保持稳定运行时间达到8小时
- 精度在±1级以上
- 电压值从0到额定值连续可调

供电要求

- 以IGBT特性测试机为例
- 输出电压最大达到10kV
- 保持稳定运行时间达到8小时
- 精度在±1级以上
- 电压值从0到额定值连续可调

选用测试电源

■ 高压类测试:

HY-HV系列 可编程高压直流电源

HY-HVL系列 线性高压直流电源

■ 脉冲测试、I-V曲线测试:

HY-BPC-P系列 双极性脉冲恒流源

HY-SMU 3000 源测量单元

■ 低压大电流测试:

HY-PM系列 可编程多功能直流电源

HY-PMH系列 可编程多功能高速直流电源

HY-PHS系列 低压电器瞬动测试专用电源

■ 芯片供电使用电源:

HY-SLD系列 线性低噪直流电源

HY-BLD系列 双极性低噪高速电源

■ 系统集成测试:

HY-S系列 1U超薄型可编程直流电源

HY-G系列 1U半宽超薄可编程直流电源

HY-Z系列 便携式可编程直流电源

P 产品选择

PRODUCT SELECTION



高压类测试项目选用电源

测试电源	技术方式	输出电压	输出电流	输出功率	输出电压编程精度	测试项目
HY-HV系列可编程高压直流电源	开关	0-200kV	5mA-7500mA	1kW-150kW	0.1%	<ul style="list-style-type: none"> ■ 高压器件耐压测试 ■ 二极管反偏测试 ■ 高压器件击穿测试 ■ 高压器件老化 ■ 高压绝缘测试 ■ 高压直流输电 ■ 高压电阻率测试 ■ 高压放大器偏置
HY-HVL系列线性高压直流电源	线性	0-100kV	500μA-20mA	10W-100W	0.01%+0.05%F.S.	

特性测试项目选用电源

测试电源	输出电压	输出电流	输出功率	尺寸	测试项目
HY-PM系列可编程多功能直流电源	0-1500V	0-1500A	1kW-15kW	2U/3U	
HY-S系列1U超薄可编程直流电源	0-600V	0-360A	1kW-3.6kW	1U	
HY-G系列1U半宽超薄可编程直流电源	0-650V	0-72A	200W-800W	1U半宽	
HY-Z系列便携式可编程直流电源	0-650V	0-72A	200W-800W	2U 1/6宽	<ul style="list-style-type: none"> ■ 耐压测试 ■ 动静态特性测试 ■ 老化测试 ■ 耐电流测试 ■ 高稳供电

脉冲测试电源

测试电源	输出电压	输出电流	功能
HY-BPC-P系列双极性脉冲恒流源	±2.5V~±80V	0~±1000A	可进行半导体的正负脉冲测试,应用于功率半导体、晶圆、激光器、驱动器等产品的脉冲测试。

源测量单元

测试电源	输出电压	输出电流	功能
HY-SMU 3000 源测量单元	200V、500V、1500V、3000V	1nA-120mA	功率半导体器件特征分析和测试,高达3kV的击穿和漏电流测试、亚毫秒瞬态特征分析等

芯片供电专用电源

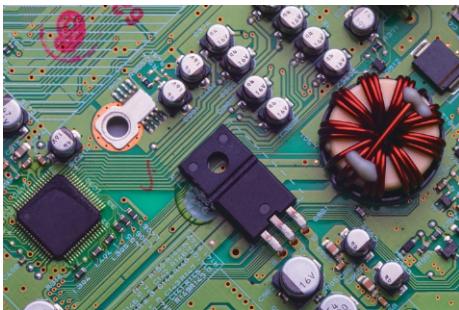
测试电源	输出电压	输出电流	输出功率	输出噪声电压	特点
HY-BLD系列双极性低噪高速电源	0~±15V	±100mA	1.5W	≤10 μVrms	是一款在输出端无正负极切换,可连续经过零点,正负极双向可变的双极性直流稳压电源。
HY-SLD系列线性低噪直流电源	0-16V	100mA	1.6W	≤10 μVrms	两通道直流电源,两通道可单独选择正负输出。



测试拆解

EST DISASSEMBLY

功率半导体器件测试难点与应对



目前较为常用的功率器件包括：



以IGBT测试为例：

测试难点：

- 1、功率半导体器件耐压较高，一般从几千到一万伏不等，需要测量仪器具备高压输出和高压下nA级漏电流测试的能力；
- 2、功率半导体器件的电流输出能力很强，测试时需要快速注入1000A级电流，并完成压降的采样；
- 3、由于功率半导体器件工作在强电流下，自加热效应明显，严重时容易造成器件烧毁；
- 4、功率半导体器件的漏电流越小越好，需要高精度的设备进行测试

航裕电源优势：

1、高电压小电流

(1)、HY-HV系列可编程高压直流电源最高可达200kV, 可以覆盖功率半导体对高压测试的需求；
(2)、HY-HVL系列线性高压直流电源最高可达100kV, 采用线性技术, 电源精度高, 噪声超低, 纯净度好, 非常适用于精密测试；

(3)、HY-HV系列和HY-HVL系列电源均可输出mA级高精度电流

2、精度高:电压/电流精度高, 分辨率20bits, 输入多级滤波电路, 降低对电网谐波干扰；

3、功率密度高:体积小, 效率高, 高稳定性, 使用双闭环控制电路, 响应速度快, 输出稳定；

4、品质稳定:应用领域广, 行业测试痛点明确, 输入与输出隔离, 操作更安全；

5、选购丰富:根据行业可选择多种输出接口、程控接口、多种型号；

6、便于集成:集成于行业设备, 占用空间小

7、定制能力强:P、N、多路、高精度、行业测试定制等.....

8、多重保护:拥有OVP、OCP、OTP、OPP等多种保护功能；

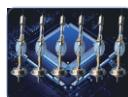
9、操作便捷:采用液晶触摸屏, 可本地编程功能、缓升缓降、表头回读功能、触摸屏、多种操作方式等设置功能。

功率半导体设备测试难点与应对

航裕电源在功率半导体设备中的应用案例：



半导体设备应用主要以供电为主, 多配合集成系统使用, 航裕电源种类多样, 满足各种供电需求。



供电



供电

秉灯(光刻机照明系统)

电镀设备

离子注入机

封装设备

供电、老化、信号放大



供电



以半导体动/静态测试机为例: (选用HY-HV系列或HY-HVL系列)

用于供电调节, 协助整机测试

具体参数可参见行标:GB/T 5226.33 机械电气安全 机械电气设备
第33部分:半导体设备技术条件

电输出源 短路试验

要求:起动试验后, 8h内
不存在危险情况或通过
激活保护回路或装置消
除短路输出的危险。

耐压测试

测试要求为:
输出直流电压2121V
精度±1%

供电

要求:
输出电压在10kV以内

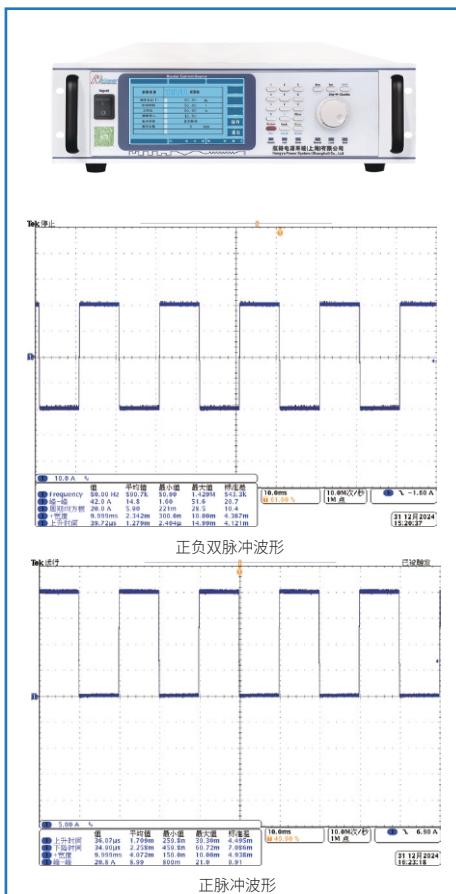
以离子注入机为例: (选用HY-HV系列)

离子注入机对于供电电源的电压 要求很高

具体参数可参见行标:EJ/T 647金属用工业离子注入机

供电电源	额定值	电压稳定性	纹波系数
正电压电源	直流100kV; 允许负载电流300mA	≤5% (在2h之内)	≤0.01
二次加速高压电源	直流50kV; 允许负载电流20mA		暂无
负高压电源	直流20kV; 允许负载电流20mA	暂无	
弧压电源	直流110V; 输出电流20A		
灯丝电源	交流12-15V; 输出电流200A		暂无

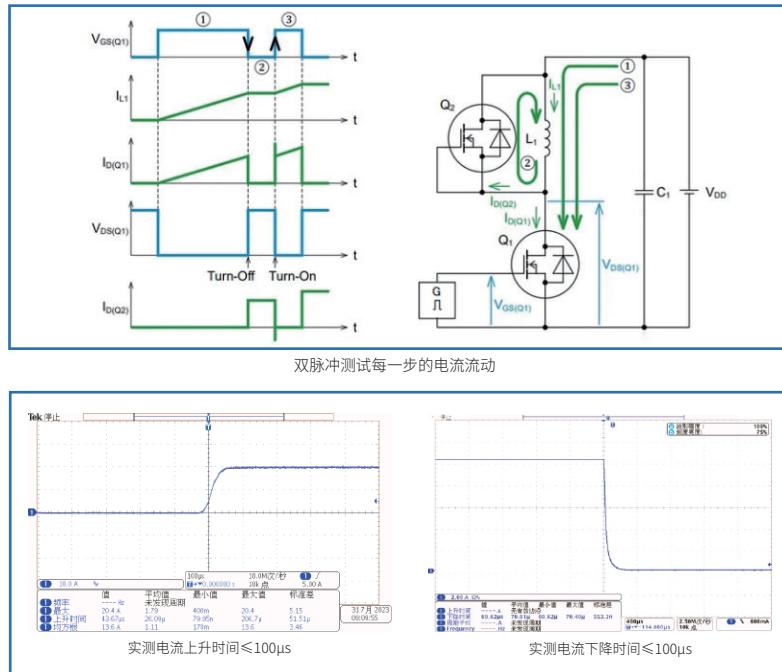
P 脉冲测试:HY-BPC-P系列双极性脉冲恒流源 PULSE TEST



随着功率半导体技术的发展,IGBT、MOSFET等半导体器件向小型化、集成化、大功率方向发展。为了避免大功率测试过程中温升对测试造成影响,甚至烧坏器件。在法规和行业测试中,通常会被被测器件施加满足功率条件下的瞬时电流脉冲,进行半导体器件相关参数测试。

HY-BPC-P系列双极性脉冲恒流源专用于进行半导体脉冲测试,电流上升时间标配 $\leq 100\mu\text{s}$,可选配 $10\mu\text{s}$ 、 $20\mu\text{s}$ 、 $50\mu\text{s}$ 的更高速的电流上升时间。搭配HY-SMU系列源测量单元,简化脉冲测试程序。

脉冲测试原理:



T I-V特性测试:HY-SMU3000源测量单元 TEST OF I-V CHARACTERISTIC



HY-SMU 3000 是一款高电压、高功率、低电流源测量单元(SMU)仪器,它具备前所未有的强大功率、高精度、高速度、灵活性以及易用性,能够提升研发、生产测试和可靠性环境中的工作效率。

HY-SMU 3000 具有高功率和超低电流性能。是专门针对高压电子和功率半导体器件的特征分析与测试而设计的,例如二极管、FET和IGBT,以及其它一些需要高电压、快速响应和精确测量电压和电流的元件和材料。

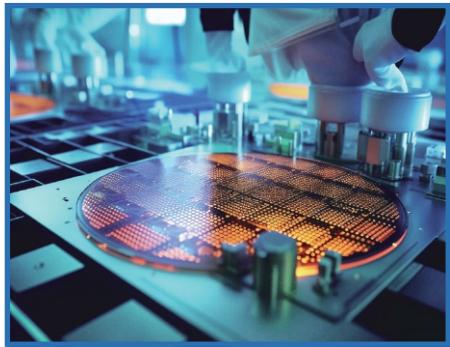
■ 标准特性和功能

- 既可作为台式 I-V 特性分析工具,又可作为多通道 I-V 测试系统的组成部分
- 无需编程或安装软件,可快速、简单地执行常见的 I-V 测试
- 14-bit I/O 线,与探针台、元件装卸装置或其他自动化工具直接交互连接
- USB 端口,利用 USB 存储装置实现更大的数据和程序存储空间

■ 可用作以下用途

- 半导体特征分析仪
- 电压或电流波形发生器
- 电压或电流脉冲发生器
- 支持电压和电流回读的精密电源
- 真电流源
- 数字万用表(DCV、DCI、电阻、功率和6½分辨率电源)
- 精密电子负载

W 晶圆老练测试 AFER MATURITY TESTING



晶圆老练测试

在晶圆生产和制造芯片或集成电路的过程中,为了确保产品的稳定性和可靠性,老练测试是非常重要的一环。通过对晶圆进行老练测试,可以评估其在长时间运行和应力条件下的性能表现,并及时发现和修复潜在的问题。

半导体晶圆老练测试项目:

1. 温度老练测试
2. 电压老练测试
3. 时钟频率老练测试
4. 功能老练测试
5. 通信老练测试

更多测试项目:

1. 漏电流测试
2. 高压测试
3. 脉冲测试

在进行晶圆老化测试时,需要注意以下事项:

1. 测试环境的选择:

为了确保测试结果的准确性,需要选择合适的测试环境。测试环境应该尽可能接近实际应用环境,包括温度、湿度、电压等方面条件。

航裕电源的优势1——强大的输出能力

输出电压:0-2kV、3kV、5kV、10kV、15kV、20kV、30kV、50kV...170kV、200kV。

输出电流:0-1kA、1.5kA、2kA、3kA、4kA、5kA、6kA、8kA、10kA、20kA...75kA。

2. 测试时间的确定:

晶圆老练测试通常需要运行数小时甚至数天,具体的测试时间需要根据晶圆的要求和实际需求来确定。测试时间过短可能无法完全评估晶圆的性能和可靠性,而测试时间过长则会增加测试成本和时间。

航裕电源的优势2——长时间带载测试能力强,输出稳定度高,温漂小。

航裕电源的优势3——多种编程功能,循环次数可达999次

航裕电源能够进行长时间带载测试,不仅可前面板直接进行步阶、阶梯、渐变等编程功能,也能通讯连接上位机,在上位机进行编程工作。

3. 数据记录和分析:

在进行老练测试时,需要详细记录测试过程中的数据,并进行定期分析。通过分析测试数据可以及时发现问题,并进行相应的修复措施。

航裕电源的优势4——4-7寸电源屏幕,可实时测量输出电压、电流、功率,实时统计工作时间

航裕电源的优势5——上位机可记录测试内容并生成测试报告,可存储和调取

更多航裕电源的优势:

1、输出精度高:

16bits D/A 高精度转换器,输出精确

20bits A/D 高精度转换器,回读更准

这可以确保输出的电压和电流值准确稳定,为断路器瞬动测试提供精确的测试条件。

2、多种保护功能:

漏电流保护:

当大功率地面直流供电系统机柜带电超过30mA时,漏电保护装置将大功率直流电源回路断开。

OVP 过电压保护:10-110%,超出限值输出立即关断

OCP 过电流保护:0-115%,超出限值输出立即关断

OTP 过温度保护:超出限值输出立即关断

OPP 过功率保护:10-110%,超出限值输出立即关断

3、多种工作模式:

具有恒压(CV)、恒流(CC)工作模式,并且 CV/CC 优先可设,能够满足不同测试场景下的需求。

P 产品介绍-高压电源 RODUCT INTRODUCTION



HY-HV 系列 可编程高压直流电源 Programmable High Voltage DC Power Supply

高电压

高功率

高精度

产品特点

Product Features

- 输出电压型号有2kV、3kV、4kV、5kV、6kV、8kV、10kV、15kV、20kV、30kV……200kV等
- 高功率密度:单机最大150kW
- 16-bit D/A 高精度转换器,输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器,回读更准



HY-HV系列样册



通讯协议 标配通讯接口 选配通讯接口

Modbus	RS-485	- LAN :以太网通信接口
SCPI	RS-232	- CAN :CAN通信接口
	Digital I/O	- GPIB :GPIB 通信接口 - IA :模拟量编程和监测接口 (隔离型)

选购功能

- SG :悬浮地
- N :负极性输出
- T1 :工作温度 -10°C 至 50°C
- T2 :工作温度 -20°C 至 50°C
- CF :用户自定义功能(订购时请说明)



HY-HVL 系列 线性高压直流电源 Linear high voltage DC power supply

低干扰

低纹波

高精度

产品特点

Product Features

- 输出电压范围:1.25kV-100kV
- 输出电流范围:500μA-20mA
- 超低干扰、超低纹波,适合高精密测试与测量
- 16-bit D/A 高精度转换器,输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器,回读更准



通讯协议 标配通讯接口 选配通讯接口

Modbus	RS-485	- LAN :以太网通信接口
SCPI	RS-232	- CAN :CAN通信接口
	Digital I/O	- GPIB :GPIB 通信接口 - IA :模拟量编程和监测接口 (隔离型)

选购功能

- SG :悬浮地
- N :负极性输出
- T1 :工作温度 -10°C 至 50°C
- T2 :工作温度 -20°C 至 50°C
- CF :用户自定义功能(订购时请说明)

P 产品介绍-大电流电源 RODUCT INTRODUCTION



HY-PM 系列 可编程多功能直流电源
Programmable Multi-Function DC Power Supply

高性能

高精度

高功率密度

产品特点

Product Features

- 单机输出电压:0-1500V
- 单机输出电流:0-1500A, 可并联至最大45kA
- 主从并机可扩展至450kW
- 高功率密度:单机5kW / 2U、15kW / 3U
- 输入标配 PFC, 功率因素高达 0.99
- 16-bit D/A 高精度转换器, 输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器, 回读更准



通讯协议 标配通讯接口 选配通讯接口

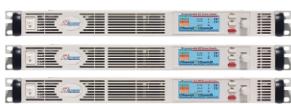
	Modbus	RS-485	- LAN : 以太网通信接口
	SCPI	RS-232	- CAN : CAN通信接口
		Digital I/O	- GPIB : GPIB 通信接口
			- IA : 模拟量编程和监测接口 (隔离型)

选购功能

- T1 : 工作温度 -10°C 至 50°C
- T2 : 工作温度 -20°C 至 50°C
- T4 : 工作温度 -40°C 至 50°C
- NCH : 多通道功能, N 代表数字, CH 代表通道
- PN : 正负切换
- HR : 高分辨率 / 高精度
- CF : 用户自定义功能 (订购时请说明)

P 产品介绍-供电DC电源 RODUCT INTRODUCTION

HY-S系列 1U超薄型可编程直流电源



- 输出电压最大600V
- 输出电流最大360A
- 高功率密度:3.6kW
- 输入标配PFC, 功率因素高达0.99
- 16-bit D/A 高精度转换器, 输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器, 回读更准
- 尺寸:430(W) * 513(D) * 43.7(H) mm

HY-S 样册



操作视频



HY-G系列 1U半宽型可编程直流电源



- 可2台串联, 2-6台主从并联
- 功率密度:200W/400W/600W/800W
- 宽输入电压范围:85~265VAC
- 输入标配 PFC, 功率因素高达 0.99
- 16-bit D/A 高精度转换器, 输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器, 回读更准
- 尺寸:214(W)*457.5(D)*43.7(H)mm

HY-G 样册



HY-G操作视频



HY-Z系列 便携式可编程直流电源



- 可2台串联, 2-6台主从并联
- 功率密度:200W/400W/600W/800W
- 宽输入电压范围:85~265VAC
- 输入标配 PFC, 功率因素高达 0.99
- 16-bit D/A 高精度转换器, 输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器, 回读更准
- 尺寸:70(W)*349(D)*83.25(H)mm

HY-Z 样册



HY-Z操作视频



P 产品介绍- 双极性脉冲恒流源 RODUCT INTRODUCTION



HY-BPC-P 系列 双极性脉冲恒流源
Bipolar Pulse Constant Current Source

高性能

高精度

高功率密度

产品特点

Product Features

- 开路电压:±2.5V/±5V/±10V/±20V/±30V/±40V/±60V/±80V (可选)
- 输出电流:0~±1000A (可选)
- 输出功率:125W~20kW
- 输出频率:DC~100Hz、DC~500Hz、DC~1kHz、DC~5kHz、DC~10kHz、DC~50kHz (-3dB) (可选)
- 输出波形:正弦波、三角波、方波、锯齿波
- 采用线性技术, 超低纹波和超低对外干扰
- 高速响应速度, 电流响应时间≤100μs



通讯协议 标配通讯接口 选配通讯接口

Modbus	RS-485	- LAN : 以太网通信接口
SCPI	RS-232	- CAN : CAN 通信接口
		- GPIB : GPIB 通信接口
		- IA : 模拟量编程和监测接口 (隔离型)

选购功能

- T1 : 工作温度 -10°C 至 45°C
- T2 : 工作温度 -20°C 至 45°C
- CF : 用户自定义功能 (订购时请说明)

P 产品介绍-芯片供电专用电源 RODUCT INTRODUCTION



HY-BLD系列 双极性低噪高速电源

产品特点

- 输出电压范围: 0~±15V
- 无特殊需求, 输出电流为±100mA
- 高度稳定 输出电压稳定性: ±10ppm/°C typ.
- 16-bit D/A 高精度转换器, 输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器, 回读更准

HY-SLD系列 线性低噪直流电源

产品特点

- 此电源为两通道直流电源
- 输出电压范围: 0~16V (一通道0~+16V; 一通道0~-16V/+16V)
- 输出电流范围: 100mA
- 16-bit D/A 高精度转换器, 输出精确
- 20-bit A/D 高精度转换器, 回读更准

P 产品介绍-源表 RODUCT INTRODUCTION



HY-SMU系列 高功率数字源表 High Power Digital Source Meter

高精度

高功率

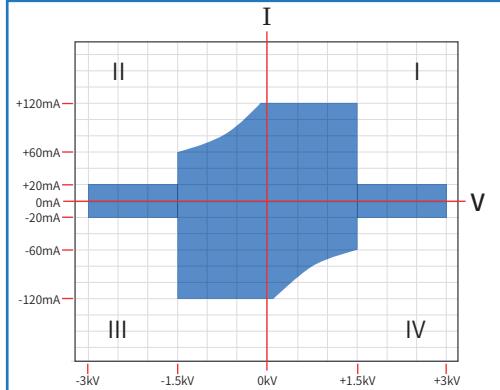
高分辨率

产品特点

Product Features

- 具有高度灵活的四象限电压和电流源/负载，并配备了高精度的电压和电流测量仪表
- 提供或吸收高达180W的直流或脉冲电源($\pm 3000V/20mA$, $\pm 1500V/120mA$)
- 1fA低电流分辨率
- 双22-bit 精度ADC和每点双18-bit 1 μ s数字转换器，用于高精度和高速瞬态捕获
- 易于与其它数字源表进行系统集成的兼容能力
- 单台仪器内集成了精密电源、电流源、DMM、任意波形发生器、电压或电流脉冲发生器、18-bit电子负载和触发控制器

HY-SMU 3000



提供或吸收高达3000V/20mA或1500V/120mA的电源

H 170KV可编程高压直流电源 IGH VOLTAGE POWER SUPPLY



HY-HV170KV-150可编程高压直流电源



170kV电压精度现场实测图

HY-HV系列可编程高压直流电源一直以来备受用户肯定，也是航裕电源的主营产品。近年来，用户对于高压需求的不断提高，航裕电源已交付多台HY-HV可编程高压直流电源，包括120kV、170kV等，拓宽HY-HV系列电源的高压范围至200kV，以满足离子加速、超导试验、高压电容充放电、功率半导体、X射线系统、激光器、逆变器及高能物理研究等高压测试需求。

C 客户 (部分) CUSTOMER (PARTIAL)

客户 (部分)



飞仕得



苏州联讯仪器



上海瞻芯



杭州长川



华润微电子



威力创科技



士兰微电子



阅芯科技



精华伟业



群芯微电子



卓讯达



杭州众硅



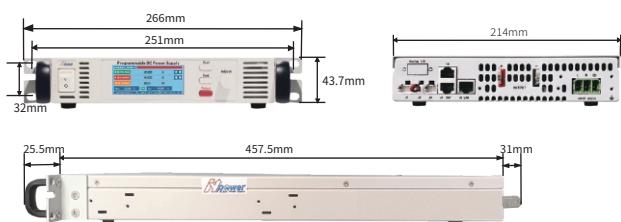
上海慧能泰



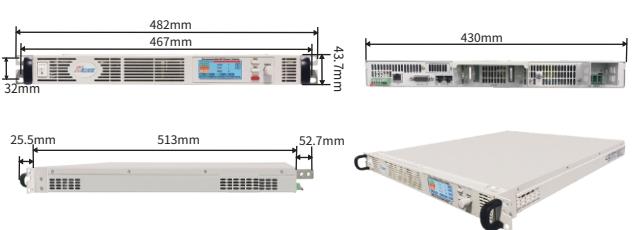
长春国科

A 外观及显示 APPEARANCE AND DISPLAY

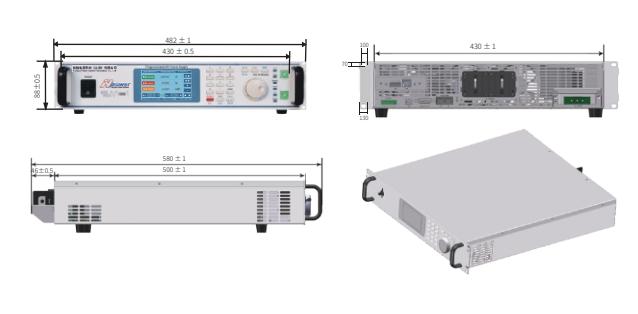
1U半宽 机型: 214(W) * 457.5(D) * 43.7(H) mm



1U 机型: 430(W) * 513(D) * 44(H) mm



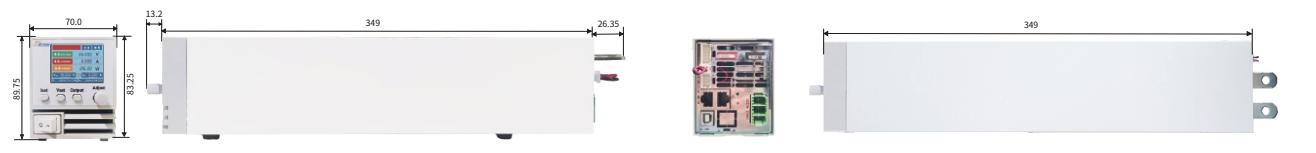
2U 机型 430(W) * 500(D) * 88(H) mm



3U 机型 450(W) * 660(D) * 133(H) mm



2U 1/6U宽, 机型: 70(W)*349(D)*83.25(H)mm





官方微信 :hypower-cn

标准产品免费保修三年



Contact us

航裕电源系统(上海)有限公司

Hangyu Power System (Shanghai) Co., Ltd.

手机:150 0046 1168

电话:021 - 6728 5228

传真:021 - 6728 5228 - 8009

邮箱:Sales@hypower.cn

地址:上海市松江区民益路1698号11栋B座

网址:www.hypower.cn

©Hangyu Power System, 2024

功率半导体应用解决方案, 01.22 版, 2025 年 6 月

本手册内所有标准产品, 质保期均为三年, 非标除外

所有技术数据和说明, 均以实际产品为准

如有变动, 航裕电源拥有最终解释权

分公司:

华北分公司

航裕科技(北京)有限公司

北京市房山区天星街1号院 16 号楼 2115室

华南分公司

航裕电源系统(深圳)有限公司

深圳市宝安区华丰华源科技创新园 B 座2 区 418 室