

# 低压电器专用测试解决方案

万安级大电流 5/10ms 高速响应



# C 公司简介 COMPANY PROFILE

# 2009-2026

上海航裕电源创始于2011年,国家级高新技术企业,位于长三角G60科创走廊策源地松江,十多年来致力于为客户提供精准、智能、便捷的测试电源解决方案。

航裕电源前身为上海欧阻电子,成立于2009年,专为航空航天军工院所,提供军用交直流电源,用于制导系统、雷达系统、飞机电子供电系统等测试领域。航裕电源创立后,在服务国家战略这一发展思想下,我司坚持“专、精、特”的产品定位,并瞄准“进口替代”的市场需求的基础上,提出“差异化进口替代”和“精品制造”的发展战略,致力于中国测试电源技术的创新腾飞,推动祖国科创兴国事业蓬勃发展。

航裕电源系列产品涵盖功率半导体、汽车电子、低压电器、航空航天、国防军工、电容器、医疗电子、智能电网、氢能、电力电子、精密仪器等测试及其他科研领域,完美实现进口替代,军工品质、服务优良,赢得用户的一致好评。



公司现址



生产车间

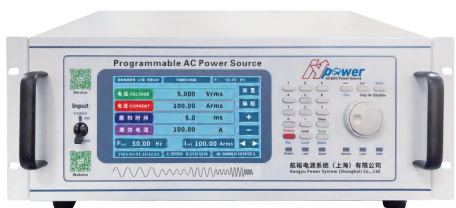
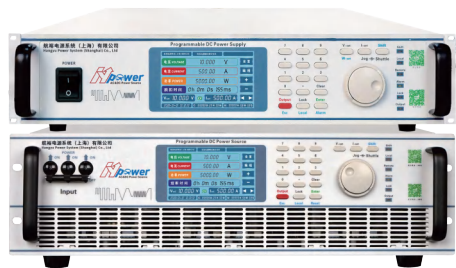


产品展于松江G60科技馆

航裕电源打造了一支不断经受军品需求打磨的研发团队,始终怀着热忱与期盼,为智能测试带来更多可能性。先后获评国家高新技术企业、上海专精特新企业,通过ISO质量管理体系、CE认证,多项实用新型专利、软著...

航裕电源以卓越精进的科技革新,打造多款先锋技术电源,不断尝试突破物理技术边界,将创新构型、智能功能、测试系统集成于一身,化繁为简,打造极致测试体验!超高精度和分辨率,满足多种测试需求,航裕以不凡科技突破行业技术边界,邀您一同领略科技之美。





## 一、行业介绍

低压电器行业简介 ..... 03

## 二、应用领域

应用领域 ..... 03

## 三、测试项目

应用领域和测试项目 ..... 04

## 四、测试解决方案

4.1 熔断器测试解决方案 ..... 05

4.1.1 熔断器简介 ..... 05

4.1.2 测试电源需求 ..... 05

4.1.3 测试解决方案 ..... 05

4.1.4 瞬动测试实测波形 ..... 06

4.1.5 航裕电源核心优势 ..... 06

4.1.6 部分客户案例 ..... 07

4.2 断路器测试解决方案 ..... 08

4.2.1 断路器简介 ..... 08

4.2.2 测试需求 ..... 08

4.2.3 测试解决方案 ..... 09

4.2.3.1 直流电源实测及核心优势 ..... 10

4.2.3.2 交流电源实测及核心优势 ..... 11

4.2.4 部分客户案例 ..... 12

4.3 电流传感器测试解决方案 ..... 13

4.3.1 电流传感器简介 ..... 13

4.3.2 测试电源需求 ..... 13

4.3.3 测试解决方案 ..... 13

4.3.4 航裕电源核心优势 ..... 16

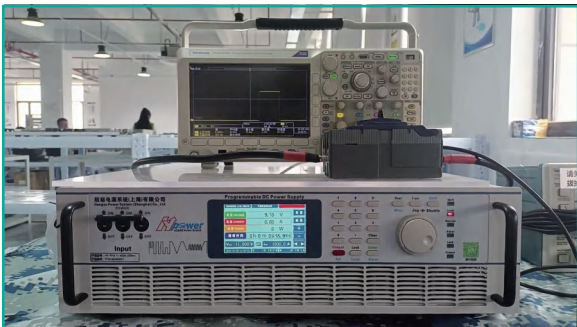
4.3.5 部分客户案例 ..... 16

## 五、外观尺寸

外观尺寸 ..... 17

# 低压电器专用测试解决方案

## 一、低压电器行业简介



低压电器行业专用测试电源解决方案主要包括直流类测试方案、交流类测试方案。

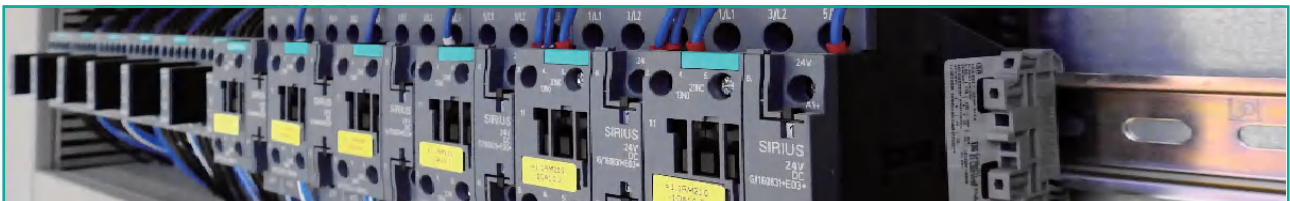
### 1) 直流类测试方案

直流类低压电器测试解决方案适用于直流低压断路器、直流低压熔断器、直流低压继电器和直流低压线束等设备的测试。主要测试项目包括断路器脱扣测试、熔断器熔断测试、瞬动测试、可靠性测试、温升测试、电流循环冲击测试、短路接通、寿命试验和动作特性测试等。

### 2) 交流类测试方案

交流类低压电器测试解决方案适用于交流低压电器设备的测试。主要测试项目包括瞬动测试、温升实验、额定接通和分断能力试验、短时耐受电流能力试验、动作特性试验、寿命试验等。

## 二、应用领域



低压电器行业应用领域广泛，主要包括熔断器、断路器、继电器、电流传感器、低压线束等产品。



### 1) 熔断器

主要用于短路保护和过载保护，广泛应用于低压供配电系统和控制系统中。



### 2) 断路器

用于接通、分断电路，并能在故障时自动切断电路，保护电气设备，适用于工业、家用等多个领域。



### 3) 继电器

用于控制电路中的电气信号，实现自动化控制，广泛应用于各种电气控制系统中。



### 4) 传感器

用于测量电路中的电流，为电气设备的监控和保护提供数据支持。



### 5) 低压线束

作为电气设备的连接部分，传输电能和信号，确保电气设备的正常运行。

这些低压电器产品广泛应用于工业、建筑、交通等多个领域，为电力系统的安全、稳定、高效运行提供重要保障。

### 三、测试项目

#### 主要应用领域和测试项目 →→

低压熔断器	低压断路器	电流继电器	电流传感器	低压线束
<b>测试标准</b>	<b>测试标准</b>	<b>测试标准</b>	<b>测试标准</b>	<b>测试标准</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GB 13539.1</li> <li>■ GB/T31465.1</li> <li>■ GB/T 9364.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GB/T14048.2</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GB/T 21711.1</li> <li>■ GB/T21711.7</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ GB/T 41484</li> <li>■ QC/T 1073.1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ QC/T 29106</li> <li>■ QC/T417.1</li> </ul>
<b>测试项目</b>	<b>测试项目</b>	<b>测试项目</b>	<b>测试项目</b>	<b>测试项目</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 瞬动测试</li> <li>■ 约定熔断</li> <li>■ 约定不熔断</li> <li>■ 熔断时间</li> <li>■ 电流循环冲击</li> <li>■ 短路测试</li> <li>■ 老练测试</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 瞬动测试</li> <li>■ 脱扣测试</li> <li>■ 短时耐受电流测试</li> <li>■ 过载性能测试</li> <li>■ 带电操作性能测试</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 释放电流测试</li> <li>■ 动态特性测试</li> <li>■ 静态特性测试</li> <li>■ 短路测试</li> <li>■ 老练测试</li> <li>■ 寿命耐久性测试</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 精度标定</li> <li>■ 频率特性测试</li> <li>■ 老练、短路测试</li> <li>■ 寿命耐久性测试</li> <li>■ DIDT测试</li> <li>■ 传感器供电</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 温升测试</li> <li>■ 短路测试</li> <li>■ 耐压测试</li> <li>■ 耐电流测试</li> <li>■ 老练测试</li> <li>■ 寿命耐久性测试</li> </ul>
<b>测试电源</b>	<b>测试电源</b>	<b>测试电源</b>	<b>测试电源</b>	<b>测试电源</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 熔断测试: HY-PMH 系列 HY-PHS 系列</li> <li>■ 老化测试: HY-PM 系列 HY-S 系列</li> <li>■ 短路测试: HY-PM 系列</li> <li>■ 过载大电流测试: HY-PHS 系列</li> <li>■ 交流测试: HY-SCS-MP 系列</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 瞬动测试: HY-PHS 系列 HY-PMH 系列</li> <li>■ 老化测试: HY-SCS-MP 系列</li> <li>■ 过载性能测试: HY-PM 系列</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 直流继电器测试: HY-PM 系列 HY-PMH 系列 HY-S 系列</li> <li>■ 交流继电器测试: HY-SCS-MP 系列</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 频率特性测试: HY-BPC-CT 系列</li> <li>■ 电流精度标定: HY-HPD 系列</li> <li>■ 高精度电流表: HY-CM 系列</li> <li>■ DIDT测试: HY-DIDT 系列</li> <li>■ 传感器供电: HY-CTP 系列</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 直流线束测试: HY-PM 系列</li> <li>■ 交流线束测试: HY-PSA 系列</li> </ul>

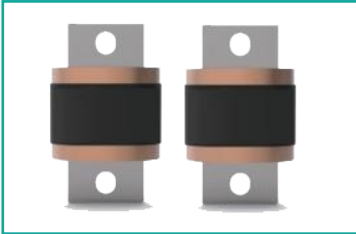
\*更多产品详情请扫描二维码进行了解



## 四、测试解决方案

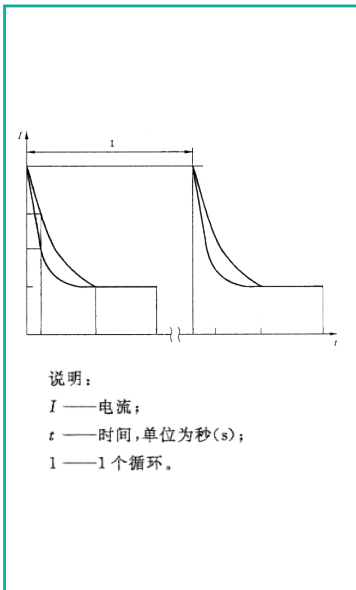
### 4.1 熔断器测试解决方案 →→

#### 4.1.1 熔断器—简介



熔断器是通过电流超过规定值一段时间后,利用其自身产生的热量使熔体熔化,从而断开电路。当电路发生短路或过载时,过电流的热效应使熔体熔化、气化产生断口,断口产生电弧,熔断器通过熄灭电弧切断故障电路,起到电路保护的作用。

#### 4.1.2 熔断器—测试电源需求



熔断器测试执行的标准是GB/T 31465、GB/T13539其中详细规定了熔断器需进行的电气相关测试条例:

约定熔断、约定不熔断、熔断时间、电流循环冲击测试、瞬动特性测试、短路测试、寿命耐久性测试等。

其中,熔断器瞬动特性测试是监测低压电器瞬时过电流动作特性的一个主要实验项目,也是对测试电源电流上升速度有极高的要求。

它的工作原理是通过控制主回路电源的通断,将试验电流加到试品以检验瞬时过电流动作特性是否满足标准的要求。

- 1、电流需求:电源输出电流高达50kA,无特定电压要求;
  - 2、时间控制:试验主回路通电时间短,电流上升时间 $\leq 10\text{ms}$ ;
  - 3、操作频率:测试产品数量多,实验操作频率高;
  - 4、熔断器电流循环冲击测试:测试产品连续电流冲击对熔断器的影响,考察熔断体的寿命。
- 测试目的:根据GB/T31465.1中,试验用于评价熔断器耐瞬时脉冲能量的能力。  
 测试要求:经右图所示的最低50000个瞬变电流循环后,熔断器应符合系列标准相应部分给出的额定熔断时间要求。

#### 4.1.3 熔断器—测试解决方案

航裕电源为熔断器行业提供全面、高效的专用测试电源解决方案,确保测试的准确性和稳定性,还为客户提供了更高的灵活性和可定制性。

核心优势:高速电流上升时间,满足瞬动测试及快速测试需求。

测试项目:覆盖熔断时间、约定与不约定熔断、电流循环冲击、短路、寿命耐久性等多种测试。

电源配置:提供HY-PMH、HY-PHS、HY-PM、HY-S、HY-SCS-MP等系列产品,满足交流与直流的产品测试。

测试电源	类别	单机输出 电流范围	并机输出 电流范围	电流上 升时间	瞬动 测试	长时间 带载测试	精度 测试	熔断时 间显示	测试项目
HY-PMH系列 可编程多功能高速直流电源	DC	0~1500A	0~75kA	$\leq 10\text{ms}$	✓	✓	✓	✓	用于直流类测试:瞬动测试、脱扣测试、温升实验、额定接通、短路接通、寿命试验和动作特性试验等
HY-PHS系列 低压电器瞬动测试电源	DC	0~4500A	0~50kA	$\leq 5\text{ms}$ $\leq 10\text{ms}$	✓			✓	专用于直流类瞬动测试:瞬动测试、脱扣测试、短时耐电流测试、过载性能测试等
HY-PM系列 可编程多功能直流电源	DC	0~1500A	0~45kA			✓	✓		用于直流类测试:可靠性测试、老化测试、温升实验、额定接通、短路接通、寿命试验和动作特性试验等
HY-S-H系列 1U超薄型可编程直流电源	DC	0~1500A	0~90kA			✓	✓		用于直流类测试:供电、老化、耐久
HY-SCS-MP系列 可编程交流恒流源	AC	1~12000A	1~50kA	$\leq 5\text{ms}$	✓	✓		✓	用于交流类测试:瞬动测试、温升实验、寿命耐久性测试、老化测试、温升测试等

#### 4.1.4 熔断器—瞬动测试实测波形



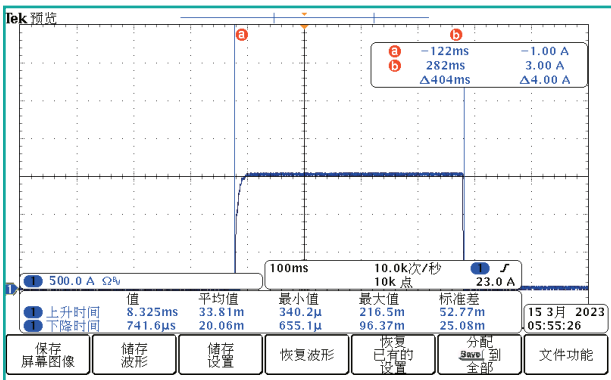
**设备名称:**可编程多功能高速直流电源

**设备型号:**HY-PMH 10-1500 (10V、1500A) 机型;

**测试要求:**在10ms内, 输出电流需快速上升至设定的目标电流值。这一要求确保了测试能够模拟实际工作中的瞬时过电流情况;

**测试过程:**

- 1、电流施加:电源输出电流快速上升至目标电流值, 上升时间 $\leq 10\text{ms}$ ;
- 2、熔断器反应:随着电流的施加, 熔断器会根据其特性进行动作, 即熔断;
- 3、电流变化:在熔断器熔断后, 电流应迅速下降, 以模拟实际电路中的断电情况;
- 4、熔断时间:熔断时间是从施加过电流开始, 到电流降至指定值以下所需的时间。

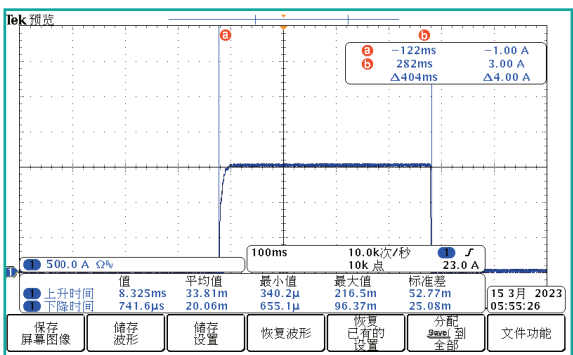


电流上升时间实测图8.325ms展示了熔断器在快速电流上升条件下的响应性能, 熔断器的瞬动性能, 确保其能在规定时间内熔断。



测量并显示熔断时间(示例图)  
根据测量值可以判断熔断器是否在规定时间内熔断

#### 4.1.5 熔断器测试解决方案—航裕电源核心优势



#### 1) 高速的电流上升时间

HY-PMH系列以其高速的电流上升时间, 确保了测试的准确性和效率, 电流上升时间 $\leq 10\text{ms}$ , 满足瞬动测试的严格测试要求。

### 航裕电源HY-PMH系列

#### 1) 快速响应:

电流上升时间 $\leq 5\text{ms}$ 、 $10\text{ms}$ , 满足瞬动测试的严格测试要求;

#### 2) 界面显示:

具有熔断时间显示功能, 方便客户观察、分析和记录。

### 其他品牌电源产品

#### 1) 响应速度较慢:

无法满足瞬动测试 $\leq 10\text{ms}$ 电流上升时间要求;

#### 2) 界面无显示:

无熔断时间显示功能, 客户难以直接获取相关信息。



## 2) 直观熔断时间显示

电源界面配置熔断时间显示功能,显示精度可根据客户需求定制,客户能够更直观地看到熔断时间,便于分析和判断熔断器的性能。



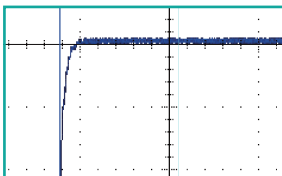
## 3) 模块化与主从机总控设计

通过多台并联扩展大电流的方式,不仅提高了电源系统的电流输出能力,还保持紧凑的体积设计,使直流电源并机在电力需求大、空间有限的场景下具有广泛的应用。



## 4) 高精度输出技术的优势

航裕电源采用16-bit D/A、20-bit A/D高精度转换器,确保了输出的精确性和测试的准确性,提高产品质量和性能稳定性具有重要意义。



## 5) 直流电源无过冲优势

在测试过程中,航裕直流电源无过冲,能够保护客户的被测品,避免因电流过高而造成的损坏,确保测试的准确性和可靠性。



## 6) 输入标配PFC

采用功率因数校正(PFC)技术,有效提高功率因数至0.99,确保电源输出高效稳定,从而提高电能利用效率,减少能源浪费。



## 7) 电源内置多重保护功能

### 保障测试安全:

电源内置的过压、过流、过温等多重保护功能,可以在测试过程中有效防止因电流过大、温度过高而导致的设备损坏,确保测试过程安全进行。

### 延长设备寿命:

保护功能通过及时响应和切断异常电源,避免了设备因长时间处于不良工作状态而导致的寿命缩短,有效延长设备的使用寿命。

### 4.1.6 熔断器部分客户案例



HY-PMH 10-6000



HY-PMH 10-2000



HY-LCS 10-1500AF-60ms



HY-SCS 3P 5-1200AF

## 4.2 断路器测试解决方案 →→

### 4.2.1 断路器—简介



低压断路器主要用于低压动力线路中，当电路发生过载、短路、失压等故障时，它的电磁脱扣器自动脱扣进行短路保护，直接将单/三相电源同时切断，保护电路和用电设备的安全。包括框架断路器、塑壳断路器、微型断路器等。

### 4.2.2 断路器测试需求

断路器测试执行的标准是GB/T14048.2低压开关设备和控制设备标准，其中详细规定了断路器需进行的电气相关测试条例：脱扣极限和特性试验、短时耐受电流测试、过载性能测试、带电操作性能测试、寿命耐久性测试等。

根据《GB/T14048.2低压开关设备和控制设备第2部分：断路器》标准中8.3.2.2脱扣极限和特性试验要求，对电流上升时间和脱扣测试有明确规定要求，如下图：

#### 8.3.2.2.4 试验电路的功率因数

采用 GB/T 14048.1—2012 中 8.3.4.1.3 并做下列修正：  
本部分表 11 取代 GB/T 14048.1—2012 中表 16。

表 11 与试验电流相应的功率因数和时间常数

试验电流 $I$ kA	功率因数 $\cos\phi$		时间常数 ms			
	短路	操作性能能力	过载	短路	操作性能能力	过载
$I \leq 3$	0.9			5		
$3 < I \leq 4.5$	0.8			5		
$4.5 < I \leq 6$	0.7			5		
$6 < I \leq 10$	0.5	0.8	0.5	5	2	2.5
$10 < I \leq 20$	0.3			10		
$20 < I \leq 50$	0.25			15		
$50 < I$	0.2			15		

#### 1) 短路脱扣器

短路脱扣器的动作应在脱扣器短路整定电流的80%和120%下进行验证。

对于交流试验，试验电流应无不对称分量。

对于直流试验，试验电流在接通时应无过冲，时间常数应小于10ms。

当试验电流等于短路整定电流的80%时，脱扣器应不动作，电流持续时间为：

- 对于瞬时脱扣器为0.2s；
- 对于定时限脱扣器，等于制造商规定的延时的2倍时间范围。

当试验电流等于短路整定电流的120%时，脱扣器应动作：

- 对于瞬时脱扣器，应在0.2s内；
- 对于定时限脱扣器，应在等于制造商规定的延时时间的2倍的时间范围内动作。

带有电子过电流脱扣器的断路器，短路脱扣器的动作仅在每极独立验证一次。

带有电磁过电流脱扣器的断路器，多极短路脱扣器的动作应对每二极的组合串联验证一次。对有标记的中性极且具有短路脱扣器的断路器，中性极与任意选择的一极串联试验。此外，短路脱扣器的动作应在每极单独验证一次，按制造商宣称的单极动作电流值或短路电流整定值（如果无宣称的单极动作电流值），在上述电流值的120%下应动作：

- 对于瞬动脱扣情况在0.2s内；
- 对于定时限脱扣情况，等于制造商规定的延时的2倍时间范围内。

## 2) 过载脱扣器—瞬时或定时限脱扣器

瞬时或定时限过载脱扣器的动作应在脱扣器过载整定电流的90%和110%下进行验证。

对于交流试验,试验电流应无不对称分量。

对于直流试验,试验电流在接通时应无过冲,时间常数应小于10ms。

多极过载脱扣器的动作验证应在所有相极上同时通以试验电流。

当试验电流等于过载整定电流的90%时,脱扣器应不动作,电流持续时间为:

- 对于瞬时脱扣器为0.2s;
- 对于定时限脱扣器,时间间隔等于制造商规定的延时时间的2倍。

当试验电流等于过载整定电流的110%时,脱扣器应动作:

- 对于瞬时脱扣器,应在0.2s内;
- 对于定时限脱扣器,应在等于制造商规定的延时时间的2倍的时间间隔内动作。

对有标记的中性极且具有过载脱扣器的断路器,此脱扣器的试验电流应为电流整定值的110%×1.2。

## 3) 过载脱扣器—瞬时或定时限脱扣器

表 3 额定短时耐受电流最小值

额定电流 $I_n$ A	额定短时耐受电流 $I_{rs}$ 的最小值 kA
$I_n \leq 2500$	$12I_n$ 或 5, 取较大者
$I_n > 2500$	30

与额定短时耐受电流相应的短延时不应不小于0.05s,其优选值如下:0.05s-0.1s-0.25s-0.5s-1s。

额定短时耐受电流应不小于表3所示的相应值。

## 4) 过载性能测试

表 12 过载性能的试验电路特性

电流 恢复电压	交流	直流
	$6 \times I_n$ $1.05 \times U_{max}$	$2.5 \times I_n$ $1.05 \times U_{max}$
$U_{max}$ = 断路器的最高工作电压		

交流断路器的试验应在频率45Hz~62Hz之间进行。

断路器电源接线端预期短路电流应至少为10倍试验电流值,或至少为50kA,两者取较低者。

## 5) 带电操作性能测试

表 8 操作循环次数

1 额定电流* A	2 每小时操作 循环次数 <sup>b</sup>	3 操作循环次数		
		不通电流	通电流 <sup>c</sup>	总数
$I_n \leq 100$	120	8 500	1 500	10 000
$100 < I_n \leq 315$	120	7 000	1 000	8 000
$315 < I_n \leq 630$	60	4 000	1 000	5 000
$630 < I_n \leq 2500$	20	2 500	500	3 000
$2500 < I_n$	10	1 500	500	2 000

\* 指给定壳架等级的最大额定电流。  
<sup>b</sup> 第2栏给出的是最小的操作频率。如果经制造商同意,可提高该操作频率,在这种情况下,所用的操作频率应在试验报告中说明。  
<sup>c</sup> 在每个操作循环期间,断路器应保持闭合—足够的时间,以保证通以全电流,但不超过2s。

断路器应在其最高额定工作电压下(由制造商指定)接通和分断其额定电流,功率因数或时间常数按表11选用,允差应符合8.3.2.2.2的规定。

交流断路器的试验应在频率45Hz~62Hz之间进行。

对于装有可调式脱扣器的断路器,本试验应在最大过载整定值和最小短路整定值下进行。

### 4.2.3 断路器—测试解决方案

航裕电源为断路器行业提供全面、高效的专用测试电源解决方案,确保测试的准确性和稳定性,还为客户提供了更高的灵活性和可定制性。

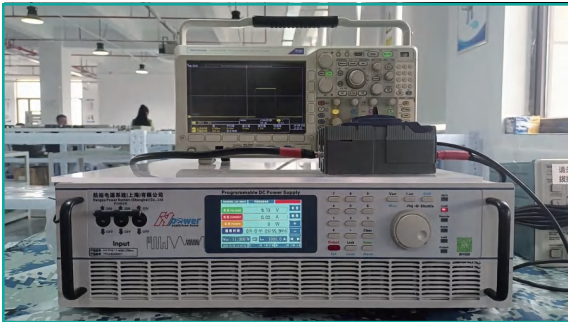
**核心优势:**具有高速电流上升时间,能够满足瞬动测试及快速测试的需求。

**测试项目:**覆盖瞬动测试、脱扣测试、交流脱扣极限和特性测试、短时耐受电流测试、过载性能测试、短路、寿命耐久性、温升耐久测试、过载长延时测试等多种测试项目。

**电源配置:**提供HY-PMH、HY-PHS、HY-PM、HY-S、HY-SCS-MP等系列产品,满足直流与交流的产品测试。

测试电源	类别	单机输出 电流范围	并机输出 电流范围	电流上 升时间	瞬动 测试	长时间 带载测试	精度 测试	熔断时 间显示	测试项目
HY-PMH系列 可编程多功能高速直流电源	DC	0~1500A	0~75kA	≤10ms	✓	✓	✓	✓	用于直流类测试:瞬动测试、脱扣测试、温升实验、额定接通、短路接通、寿命试验和动作特性试验等
HY-PHS系列 低压电器瞬动测试电源	DC	0~4500A	0~50kA	≤5ms ≤10ms	✓			✓	专用于直流类瞬动测试:瞬动测试、脱扣测试、短时耐电流测试、过载性能测试等
HY-PM系列 可编程多功能直流电源	DC	0~1500A	0~45kA			✓	✓		用于直流类测试:可靠性测试、老化测试、温升实验、额定接通、短路接通、寿命试验和动作特性试验等
HY-S-H系列 1U超薄型可编程直流电源	DC	0~1500A	0~90kA			✓	✓		用于直流类测试:供电、老化、耐久
HY-SCS-MP系列 可编程交流恒流源	AC	1~12000A	1~50kA	≤5ms	✓	✓		✓	用于交流类测试:瞬动测试、温升实验、寿命耐久性测试、老化测试、温升测试等

### 4.2.3.1 直流电源实测及核心优势



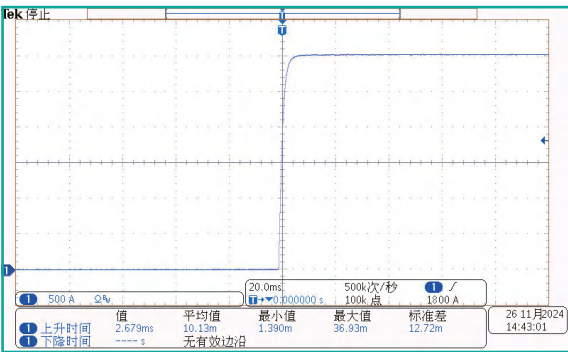
**设备名称:**低压电器瞬动测试专用电源

**设备型号:**HY-PHS 10-3000 (10V、3000A) 机型;

**测试要求:**在5ms内,输出电流需快速上升至设定的目标电流值。这一要求确保了测试能够模拟实际工作中的瞬时过电流情况;

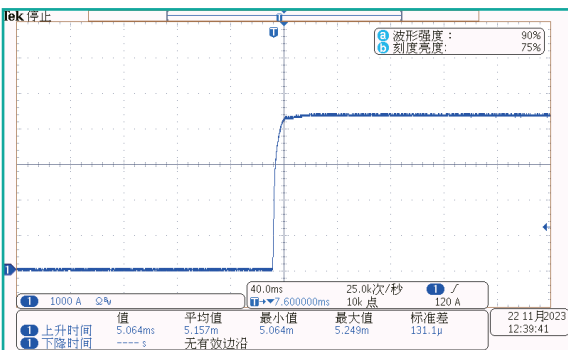
**测试过程:**

- 1、电流施加:电源输出电流快速上升至目标电流值,上升时间≤5ms;
- 2、断路器反应:随着电流的施加,低压断路器会根据其特性进行动作,即脱扣,主要涉及热脱扣器和电磁脱扣器的不同。
- 3、电流变化:断路器施加加大电流脱扣后电流下降,模拟的断路器在故障发生时的保护机制;
- 4、脱扣时间:从故障发生到断路器动作切断电路所需的时间。



实测如左图所示:

实测3000A上升时间2.679ms



**设备名称:**低压电器瞬动测试专用电源

**设备型号:**HY-PHS 10-4500 (10V、4500A) 机型;

**测试要求:**在10ms内,输出电流需快速上升至设定的目标电流值。

这一要求确保了测试能够模拟实际工作中的瞬时过电流情况。

实测如左图所示:

实测4500A上升时间5.064ms

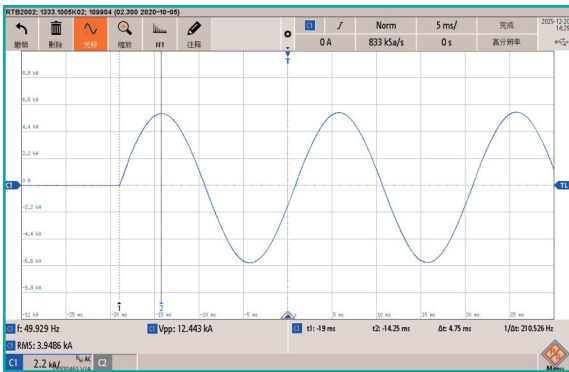
### 航裕电源HY-PHS系列

- 1) 满足大电流上升时间≤5ms、10ms要求
- 2) 界面显示脱扣时间
- 3) 界面显示脱扣电流
- 4) 模块化设计,功率密度高
- 5) LCD液晶屏+数字按键,操作便捷

### 其他品牌电源产品

- 1) 大电流上升时间慢,约50ms以上
- 2) 无脱扣时间显示,使用数码管显示
- 3) 无脱扣电流显示,使用数码管显示
- 4) 采用分流器,精度低,无法满足
- 5) 单一数码管或屏幕,其他模块无显示

### 4.2.3.2 交流电源实测及核心优势



**设备名称:**可编程交流恒流源

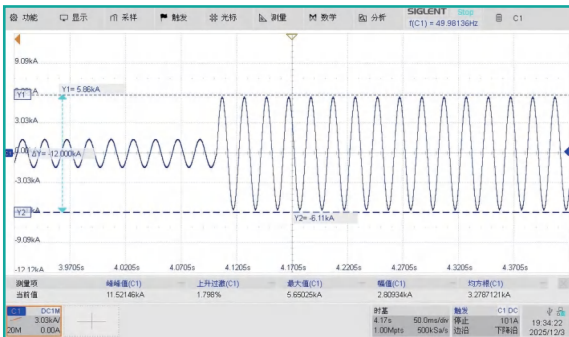
**设备型号:**HY-SCS-MP 20-4400 (20V、4400A、45-70Hz) 机型;

**测试要求:**在5ms内,输出电流需快速上升至设定的目标电流值。这一要求确保了测试能够模拟实际工作中的瞬时过电流情况。

实测如左图所示:

首个周期达到电流有效值,

1/4周期时间4.75ms上升至最大电流4400Vrms



**设备名称:**可编程交流恒流源

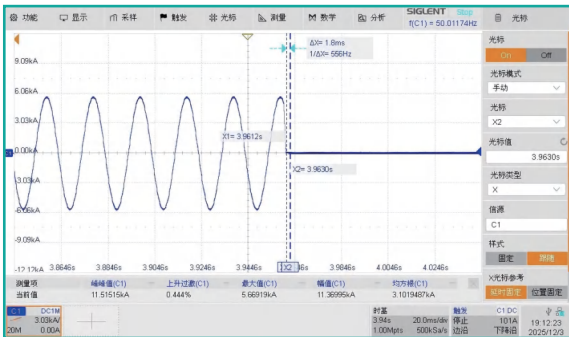
**设备型号:**HY-SCS-MP 20-4400 (20V、4400A、45-70Hz) 机型;

**测试要求:**模拟在电流瞬态突变工况下脱扣响应特性,判断断路器是否能精准、及时动作。

测试核心需要模拟电流从稳态(如额定电流、过载电流)向故障态(如短路电流)能够快速跳变。

实测如左图所示:

由1000A-4000A跳变时,流畅且无过冲



**设备名称:**可编程交流恒流源

**设备型号:**HY-SCS-MP 20-4400 (20V、4400A、45-70Hz) 机型;

**测试要求:**电源需实现关断时无过冲。

实测如左图所示:

关断时无过冲,且关断时间为1.6ms

#### 航裕电源HY-SCS-MP系列

- 1) 满足1/4周期快速上升,首个周期即可达到设定电流有效值
- 2) 线性电源技术,低纹波、低噪声
- 3) 满足1%~100%全量程精度,电流精度0.5%
- 4) 界面显示脱扣时间
- 5) 界面显示脱扣电流
- 6) LCD液晶屏+数字按键,操作便捷

#### 其他品牌电源产品

- 1) 电流上升慢,需要运行多个周期后才能输出最大设定电流
- 2) 无脱扣时间显示,使用数码管显示
- 3) 无脱扣电流显示,使用数码管显示
- 4) 采用分流器,精度低,无法满足
- 5) 单一数码管或屏幕,其他模块无显示

#### 4.2.4 断路器部分客户案例



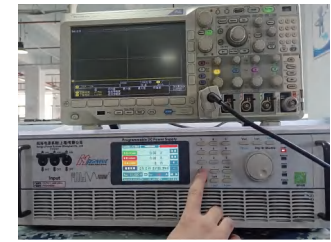
HY-PM 10-1500



HY-PM 15-3000



HY-PM 10-4000



HY-PHS 11-4000



HY-SCS 5-1000



HY-PM 10-3000



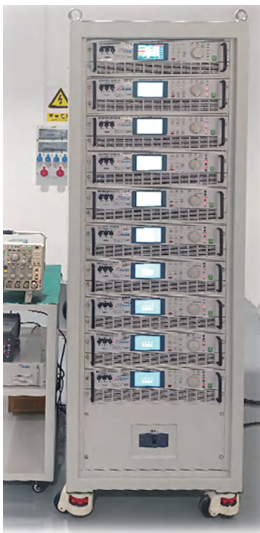
HY-PHS 10-4600



HY-SCS-MP 20-4400



HY-SCS-MP 25-9000



HY-PM 10-10000



HY-PHS 20-16000



HY-PM 10-6000



HY-PM 21-8500



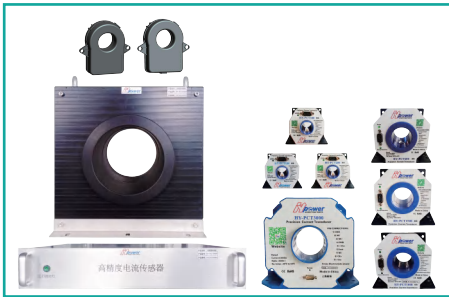
HY-PM 10-31500



HY-PHS 32-20000

## 4.3 电流传感器测试解决方案 →→

### 4.3.1 电流传感器—简介



电流传感器,是一种检测装置,能感受到被测电流的信息,并将检测感受到的信息,按一定规律变换成为符合一定标准需要的电信号或其他所需形式的信息输出,以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。广泛应用于混合动力电动汽车、电动车、家用电器、智能电网、太阳能发电、风力发电、电机和燃料电池等的产品检验和能效评测。

### 4.3.2 电流传感器—测试电源需求

电流传感器使用测试电源的测试需求,旨在确保电流传感器在研发和生产阶段能够得到全面、准确的测试验证,提高在实际应用中的可靠性和安全性。通过合理的测试方案,采用高性能的测试电源设备,提升电流传感器的产品质量和市场竞争能力。

测试电源作为提供稳定电流和电压输出的设备,在电流传感器的测试过程中起着至关重要的作用。

通过测试电源为电流传感器提供不同幅值和频率的电流输入,验证传感器的测量精度、线性度、响应时间等关键性能参数是否符合设计要求。

长时间运行测试,观察电流传感器在持续电流激励下的输出稳定性,以评估其长期工作可靠性。

通过施加异常电流条件(如过载、短路等),检测电流传感器的故障响应和保护机制,确保其能在极端情况下安全地工作。

### 4.3.3 电流传感器—测试解决方案

航裕电源电流传感器全面测试解决方案,此方案全面评估电流传感器性能,确保其在各种应用中的可靠性。

#### ■ 基础性能测试

- 1) 频率特性测试:检测传感器对不同频率信号的响应能力;
- 2) 精度标定:确保传感器测量准确性;
- 3) 额定电流与温升测试:验证传感器在额定电流下的温升情况;
- 4) 过载能力测试:检验传感器对过载电流的承受能力。

#### ■ 动态与稳定性测试

- 1) 动态响应时间:测试传感器对电流变化的响应速度;
- 2) 线性度测试:检验传感器输出电流的平滑性和线性关系。

测试电源	类别	单机输出 电流范围	并机输出 电流范围	测试项目
HY-BPC-CT系列 双极性恒流源	双极性	0~±1000A	/	频率特性测试(频率:DC~100Hz、500Hz、1kHz、5kHz、10kHz、20kHz、30kHz、50kHz(-3dB)可选)
HY-HPD系列 高精度直流电源	DC	0~1500A	0~50kA	精度标定(精度:0.05级、0.02级、0.01级可选;1%-100%全量程精度)
HY-PM系列 可编程多功能直流电源	DC	0~1500A	0~45kA	基础性能测试、动态与稳定性测试
HY-DIDT系列 电流传感器DI/DT专用测试电源	DC	100A~2000A 多个档位可选	/	DI/DT测试(电流上升时间达到100A/μs, 10%-90%)

电流传感器供电电源	通道	输出	适配传感器
HY-CTP 3269	4CH	±12V ±0.5V; ±2.5A(各通道的总和)	3273、3273-50、3274、3276 电流传感器
HY-CTP 3272	2CH	±12V ±0.5V; 600mA(各通道的总和)	3273-50、3274、3275、3276 电流传感器
HY-CTP 9555	1CH	波形输出:2Vf.s.	配有输出连接器HIOKI ME 15W(公头)的电流传感器 CT686x-05、CT687x、CT684x-05等
HY-CTP 9556	1CH	波形输出:2Vf.s., RMS输出:DC 2Vf.s.	
HY-CTP 9557-4CH	4CH	波形输出/加算波形输出:2Vf.s.	
HY-CTP 9557-7CH	7CH	波形输出/加算波形输出:2Vf.s.	
HY-CTP 9558	2CH	±12V ; ±1.25A(各通道的总和)	适用于钳形探头、闭环传感器
HY-CTP 4515-7CH	7CH	±15V, 以电压信号方式输出	适用于传感器(日置、日本横河、国产传感器)全系列供电电源
HY-CTP 500A	1CH	±15V; ±0.8A	适用于 500A 以内传感器供电
HY-CTP 1500A	1CH	±15V; ±1.7A	适用于 1500A 以内传感器供电

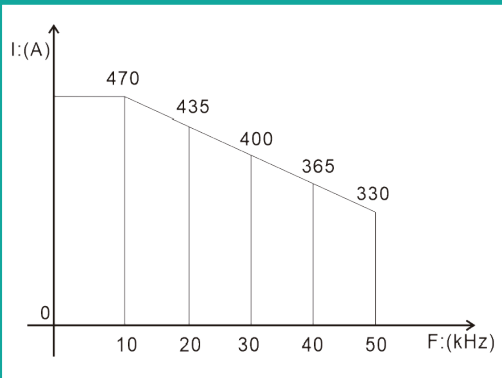
## 1) 频率特性测试

电流传感器的频率特性是其重要性能指标之一，决定了传感器在不同频率电流信号下的响应能力和测量精度，通过施加不同频率的电流激励，测量电流传感器的输出响应，从而分析其频率特性。

航裕电源HY-BPC-CT 双极性恒流源进行电流传感器频率特性测试，双极性恒流源提供正负两个方向的电流，全面测试电流传感器的频率响应。通过提供正负电流，模拟实际工作条件下的电流变化，准确地评估传感器的性能。

HY-BPC-CT输出不同频率的电流激励信号，从低频（如300Hz）开始，逐步增加至高频（如50kHz根据传感器规格），对每个频率点，使用示波器（或其他仪器）记录电流传感器的输出波形，测量其幅值、相位和失真。记录并分析传感器在不同频率下的增益变化、相位延迟和波形失真情况。

### ■ 频率特性图：HY-BPC-CT 5-666-50k-CF为示例



### ■ 应用电源简介

HY-BPC-CT 系列 双极性恒流源

- 采用新型线性技术，低纹波、低噪声、超低失真率
- 开路电压：±2.5V~±80V可选
- 输出电流：0~±1000A 可选
- 输出功率：125W~20kW
- 输出频率：DC~100Hz、500Hz、1kHz、5kHz、10kHz、20kHz、30kHz、50kHz (-3dB) 可选
- 输出波形：AC、DC、AC+DC、半波、馒头波
- 高速响应时间：电流响应时间≤100μs

## 2) 电流精度标定测试

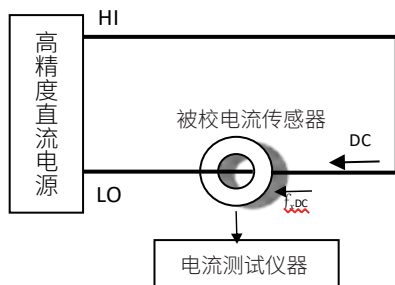
确保电流传感器在实际应用中能够准确测量电流，在研发和生产阶段对其进行严格的精度标定测试。

航裕电源HY-HPD系列高精度直流电源，提供全量程精度、高稳定性和高可靠性的产品特点，为电流传感器精度标定测试。

可以搭配HY-PCT系列高精度传感器，用于电流传感器对比测试，HY-PCT原边额定直流电源最大可达30kA，精度可达10ppm，拥有出色的线性度和准确度，强抗电磁干扰能力，响应时间超低。

可以搭配HY-CM高精度电流表，可观测微小电流或大电流，进行电子及电工测量、工业自动化、仪器仪表测试测量。

### ■ 直流测量法



$$\text{计算公式: } f_{xDC} = \frac{I_{sDC}}{I_{xDC}}$$

- $f_{xDC}$ —被校电流传感器的是直流电流比例
- $I_{sDC}$ —直流标准电流源输出的电流值，A；
- $I_{xDC}$ —直流标准电流表测量的电流值，A；

### ■ 产品实测

HY-HPD标准源：0.01%级准确度

高精度传感器：1:1500A 10ppm磁通门传感器



### ■ 应用电源简介

HY-HPD 系列 高精度直流电源

- 全量程精度：1%-100%
- 电源准确度：0.01级，0.02级，0.05级可选
- 输出电流：最大50kA
- 多量程自动切换，无需转换装置，寿命更长稳定性更高
- 可选配高精度直流电流表，以组建直流电流分流器测试系统
- 可选配10ppm高精度电流传感器，用于电流传感器对比测试
- 可选正负极性转换装置，用于电流传感器正负电流测试
- 输入标配 PFC，功率因素高达0.99

### 3) 额定电流测试

额定电流是电流传感器的一个重要参数,传感器在正常工作条件下能够持续通过的最大电流有效值,确保传感器在实际应用中能够稳定工作,避免过载或测量误差。

航裕电源HY-PM系列 可编程多功能直流电源,提供高稳定的电流源,将电流传感器连接到电流源上,设置一定的电流值,通过比较电流源和电流传感器测量值的差异来验证电流传感器的测量准确性。

#### 应用电源简介



HY-PM 系列 可编程多功能直流电源

- 输出电流:0-1500A可选
- 并机电流:主从并机扩展至45kA
- 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
- 输入标配PFC,功率因数达0.99

### 4) 过载能力测试

过载能力是在电流超过额定值时,仍能承受一定时间而不损坏的能力,是确保在实际应用中稳定可靠工作的重要环节。

航裕电源HY-PM系列 可编程多功能直流电源,通过逐步增加电流的方式,使传感器承受超过额定值的电流,可以通过手动设置电流值,亦可通过面板编程功能设定递增电流值。

### 5) 动态响应时间测试

动态响应时间测试是衡量电流传感器在负载电流变化时,其输出信号跟随输入信号变化的速度,响应时间是评估电流传感器性能的重要指标,它影响着传感器在实际应用中的准确性和实时性。

HY-BPC-CT 双极性恒流源能够提供正负双向电流输出,能够模拟实际工作中的电流变化,验证传感器的动态响应时间。

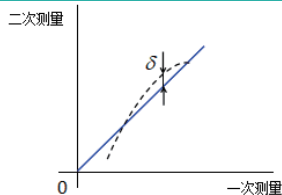
传感器的静态性能和精度,使用HY-PM可编程多功能直流电源、HY-HPD高精度直流源系列产品测试。

### 6) 线性度测试

电流传感器线性度测试的主要目的是评估传感器输出信号与输入信号之间的比例关系,是确定传感器输出信号(副边电流)与输入信号(原边电流)在测量范围内成正比的程度。通过测试,可以验证传感器的线性特性是否满足设计要求,即输出信号是否随输入信号的变化而保持恒定的比例关系。

航裕电源HY-HPD系列能够提供大电流的输出,通过比较传感器校准曲线与拟合直线间的最大偏差确定,各个校准点的测得值,依据最小二乘直线拟合方法得到参比工作直线,计算公式附图:  $\delta_L = \frac{\Delta L_{\max}}{I_{PN}} \times 100\%$

#### 测试示意图



#### 公式说明

- $\delta_L$  — 被校传感器的线性度,%;
- $\Delta L_{\max}$  — 最大线性误差,A;
- $I_{PN}$  — 被校传感器额定一次输入电流,A。

### 7) DIDT测试



实测视频演示

DI/DT测试是为了验证传感器在“电流快速变化”场景下的性能。其中,电源设备的核心作用,是生成可控、高动态的电流信号,既要达到DI/DT测试的电流幅值要求,更要满足电流快速上升的需求。

航裕电源深入了解用户测试痛点,推出HY-DIDT系列电流传感器DI/DT专用测试电源,提供100A、250A、300A、.....到2000A等更多档位可选,用户可根据需求选择电流档位,一键切换,高效便捷。电流上升时间达到100A/ $\mu$ s (10%-90%)。除此之外,在界面中,电流脉冲输出间隔时间和脉冲次数可调。

#### 4.3.4 电流传感器测试解决方案—航裕电源核心优势

##### 1) HY-BPC-CT系列 双极性恒流源

###### 航裕电源HY-BPC-CT 系列

- 1) **高频大电流输出:**  
DC-50kHz, 电流范围max±1000A, 满足高频大电流测试要求;
- 2) **高速响应速度:**  
电流响应速度≤100μs;
- 3) **具备扫频功能:**  
全频扫频, 扫频分辨率可达0.01Hz;
- 4) **稳频精度:**  
100ppm;
- 5) **输出波形:**  
AC、DC、AC+DC、半波、馒头波
- 6) **双极性四象限:**  
正负两个方向的电流测试, 可连续过零点, 无切换时间。

###### 其他品牌交流恒流源

- 1) 高频大电流无法满足, 可以满足工频或微小电流输出;
- 2) 电流高速响应时间ms级, 无法达到传感器μs要求;
- 3) 不具备四象限能力, 无法连续过零点;
- 4) 缺乏定制化能力, 无法满足客户定制化需求。

##### 2) HY-HPD系列 高精度直流电源

###### 航裕电源HY-HPD 系列

- 1) **全量程精度:**  
1%-100%, 0.01%、0.02%、0.05%多种准确度等级, 满足传感器全量程精度测试;
- 2) **正负极性切换:**  
满足传感器正负电流测试;
- 3) **采用磁通门传感器作为电流采样闭环;**
- 4) **主从机控制输出, 提高均流系数, 保证大电流输出下稳定性和精度。**

###### 其他品牌标准源

- 1) 不能满足极性切换, 无法满足传感器负极测试;
- 2) 采用分流器取样温漂大, 电流输出精度低;
- 3) 并机缺乏有效的均流控制机制, 自主均流效果不佳;

#### 4.3.5 电流传感器部分客户案例



HY-BPC-CT系列



HY-BPC-CT系列



HY-HPD系列



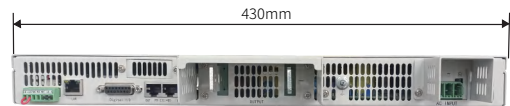
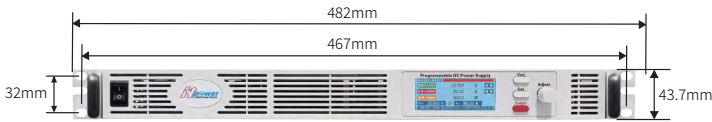
HY-DIDT系列

## 五、外观尺寸

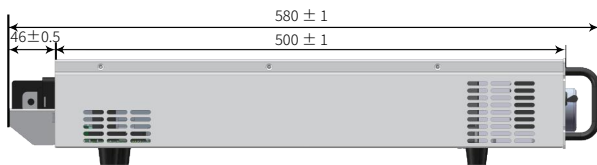
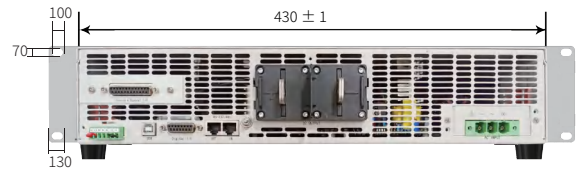
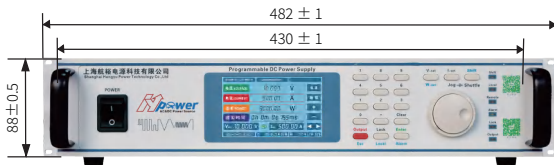
### 单机机型展示

#### 直流机型尺寸 (DC)

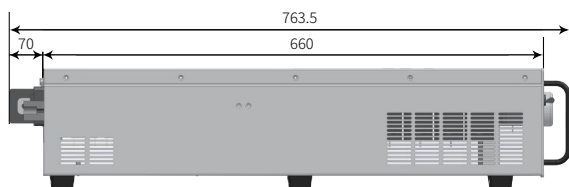
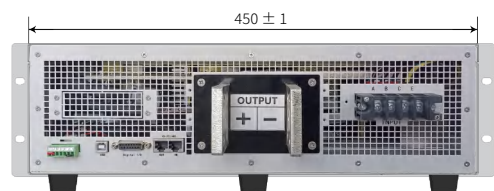
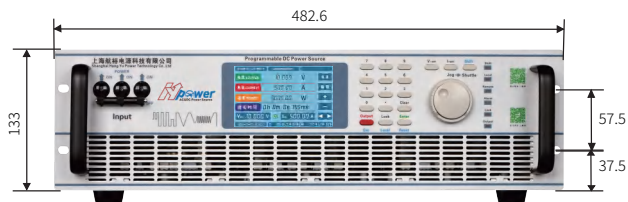
1U: 430(W) \* 513(D) \* 43.7(H) mm



2U: 430(W) \* 500(D) \* 88(H) mm

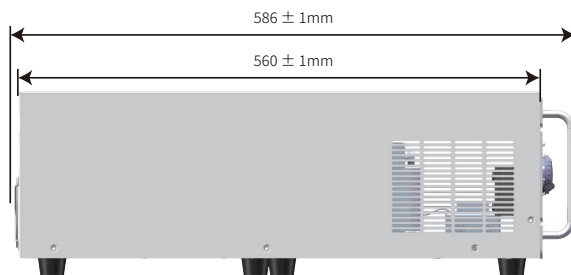
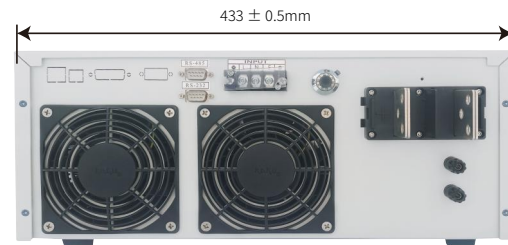
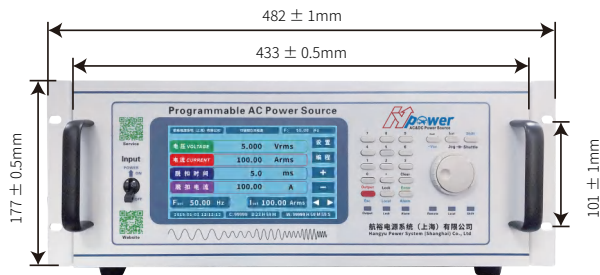


3U: 450(W) \* 660(D) \* 133(H) mm



## 交流机型尺寸 (AC)

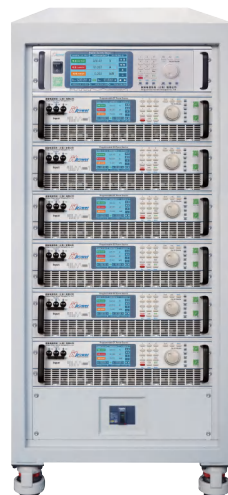
4U: 433(W)\*560(D)\*177(H)mm



## 并机机型展示 (更多并机机型请联系航裕电源)



18U: 600(W)\*800(D)\*920(H)mm



24U: 600(W)\*800(D)\*1190(H)mm



30U: 600(W)\*800(D)\*1453(H)mm



## 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

低压电器专用测试解决方案, 01.27 版, 2026 年 3 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