8961H 发电机专用测试仪

使用说明书

版本

- 2026 年 11 月第 1.11 版



青岛青智仪器有限公司

地址：青岛市高新区宝源路 780 号联东 U 谷 A-8 号楼东

电话：0532-81920028(多线)

网址： Http：//www.qingzhi.com

更多详细资料，例如通讯协议，上位机软件，请扫描下方二维码至公司网站技术资料中下载

目录

使用须知 1
第一章　各部件的名称和用途 3
1.1 前后面板 3
1.2 操作键 4
第二章　规格 5
2.1 输入 5
2.2 显示器 5
2.3 本仪器可测量的项目 6
2.4 外形尺寸 10
2.5 输入范围 10
2.6 精度 11
第三章　系统设置（Setup） 12
3.1 接线方式与接线图（Wiring） 12
3.2 电压量程与电流量程(Range) 16
3.3 使用 VT 或 CT 时的比例功能（SCALING） 19
3.4 滤波器（FILTER） 21
3.5 数据更新周期（UPDATE RATE） 22
3.6 同步源（SYNC SOURCE） 23
3.7 谐波设置(Harmo) 25
3.8 平均（Averaging） 27
3.9 相位差显示格式（Phase） 29
3.10 效率公式（Efficiency） 29
3.11 Delta 运算（Delta Calculation） 31
3.12 屏蔽零点（Zero Shield） 33
3.13 系统信息和系统设置 34
3.14 通信设置(Com) 35
第四章　发电机测试 36
4.1 功能简介 36
4.2 发电机测试设置 37
4.3 继电器 40
4.4 谐波数据、不平衡度 41
4.5 稳态数据 42
4.6 电压整定测试 43
4.7 频率整定测试 45
4.8 突加测试 47
4.9 突卸测试 49
4.10 浪涌等值阶跃电压测定 51

4.11 波动测试 52
4.12 波形数据分析 54
4.13 录波功能 56
第五章 常规显示设置（Display） 58
5.1 从其他界面回到默认界面 58
5.2 选择数值数据显示/波形显示 59
5.3 数值数据显示 59
5.4 图表显示 65
第六章 其他功能（Mix） 70
6.1 最大值保持（Max Hold） 70
6.2 积分功能（Integral） 71
6.3 NULL 功能（NULL） 75
第七章 接口 76
7.1 通信接口 76
第八章 按键与触摸保护 77
8.1 按键/触摸保护 77
附录 1 测量功能的符号和求法 78
常规测量功能 78
谐波测量的测量功能 81
Delta 运算测量功能 82
附录 2 如何实现精确测量 83
发货清单 84

使用须知

感谢：欢迎选择青智仪器有限公司的产品，在本产品使用前请详细阅读本手册，以便于正确使用。

请注意以下事项

- 本手册的版权归青智仪器有限公司所有。在未经本公司书面许可的情况下，严禁以任何形式复制、传递、分发和存储本手册的任何内容。
- 青智仪器有限公司遵循持续发展的策略。因此，青智仪器有限公司保留在不预先通知的情况下，对本手册中描述的任何产品进行修改和改进的权力。
- 本手册的内容可能因为修改和改进而产生未经预告的变更。如有不详之处，请参照本手册提供的信息联系。
- 青智仪器有限公司严格实施 ISO9001 质量管理体系。本公司产品虽然在严格的品质管理过程控制下制造、出厂，但如果出现不正常事项或意外之处，请通知本公司代理商、或参照本手册提供的信息联系。
- 在产品使用过程中出现任何不正常事项或意外之处，请参照本手册提供的信息联系。
- “青智 QINGZHI”为青岛青智仪器有限公司注册商标。

有限保证及责任限定

- 青智仪器有限公司保证每一个产品在正常使用和维修期间都没有材料缺陷和制造工艺问题。测试仪的保证期限为 1.5 年；其附件的保证期限为 90 天。零件、产品修理和服务的保证期为 90 天。保证期从发货之日算起。本保证仅适用于授权零售商的原始买方或最终用户，本保证不适用于保险丝，或者任何被公司确认为由于误用、改造、疏忽、意外、非正常操作和使用所造成的产品损坏。公司保证软件能够在符合性能指标的条件下正常操作。公司并不保证软件没有错误或不会操作中断。
- 青智仪器有限公司仅授权零售商为最终客户提供产品的保证。但并未授权他们代表青智仪器有限公司提供更大的或不同的保证。凡是从通过青智仪器有限公司授权的直销商处购买的产品，本公司都可提供保证支持。
- 青智仪器有限公司的保证责任是有限的。本公司可以选择是否将依购买价退款、免费维修或更换在保证期内退回到本公司授权服务中心的有缺陷产品。
- 为了获得保证服务，请联系青智仪器有限公司或授权零售商。
- 本保证包括买方仅有的全部维修内容，并且已取代以其他方式明示或暗示的所有其他保证内容，包括但不限于为满足特殊适销性或要求所引起的任何暗示的保证内容。 青智仪器有限公司不对任何特殊的、间接的、偶然的或后续的损坏或损失及数据丢失承担责任， 无论是否由于违背担保合约或基于合同、民事侵权、信念或任何其它理由而导致这些损失。

产品合格声明

- 本声明仅适用于 8961H 发电机专用测试仪。
- 测试仪产品由青智仪器有限公司设计、制造、并按照相关国家标准进行检验合格。
- 测试仪的所有知识产权归青智仪器有限公司所有。
- 测试仪的检验在施加标准信号的条件下完成。如果使用互感器扩展量程进行测试时，请考虑因为使用 PT（电压互感器）、CT（电流互感器）等而引入的误差。

产品符合《GB-T 13978-2008 数字多用表》。

安全须知

- 本产品设计为有专业知识的人员使用。
- 本产品以前为 IEC 安全等级 I 级产品（带接地端口）
- 检查仪器外观，如果仪器外观有问题，请勿使用
- 请确保电源电压与仪器额定电源电压相吻合，并且不超过所使用电源线的最大电压范围
- 为防止触电或火灾事故，请勿使用没有保护接地的电源线和接线板
- 请勿在含有易燃易爆的液体或气体的环境里操作本仪器。在那样的环境里操作仪器会非常危险。
- 本公司维修人员以外的人员请勿卸下盖板或拆卸、更改仪器。仪器内部有高压，很危险。
- 在连接被测对象或外部控制装置之前，请先做好保护接地的连接。接触电路前，请关闭电源并确认已无电压。

一般使用须知

请勿使带电物品接近输入端子，否则会引起内部电路损坏。

液晶显示器极易受损，注意不要让锋利物品损伤其表面。另外，请避免振动或机械撞击。

长时间不使用仪器时，请切断测量回路和仪器的电源，将仪器的电源插头从插座拔出。

电源要求

- 工作电源：AC 100V～240V　50/60Hz　无较重的振动及电磁干扰
- 整机功耗：<40VA。

环境温度与环境湿度

- 温度：(0～40)℃；
- 湿度：(20%～75%)RH；
- 大气压力：　(86～106)kPa

异常情况

出现机体冒烟或散发异味等异常情况时，请立即关闭电源，从插座拔掉电源插头，并切断连接到输入端

子的测量回路的电源。发生异常情况时，请与我们联系。

警告

请遵守以下注意事项。如不遵守，可能导致伤亡。

使用正确的供电电源

连接电源线之前，请务必确认供电电压与仪器额定电压相吻合，且不超过附带电源线的最大额定电压。

使用正确的电源线和电源插头

为防止触电和火灾事故，请使用本公司提供的电源线。请务必将主电源插头接入带保护接地的电源插座。 请勿使用没有保护接地的接线板。另外，请勿将本仪器附带的电源线用于其他仪器。

连接保护接地端子

为防止触电，开启仪器电源前应确认已连接好保护接地端子。仪器附带的电源线是三叉电源线。请将电源线连接到正确的接地三叉插座。

保护接地的必要性

请勿切断本仪器内部和外部的保护接地线、或拔出保护接地端口的电线，否则本仪器将处于危险状态。

保护接地或保险丝有缺陷时

如发现保护接地或保险丝有缺陷，请停止使用本仪器。请在使用仪器之前对保护功能进行确认。

进行外部连接之前做好保护接地的连接

在连接被测对象或外部控制电路之前，请先做好保护接地的连接。接触电路之前，请关闭电源并确认已无电压。

其他使用警告

- 请勿在含有易燃易爆的液体或气体的环境里操作本仪器。
- 使用前，检查测试仪、测试导线和附件的机体是否有损坏的情况。如有损坏，应立即更换。查看是否有缺损、裂缝或缺少塑胶件，特别留意连接器附近的绝缘。
- 拆下所有不正在使用的测试导线和附件。
- 不要使用裸露的金属接头或橡胶插头。
- 不要将金属物件插入接头。

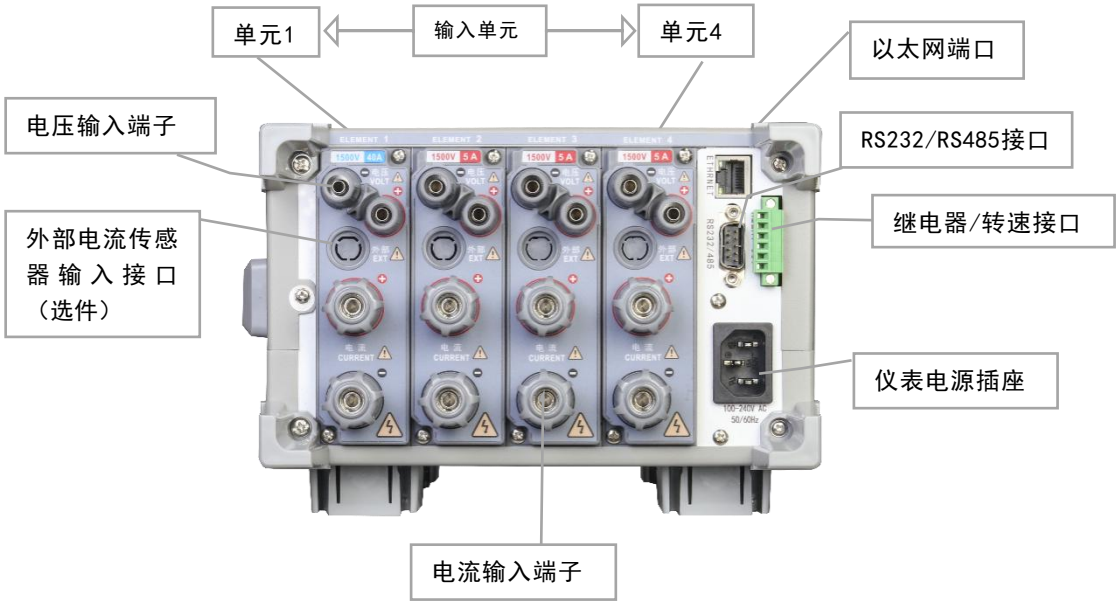
第一章　各部件的名称和用途

1.1 前后面板

前面板



后面板



1.2 操作键

A EXT 键（选件）
按此键快速将电流档位切换至外置传感器输入模式。

ELEMENT 键
- 按此键选择需要设置量程的输入单元。每按一次 ELEMENT，输入单元就切换一次。
- 在选择接线方式时，属于同一接线组的输入单元将被一同选定。

V AUTO 和 A AUTO 下的▲键和▼键
按此键可以选择电压、电流或外部电流传感器量程（选件）切换档位。（即使用固定量程功能）

V AUTO 和 A AUTO 键
按 AUTO 键可启用自动量程功能，启用后 AUTO 键亮灯。通过自动量程功能，可以根据输入信号的振幅自动设定电压、电流或外部电流传感器的量程。再按一次 AUTO，启用固定量程功能，AUTO 键熄灭。

SETUP 键
按此键可以调出常规设置菜单。在设置菜单中可以调整接线线制、档位、倍率、同步源、数据更新时间、滤波器等设置参数。

UTILITY 键
按此键可以快速查看仪表详细信息。

TOUCH LOCK 键
按此键可以启用或禁用液晶触摸屏的触摸功能。

KEY LOCK 键
按此键可以启用或禁用前面板按键功能。

HOLD 键
按 HOLD，HOLD 键亮灯，每个数据更新周期的数据测量和显示操作停止，保持显示数值数据。再按一次 HOLD，HOLD 键熄灭，重新开始显示更新的数值。

NUMERIC 键 
按此键显示数值数据，再次点击可以切换显示内容。

WAVE 键 
按此键显示波形和数值数据，再次点击可以切换波形图。

RESET 键
获取输入焦点状态下，按此键后，输入值将恢复至默认值。

SET 键
按此键调出设置菜单，可以用光标选择并确定选择窗口内的项目和值。数值数据显示画面中如果不显示菜单，按此键打开更改显示项目的菜单。

Cursor 键（▲▼◄►）
按 ►◄ 键左右移动数值之间的光标。按 ▲▼ 键增加或减小数值。也可以用 ▲▼ 键选择设置项目。

◄PAGE 和 PAGE► 键
在数值数据显示画面中，测量项目跨越多个页面时，按这两个键切换页面。

NULL 键
在仪器接有外部传感器和测试线时，可以用NULL功能减去偏置电压和偏置电流。

ESC 键
返回按键。

第二章　规格

2.1 输入

项目	规格
输入类型	电压　浮置输入、电阻分压方式 电流　浮置输入、分流器方式
测量量程	电压 15V、30V、60V、100V、150V、300V、600V、1500V、2000V（直流） 电流 ■ 直接输入 20mA、50mA、100mA、200mA、500mA、1A、2A、5A ■ 外部电流传感器输入 50mV、100mV、200mV、500mV、1V、2V、5V、10V。 或 2mA、5mA、10mA、20mA、50mA、100mA、200mA、500mA
输入阻抗	电压 输入电阻：5MΩ 电流 输入电阻：100mΩ（5A）
线路滤波器	截止频率为 100Hz～100kHz。10KHz 内步长 100Hz 连续可调，10KHz 以上步长 1KHz 连续可调。
频率滤波器	截止频率为 100Hz～100KHz。10KHz 内步长 100Hz 连续可调，10KHz 以上步长 1KHz 连续可调。
AD 转换器	采样周期约为 2.5uS （速率约 400K） ；精度：16 位 ；电压电流同时转换
校零方式	每次换量程时
量程切换	可以按输入单元设置量程 ；可以所有单元统一设置量程
自动量程功能	具备自动量程功能

2.2 显示器

项目	规格
显示器	7 英寸 TFT 液晶显示器
全屏像素	1024*600 点（H*V）
显示更新	33fps

2.3 本仪器可测量的项目

本仪器可测量的项目如下。关于测量功能的求法，请查阅附录。

术语解释

测量功能

由本仪器测量和显示的物理量，如电压有效值、电流平均值、功率和相位差等被称为测量功能，用各物理量相对应的符号表示。例如，“Urms”表示电压真有效值。

单元

单元是指一组可以输入 1 相被测电压和电流的端口。本仪器最多可以装载 4 个单元。编号为 1～4。由于测量功能符号后面紧跟单元编号，因此可以知道本仪器所显示的测量数据是属于哪个单元的。例如，“Urms1”表示单元 1 电压的真有效值。

接线方式

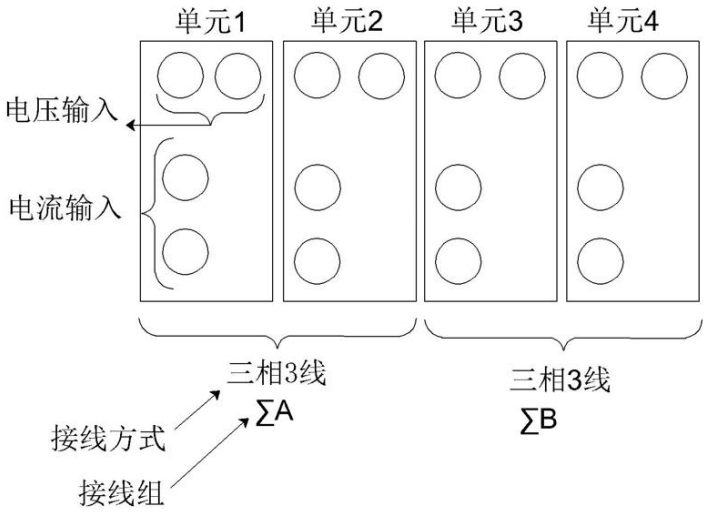
为测量各种单相、三相输电方式的功率，本仪器提供几种接线方式。详见 3.1 节

接线组与 Σ 功能

- 为测量三相功率，将 2 个或 3 个相同接线方式的输入单元组成一组的情况称为接线组。
  可以组成 2 组接线组：ΣA、ΣB
- 接线组的测量功能被称为 Σ 功能。
- 各测量项目表中提到的输入单元和接线组如下所示。但是，可测量的输入单元和接线组取决于本仪器安装的输入单元数量。
- 输入单元：单元 1、单元 2、单元 3、单元 4
- 接线组：ΣA、ΣB

请参照

例如，“UrmsΣA”表示分配到接线组 ΣA 的各输入单元真有效值电压的平均。



数值显示

各输入单元的测量功能

项目	符号和含义
电压（V）	Urms：真有效值　Umn：　校准到有效值的整流平均值 Udc：　简单平均值　Urmn：整流平均值 Uac：　交流成分
电流（A）	Irms：真有效值　Imn：　校准到有效值的整流平均值 Idc：　简单平均值　Irmn：整流平均值 Iac：　交流成分
有功功率（W）	P
视在功率（VA）	S
无功功率（var）	Q
功率因数	λ
相位差（°）	Φ
频率（Hz）	fU（FreqU）电压频率、fI：（FreqI）电流频率： 可以同时测量单元 1～4 的所有 fU 和 fI。
电压的最大值和最小值（V）	U+pk：最大电压、U-pk：最小电压
电流的最大值和最小值（A）	I+pk：最大电流、I-pk：最小电流
功率的最大值和最小值（W）	P+pk：最大功率、P-pk：最小功率
峰值因数（峰值对有效值之比）	CfU：电压峰值因数、CfI：电流峰值因数
积分	Time：积分时间 WP：正负瓦时之和 WP+：正 P 之和（消耗的瓦时） WP-：负 P 之和（反馈电源的瓦时） q：正负安时之和 q+：正 I 之和（安时） q-：负 I 之和（安时） Varh：正负无功电能之和 Varh：正无功电能 Varh：负无功电能

各接线组（ΣA、ΣB）的测量功能（Σ 功能）

项目	符号和含义	
电压（V）	Urms Σ：真有效值	Umn Σ：校准到有效值的整流平均值
	Udc Σ：简单平均值	Urmn Σ：整流平均值
	Uac Σ：交流成分	
电流（A）	Irms Σ：真有效值	Imn Σ：校准到有效值的整流平均值
	Idc Σ：简单平均值	Irmn Σ：整流平均值
	Iac Σ：交流成分	
有功功率（W）	P Σ	
视在功率（VA）	S Σ	
无功功率（var）	Q Σ	
功率因数	λ Σ	
相位差（°）	Φ Σ	
积分	WP Σ：正负瓦时之和	
	WP+ Σ：P 之和正（消耗的瓦时）	
	WP- Σ：P 之和负（反馈电源的瓦时）	
	q Σ：正负安时之和	
	q+ Σ：I 之和正（安时）	
	q- Σ：I 之和负（安时）	
不平衡运算	U_unb ：电压不平衡度	
	U_pos ：正序电压	
	U_neg ：负序电压	
	U_zero ：零序电压	
	I_unb ：电流不平衡度	
	I_pos ：正序电流	
	I_neg ：负序电流	
	I_zero ：零序电流	
	PS ：相序	
Delta 运算（多模式）	V1 (Delta -> Star) ：3P3W 或 3V3A 接线方式时的相电压 V1	
（仅支持 ΣA）	V2 (Delta -> Star) ：3P3W 或 3V3A 接线方式时的相电压 V2	
	V3 (Delta -> Star) ：3P3W 或 3V3A 接线方式时的相电压 V3	
	Σ V (Delta -> Star) ：3P3W 或 3V3A 接线方式时的平均相电压 Σ V	
	V12 (Star -> Delta) ：3P4W 接线方式时的线电压 V12	

	V23 (Star -> Delta) : 3P4W 接线方式时的线电压 V23
	V31 (Star -> Delta) : 3P4W 接线方式时的线电压 V31
	ΣV (Star -> Delta) : 3P4W 接线方式时的平均线电压 ΣV
	I0 : 中性相电流
	V12 (3P3W) : 3P3W 接线时的未测线电压 V12

其它

项目	符号和含义
效率	η1 : 效率 1，计算公式去取决于设置项
	η2 : 效率 2，计算公式去取决于设置项
	η3 : 效率 3，计算公式去取决于设置项
	η4 : 效率 4，计算公式去取决于设置项
谐波同步源频率	fPLL : 同步源频率

发电机测试项目

*发电机测试项目的详细情况请参照第四章内容，分别予以详细介绍。

波形

项目	符号和含义
波形显示项目	单元 1～4 的电压、电流

棒图和矢量

项目	符号和含义
棒图显示	用棒图显示各谐波的振幅
矢量显示	将基波电压信号和基波电流信号的相位差显示为矢量

趋势

项目	符号和含义
测量数量	最多 8 个项目
趋势显示	用线形图显示测量功能的数值数据的趋势

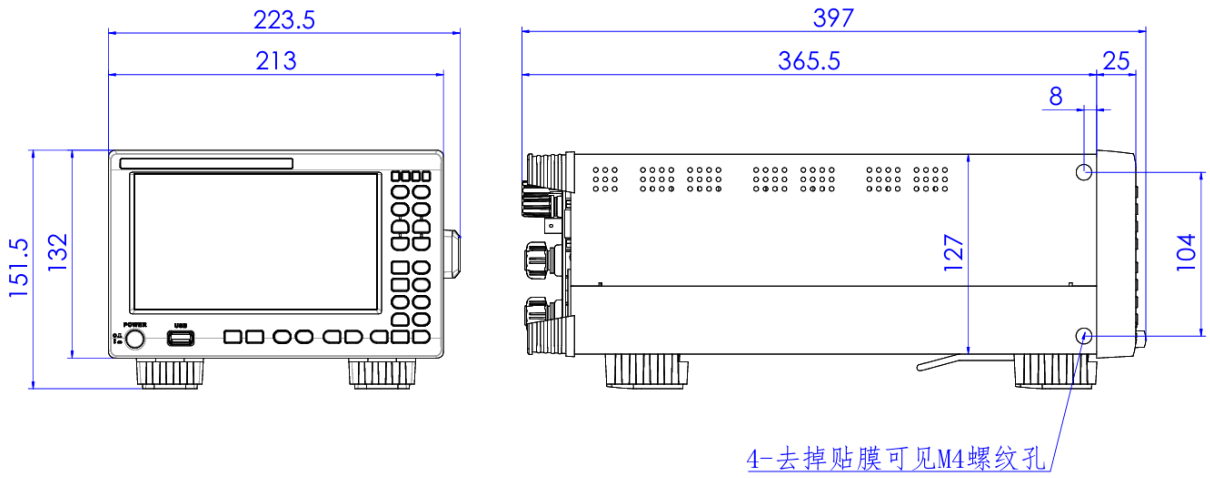
谐波测量

各输入单元的测量功能

项目	符号和含义
电压（V）	U（k）：k 次谐波的电压有效值 U：总电压有效值
电流（A）	I（k）：k 次谐波的电流有效值 I：总电流有效值
谐波失真因数	Uhdf（k）：谐波电压 U（k）对 U（1）或 U 的比率 Ihdf（k）：谐波电流 I（k）对 I（1）或 I 的比率
总谐波失真因数	Uthd：总谐波电压对 U（1）或 U 的比率 Ithd：总谐波电流对 I（1）或 I 的比率

2.4 外形尺寸

- 重量：约 5 kg。
- 外形最大尺寸：宽×高×深 （223.5×151.5×397）。



2.5 输入范围

项目	量程	备注
电压量程	0.3V～2000V Peak	以产品上的量程标识为准
电流量程	0.0002A～5A	
转速量程	3-20V 脉冲　<300KHz	

2.6 精度

测量条件

测试仪以数值形式表示的性能指标均在规定的容差范围之内。在开机后的30分钟和2个完整数据采集周期内，测试仪满足规定的准确度。性能指标以一年校准周期为基础。

要求的条件

- 温度：23±5℃
- 湿度：30～75%RH
- 输入波形：正弦波
- 波峰系数：3
- 共模电压：0V
- 预热 30 分钟后
- 测量量程改变后

参数	测量范围	误差（f 单位为 kHz）带宽 200kHz(-3dB)	
电压电流	正常量程	DC	±(读数的0.1% +量程的0.1%)
		0.5 Hz ≤ f < 45 Hz	±(读数的0.1% +量程的0.2%)
		45 Hz ≤ f ≤ 66 Hz	±(读数的0.1% +量程的0.05 %)
		66 Hz < f ≤ 1 kHz	±(读数的0.1% +量程的0.2 %)
		1 k Hz < f ≤ 10 kHz	±(读数的(0.07*f)% +量程的0.3%)
		10 k Hz < f ≤ 200kHz	±(读数的0.5% +量程的0.5%) ±[读数的{0.04*(f-10)}%]
有功功率 （PF=1.0）	U*I	DC	±(读数的0.1% +量程的0.1%)
		0.5 Hz ≤ f < 45 Hz	±(读数的0.3% +量程的0.2%)
		45 Hz ≤ f ≤ 66 Hz	±(读数的0.1% +量程的0.05 %)
		66 Hz < f ≤ 1 kHz	±(读数的0.2% +量程的0.2 %)
		1 k Hz < f ≤ 10 kHz	±(读数的0.1% +量程的0.3 %) ±[读数的{0.067*(f-1)}%]
		10 k Hz < f ≤ 200 kHz	±(读数的0.5% +量程的0.5 %) ±[读数的{0.09*(f-10)}%]
频率	0.5 ～ 200kHz	计数方式，0.1%*读数， （仅当信号值大于 0.1*当前量程时才可测量）	
电能累计	0～999999 MWh /0～-99999 MWh	±(功率误差 + 计时误差)	
安时累计	0～999999 MAh /0～-99999 MAh	±(电流误差 + 计时误差)	
计时	99999h	读数的±0.05%	

		基波频率	最高分析次数	精度等级：A(Ⅰ)级
谐波	2～500 次	5Hz～200Hz	500	
		200HZ～500HZ	200	
		500HZ～1KHZ	100	
		1KHZ～2KHZ	50	
		2KHZ～5KHZ	20	
		5KHZ～10KHZ	10	
		10KHZ～20KHZ	5	
		20KHZ～50KHZ	2	

第三章　系统设置（Setup）

本章主要介绍触摸屏右侧第一项 Setup 中的设置选项，发电机相关测试请阅第四章

3.1 接线方式与接线图（Wiring）

本节介绍接线方式的相关设置

设置接线方式

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・基础设置（Basic Input）菜单、三级线制（Wiring）菜单，进入下图界面。

设置接线方式（1P2W、3P3W、3P4W、3V3A）。

下拉列表显示可以选择的接线方式，然后从中选择接线方式。



接线方式的类型

- 接线方式选择 3P3W、3P4W 或 3V3A 时，比已选单元编号更大的相邻的 2 个或 3 个输入单元被设为一个接线组。
- 最多自动设置 2 个接线组（ΣA、ΣB）。

> 提示
> •最大编号单元的接线方式由最小编号单元的接线方式设置自动决定，因此不能选择编号最大的单元。
> •设置较小编号单元的接线组之前，不能设置较大编号单元的接线组。
> •任意单元积分不在重置状态时不允许切换线制。

接线方式功能指南

接线方式

本仪器可以提供4种接线方式。可选接线方式取决于单元的配置数量。

1P2W	单相 2 线制
3P3W	三相 3 线制
3P4W	三相 4 线制
3V3A	3 电压 3 电流表法

接线组

接线组是将2或3个相同接线方式的输入单元组成一组的情况。最多可以定义2个接线组，分别用ΣA、ΣB表示。

- 有2个接线组时，接线组是ΣA和ΣB。
- 接线组由相邻的输入单元组成，不相邻的输入单元无法组成接线组。
- 一个接线组只能全部由量程相同的输入单元组成，不同输入单元类型无法组成接线组。

Σ 功能

接线组的测量功能被称为Σ功能。
例如，“UrmsΣA”表示分配到接线组ΣA的各输入单元真有效值电压的平均。

> 提示
> •如果设置的接线方式不符合实际测量回路的接线，就无法得到正确的测量和运算。

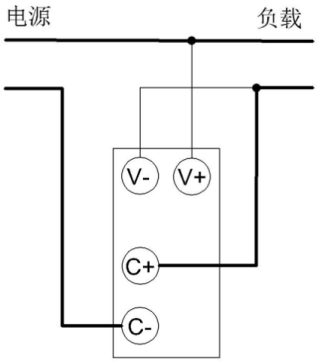
接线图

下述各图是按照接线方式与以下输入单元连接的接线实例。连接其他输入单元时，请用正确的输入单元编号代替以下各图中的编号，电压输入端子和电流输入端子分别用U和I表示。
可选接线方式取决于安装的输入单元数。

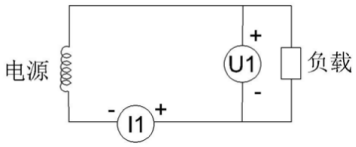
- 单相2线制（1P2W）：　输入单元1
- 三相3线制（3P3W）：　输入单元1和2
- 三相3电压3电流表法（3V3A）和三相4线制（3P4W）：输入单元 1～3

单相 2 线制（1P2W）的接线举例

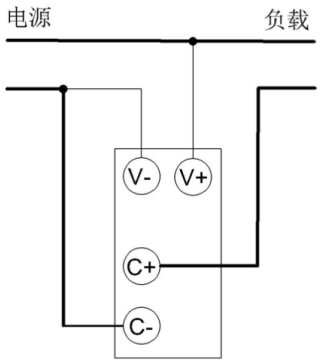
测量较大电流时



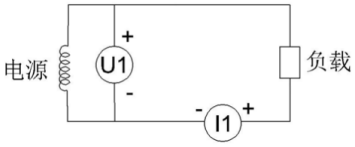
输入单元1
（V1，A1）



测量较小电流时

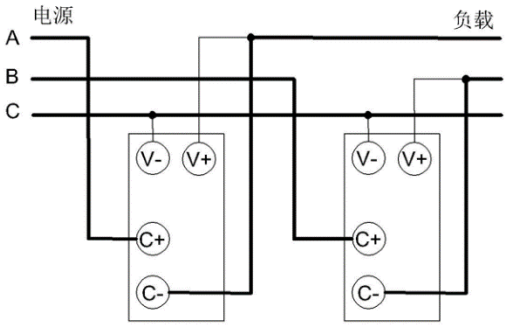


输入单元1
（V1，A1）



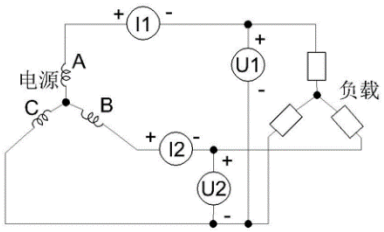
三相 3 线制（3P3W）的接线举例

有3个输入单元时，可以进行2种三相3线制接线。



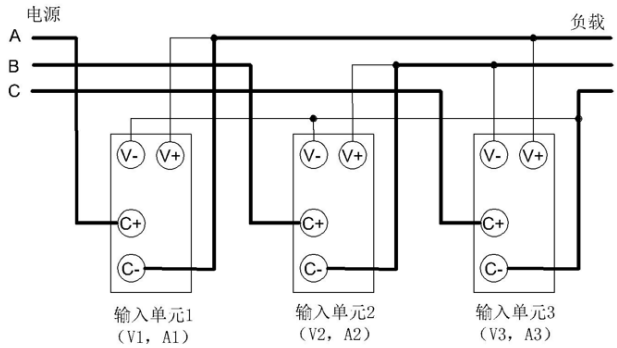
输入单元1
（V1，A1）

输入单元2
（V2，A2）



三相 3 线制（3 电压 3 电流表法）（3V3A）的接线举例

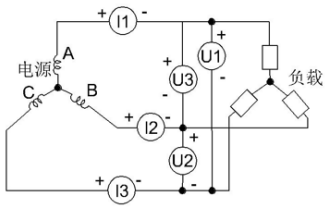
有3个输入单元时，可以进行1种三相3线制3电压3电流表法）



输入单元1
（V1，A1）

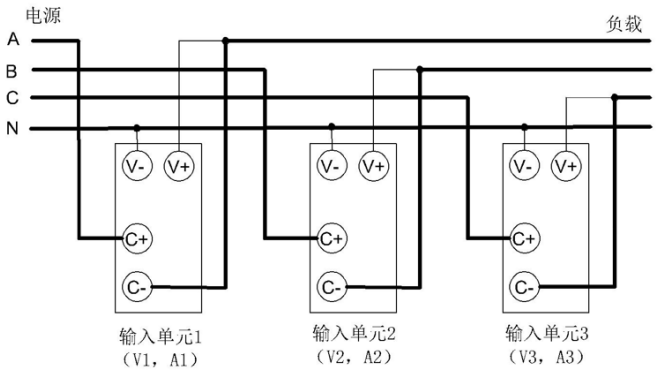
输入单元2
（V2，A2）

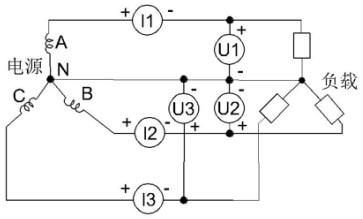
输入单元3
（V3，A3）



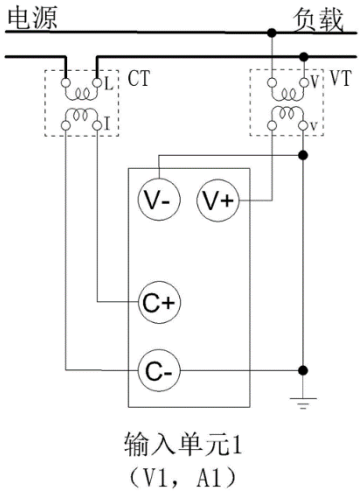
三相 4 线制（3P4W）的接线举例

有 3 个输入单元时，可以进行 1 种三相 4 线制接线。

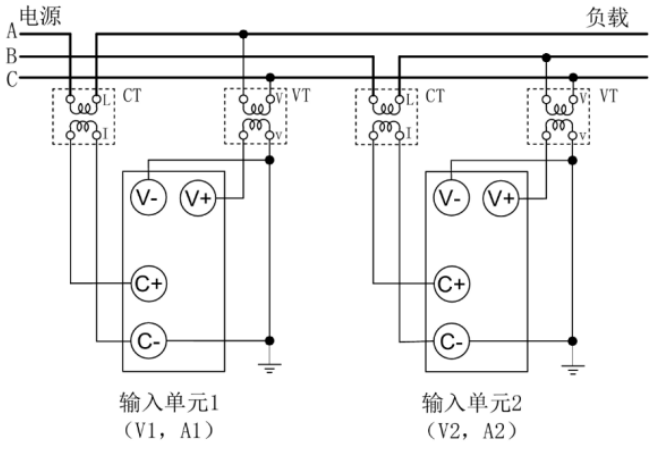




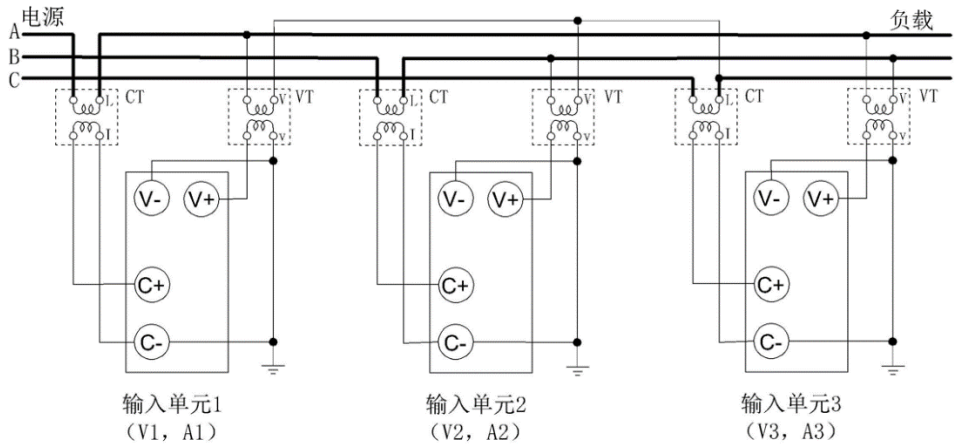
单相 2 线制（1P2W）使用 VT/CT 时的接线举例



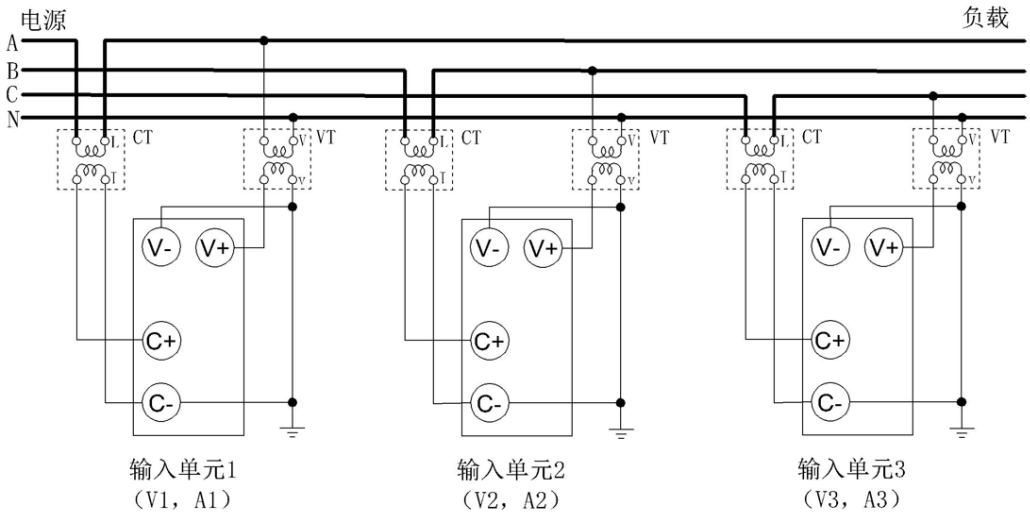
三相 3 线制（3P3W）使用 VT/CT 时的接线举例



三相 3 线制（3 电压 3 电流表法）（3V3A）使用 VT/CT 时的接线举例



三相 4 线制（3P4W）使用 VT/CT 时的接线举例



•关于接线方式和测量值/运算值的求法之间的关系，请查阅附录1 “测量功能的符号和求法”。

3.2 电压量程与电流量程(Range)

本节介绍电压量程和电流量程的相关设置。

量程功能指南

量程有 2 种：固定量程（自动量程设为 OFF 时）或自动量程（自动量程设为 ON）。

固定量程

电压固定量程

电压量程固定时，可以从以下选项中选择量程。即使输入信号的大小发生改变，被选电压量程也不会变。以输入信号的有效值为基准，设置量程。

可以从 15V、30V、60V、100V、150V、300V、600V、1500V、2000V（直流）中选择。

提示

- 以输入信号的有效值为基准设置量程。例如，输入 100-Vrms 正弦信号时，量程设为 100V。
- 测量失真波形等非正弦波信号时，除以下情况外，选择最小量程可以实现高精度测量。

- 屏幕上方状态栏中输入信号峰值超限指示灯亮起红灯或闪烁。
- 脉宽小，本仪器的采样率（约 400Ks/S）捕捉不到波形峰值。
- 受本仪器测量回路带宽的限制，脉冲波形的高频成分减弱，波形峰值比超量程检测电平小。

- 将 VT（电压互感器）的二次输出施加到电压输入端子时，需根据 VT 输出的最大值设置电压量程。然后，使用比例功能设置 VT 比。

电流固定量程

电流量程固定时，可以从以下选项中选择量程。即使输入信号的大小发生改变，被选电流量程也不会变。以输入信号的有效值为基准，设置量程。

20mA、50mA、100mA、200mA、500mA、1A、2A、5A

提示

- 将 CT（电流互感器）的二次输出、或电流输出型钳式电流传感器的输出接入电流输入端子时，需根据 CT 或电流传感器输出的最大值设置电流量程。然后，使用比例功能设置 CT 比、或电流输出型钳式电流传感器的换算比。

自动量程

量程升档

满足以下任何一个条件时，测量量程增加。

- 测量功能 Urms 或 Irms 的数据超过测量量程的 130%。
- Upk+或 Ipk-的数据超过测量量程的 300%。
- 当接线组已经设置时，同一接线组的输入单元中即使只有 1 个满足量程升档的上述条件，接线组内的所有输入单元的量程也会一起增加。

量程降档

满足以下所有条件时，测量量程减小。

- Urms 或 Irms 的数据小于等于测量量程的 30%。
- Upk+或 Ipk-的数据小于等于下档量程的 300%。
  * 即使打开 NULL 功能，也是以关闭时的值进行判断。
- 当接线组已经设定时，同一接线组的所有输入单元满足量程降档的上述条件，接线组内的所有输入单元的量程将一起减小。

提示

- 选择自动量程时，如果输入的波形是周期不定的脉冲波形，量程可能会发生改变。此时请选择固定量程。

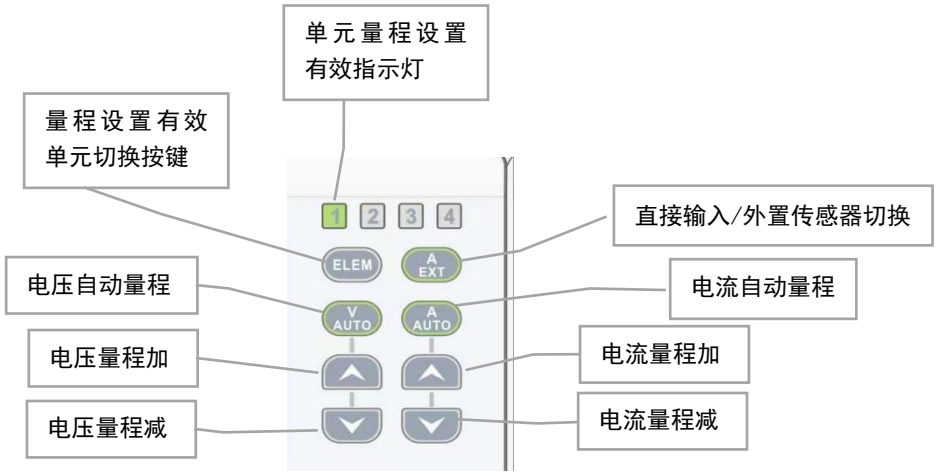
设置量程操作

设置自动量程

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・基础设置（Basic Input）菜单、三级・量程（Range）菜单，进入下图界面。



点击 **ELEM** 按键会切换单元，对应单元量程设置有效指示灯会亮，按对应的实体按键，可以切换该单元的量程。
点击对应的 **V_AUTO/A_AUTO** 键可以给每个通道单独设置电压/电流自动量程
点击**上下箭头**也可以设置电压、电流量程（见下图）



设置固定量程

点击下拉箭头可以展开进行选择。



电压量程选项

可以从 15V、30V、60V、100V、150V、300V、600V、1500V、2000V（直流）中选择。

电流量程选项

可以从 20mA、50mA、100mA、200mA、500mA、1A、2A、5A 中选择。

外置电流传感器（选件）

- 外部传感器输入单元（Ext Sensor Input Element；选件）
  选择外部电流传感器输入的有效测量量程。

提示

- 不能将所有测量量程都设为 OFF，至少要有 1 个有效量程。
- 同一接线组的所有输入单元共享有效量程设置。

3.3 使用 VT 或 CT 时的比例功能（SCALING）

设置 VT 或 CT

本节介绍通过外部 VT 变压器测量电压和通过外部 CT 变流器测量电流的相关设置 ：

- 打开/关闭比例功能
- 电压比例系数
- 电流比例系数
- 功率比例系数

比例菜单（Scaling）

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・基础设置（Basic Input）菜单、三级・比例（Scaling）菜单，进入下图界面。



提示

- 如果想直接读取外部电流传感器的电流值，应关闭比例功能。如果打开，电流值将再乘以电流比例系数。

比例功能指南

从外部 VT（电压互感器）或 CT（电流互感器）输入电压或电流信号时，可以设置各自系数。

打开（Active ON）/关闭（Active OFF）比例（Scaling）

可以选择是否应用与测量功能相适应的 VT 比、CT 比和功率系数。
使用 VT 或 CT 或电流传感器读取测量值时，请选择 ON。选择 ON 后，屏幕上方的比例指示灯点亮。
适用的测量功能：

电压（U）、电流（I）、功率（P、S 和 Q）、电压的最大值和最小值（U+pk 和 U-pk）、电流的最大值和最小值（I+pk 和 I-pk）。

- ON：上述测量功能乘以 VT 比、CT 比或功率系数。
- OFF：上述测量功能不乘以 VT 比、CT 比或功率系数。VT 和 CT 的输出值直接显示为数值数据。

VT 比（VT Scaling）

将 VT 的二次输出施加到电压输入端子时，设置 VT 比。然后，根据 VT 输出的最大值设置电压量程。

CT 比（CT Scaling）

将 CT 的二次输出施加到电流输入端子时，设置 CT 比。然后，根据 CT 输出的最大值设置电流量程。

电流传感器换算比值（CT Conversion Scaling）

将电流输出型钳式电流传感器的输出接入电流输入端子时，设置电流输出型电流传感器的换算比。然后，根据电流传感器输出的最大值设置电流量程。

功率系数（SF Scaling；比例系数）

通过设置功率系数（SF），可以显示乘以系数后的有功功率、视在功率和无功功率测量值。

测量功能	换算前的数据	换算结果
电压 U	U2（VT 的二次输出）	U2×V　　V： VT 比
电流 I	I2（CT 的二次输出）	I2×C　　C： CT 比
有功功率 P	P2	P2×V×C×SF　　SF：功率系数
视在功率 S	S2	S2×V×C×SF
无功功率 Q	Q2	Q2×V×C×SF
电压的最大值和最小值 Upk	Upk2（VT 的二次输出）	Upk2×V
电流的最大值和最小值 Ipk	Ipk2（CT 的二次输出）	Ipk2×C

- 如果测量值乘以 VT 比、CT 比或功率系数（比例系数）的结果超过 9999.99 M，数值数据显示框将显示“-OF-”。
- 通过显示设置参数列表，可以查看所有输入单元的 VT 比、CT 比和功率系数。

3.4 滤波器（FILTER）

线路滤波器（Line Filter）和频率滤波器(Frequency Filter)

本仪器配置一个截止频率为 0.1kHz～100kHz 的滤波器。10KHz 以内步长 100Hz 连续可调，10KHz 以上步长 1KHz 连续可调。

设置滤波器

本节介绍线路滤波器的相关设置 ：

线路/频率滤波器菜单

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・基础设置（Basic Input）菜单、三级・滤波（Filter）菜单，进入下图界面。



选择一个单元，然后打开或关闭线路/频率滤波器，设置截止频率。

截止频率可以设为

0.1 kHz ～ 100.0 kHz（10KHz 以内步长 100Hz，10KHz 以上步长 1KHz）

点击右边菜单栏滤波图案也可以进入快捷设置界面。

线路滤波器功能指南

共有 2 种输入滤波器，线路滤波器和频率滤波器。
因为线路滤波器插在电压和电流测量回路里，所以会直接影响电压、电流和功率的测量。当打开线路滤波器时，测量值不包含高频成分，因此可去除来自变频器或失真波形的噪声，测量电压、电流和功率。

- 本仪器每个单元配置一个截至频率可设的线路滤波器。
- 滤波器状态显示在常规数据页面右侧状态栏（ LF 标识 ）

频率滤波器功能指南

频率滤波器插在频率测量回路，不仅影响频率测量，也会影响检测电压、电流和功率测量用测量区间。因此，它也被用于精确检测过零。由于该滤波器不是插在电压、电流的测量回路，即便打开它，得到的测量值也将包含高频成分。

- 本仪器每个单元配置一个截至频率可设的线路滤波。
- 本仪器检测过零点约有量程的 5%的迟滞。
- 滤波器状态显示在常规数据页面右侧状态栏（ FF 标识 ）

3.5 数据更新周期（UPDATE RATE）

设置数据更新周期

此节介绍如何设置数据更新周期。50mS～20S

高速计算时 5mS 计算一次；

更新率菜单

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・基础设置（Basic Input）菜单、三级・更新速率（UpdateRate）菜单，进入下图界面。



数据更新周期功能指南

数据更新周期是测量功能数据的更新间隔。
可以从以下选项中选择数据更新周期。
50mS、100mS、200mS、500mS（默认）、1S、2S、5S、10S、20S
数值数据在每个数据更新周期被更新、存储、经通信接口输出。
加快数据更新率，可以捕捉电力系统较快的负载变动；而减慢数据更新率，可以捕捉低频信号。

如果输入信号频率低，并且在超时周期内无法检测同步源的周期，频率数据将超出测量量程，并将导致错误。
常规测量的测量功能使用超时之前的整个期间作为测量区间，以确定测量值。

提示

- 数值数据和波形数据的显示更新周期可能比数据更新周期长。
- AC 信号的可测最低频率取决于数据更新周期。如果被测 AC 信号的频率低于频率测量下限，测量值可能不稳定。

3.6 同步源（SYNC SOURCE）

设置同步源

同步源菜单（Sync Src）

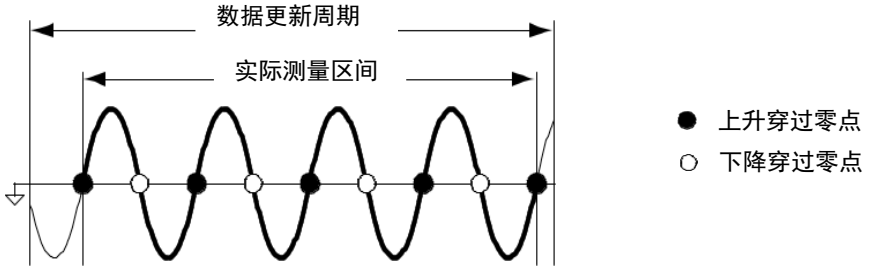
在一级・设置（SETUP）菜单、二级・基础设置（Basic Input）菜单、三级・同步源（Sync Source）菜单，进入下图界面。



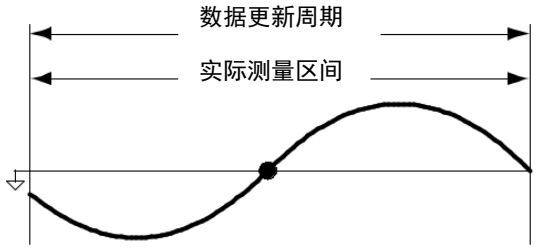
同步源功能指南

常规测量时测量功能的测量区间

测量区间由基准输入信号（同步源）决定。将数据更新周期内从穿过零点（振幅的中间值）的上升斜率（或下降斜率）的最初点，到穿过零点（振幅的中间值）的上升斜率（或下降斜率）的最后点为止的这段区间设为测量区间。



如果数据更新周期内没有或只有一个上升或下降斜率，整个数据更新周期为测量区间。



电压或电流最大值的数值数据以整个数据更新周期为测量区间。因此，从电压和电流最大值求得的测量功能（U+pk、U-pk、I+pk、I-pk、CfU、CfI）也以整个数据更新周期为测量区间。

谐波测量时测量功能的测量区间

测量区间是从数据更新周期内的第一个采样数据到谐波采样频率计得 8192 点为止。
本仪器根据设为 PLL 源信号的区间自动决定谐波采样频率。求取谐波测量功能数值用的采样数据和测量区间可能与常规测量功能的不同。
单元 1～单元 4
先用按键选择一个单元，然后从以下选项中选择作为同步源的信号。可选项取决于单元的配置数量。单独设置输入单元关闭时，同一接线组各单元的同步源相同。
U1、I1、U2、I2、U3、I3、U4、I4 和 None

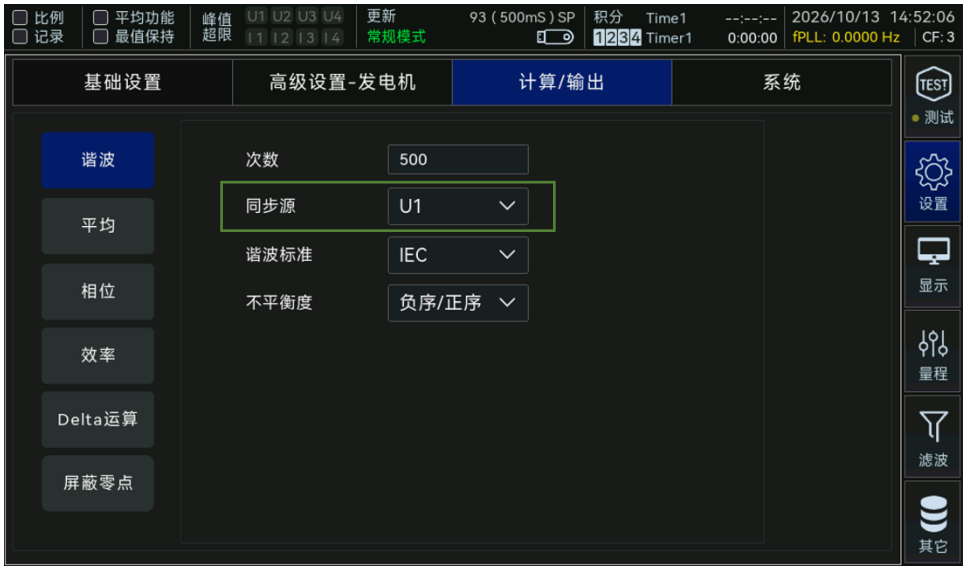
提示

- 如果同步源设为无时
  - •数据更新周期内的所有采样数据都将用于确定数值数据。
  - •当测量直流信号时，这样做可以防止因测量区间检测误差而产生的噪声。
- 如果同步源设置不当，测量值就可能不稳定或出错。

3.7 谐波设置(Harmo)

3.7.1 PLL 源（PLL Source）

测量谐波时，必须决定谐波分析用的基波周期（基波信号的周期）。决定基波周期的信号是 PLL（phase locked loop）源。
在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・谐波（Harmo）菜单，进入下图界面。



从以下选项中选择 PLL 源。可选项取决于单元的配置数量。
U1、I1、U2、I2、U3、I3、U4、I4

3.7.2 谐波次数（Order）

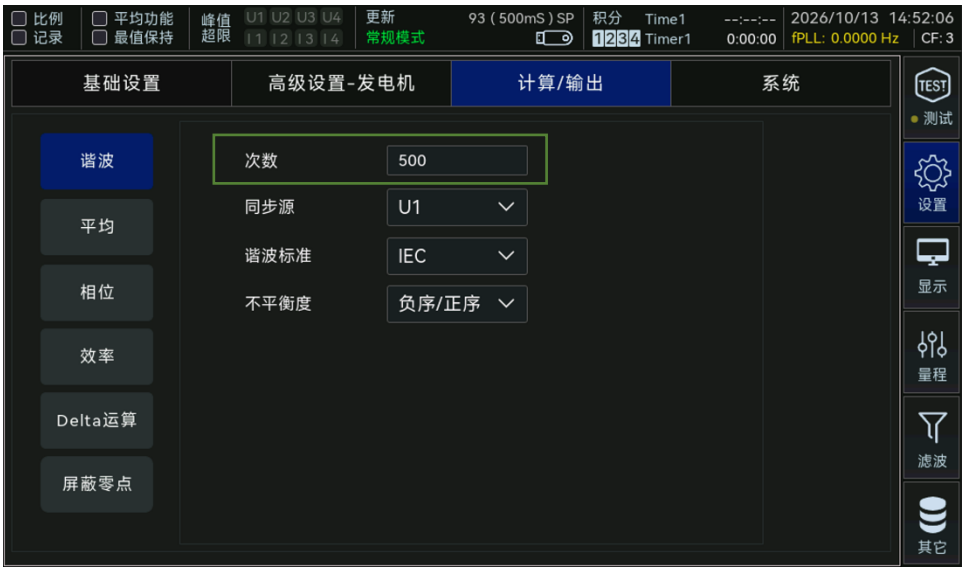
可以指定谐波测量范围。这里指定的谐波次数也用于计算失真因数的数值。

设置测量谐波次数

本节介绍如何设置测量谐波次数。

设置测量谐波次数菜单

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・谐波（Harmo）菜单，进入下图界面。



测量谐波次数功能指南

要测量的谐波次数（Order）

可以在 1～500 中选择。

3.7.3 失真因数标准（Thd Standard）

设置失真因数标准

本节介绍如何设置失真因数运算公式。

设置失真因数运算公式菜单

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・谐波（Harmo）菜单，进入下图界面。

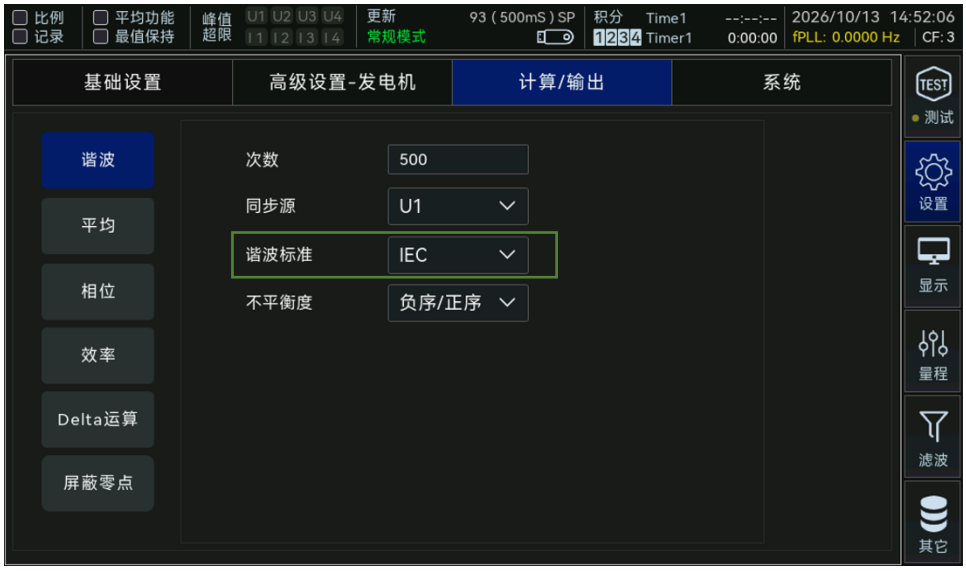
可以设置 IEC 和 CSA。

IEC 标准

谐波含有率 = 谐波电压/基波电压*100%

CSA 标准

谐波含有率 = 谐波电压/电压有效值*100%



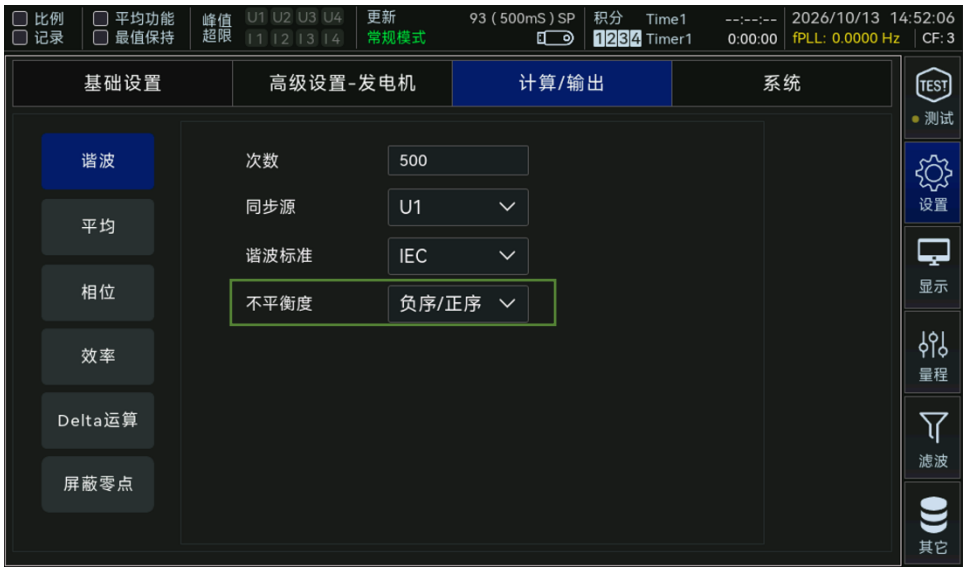
3.7.4 不平衡度（Unbalance）

设置不平衡度

本节介绍如何设置不平衡度。

设置不平衡度菜单

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・谐波（Harmo）菜单，进入下图界面。可以设置不平衡度的两种计算方式：负序/正序 和 零序/正序。



3.8 平均（Averaging）

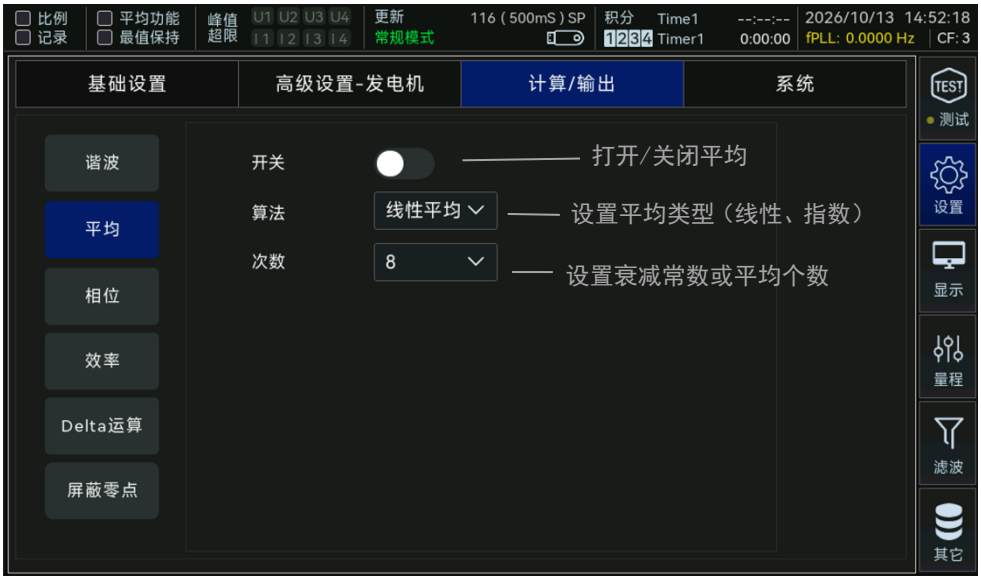
设置平均

本节介绍平均的相关设置 ：

- 打开/关闭平均
- 平均类型
- 衰减常数/平均个数

平均菜单

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・平均（Average）菜单，进入下图界面。线性平均针对电源或负载的变动较大或输入信号的频率较低时数值显示不稳定、读取困难的情况有效。



打开（ON）/关闭（OFF）平均（Averaging）

常规测量的测量功能
可以选择是否平均。
切换 Switch 状态

平均类型（Type）

可以选择指数平均或者线性平均。

指数平均（Exp）
用指定的衰减常数，根据以下公式对数值数据进行指数平均。

$$D_n = D_{n-1} + \frac{(M_n - D_{n-1})}{K}$$

D_n：经过第 n 次指数平均后显示的数值（第 1 次显示的数值$D_1 = M_1$）
D_{n-1}：经过第 n-1 次指数平均后显示的数值
M_n：第 n 次的测量数据
K：衰减常数（从 8 ～ 64 中选择）

线性平均（Lin）
根据以下公式，用指定的平均个数计算线性平均值。

$$D_n = \frac{M_{n-(m-1)} + \cdots M_{n-2} + M_{n-1} + M_n}{m}$$

D_n：从第 n（-m-1）次到第 n 次
$M_{n-(m-1)}$：第 n（-m-1）次的测量值
M_{n-2}：第 n-2 次的测量值
M_{n-1}：第 n-1 次的测量值
M_n：第 n 次的测量数据
m：平均个数（从 8 ～ 64 中选择）

衰减常数或平均个数（Count）

- 如果平均类型是 Exp（指数平均），在以下范围内设置衰减常数：8～64
- 如果平均类型是 Lin（线性平均），在以下范围内设置平均个数：8～64

执行平均的测量功能

可以直接平均的测量功能如下：

- Urms、Umn、Udc、Urmn、Uac、Irms、Imn、Idc、Irmn、Iac、P、S 和 Q
- 用 Urms、Irms、P、S、Q 的平均值计算 λ、Φ、CfU、CfI、q、q+、q-、η1～η4

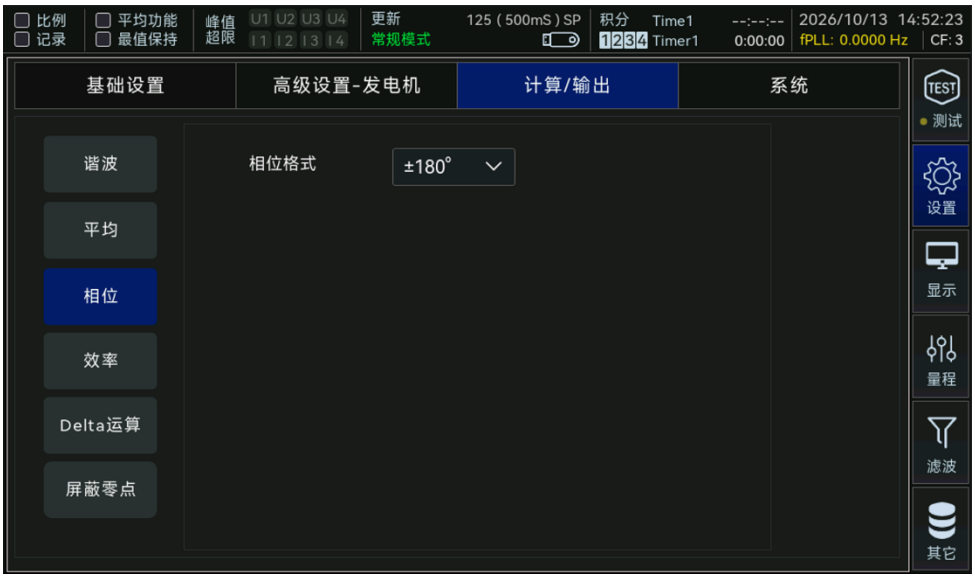
以下测量功能不执行平均：

- fU、fI、U+pk、U-pk、I+pk、I-pk、P+pk、P-pk、Time、WP、WP+、WP-、WPΣ、WP+Σ、WP-Σ、WS、WQ

提示
- 平均功能打开时，求取并显示多次测量的平均值。如果输入信号发生急剧变化，测量值对应变化的响应时间会变长。
- 衰减常数（指数平均用）或平均个数（移动平均用）的数值越大，测量结果越稳定（对输入变化的响应变慢）。

3.9 相位差显示格式（Phase）

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・相位（Phase）菜单，进入下图界面。



电压和电流间的相位差Φ表示相对各单元电压的电流相位。从以下选项中选择显示格式。

- **180 degrees**

  如果电流相位相对电压处于逆时针方向，电流超前（Leading）电压。如果电流相位相对电压处于顺时针方向，电流滞后（Laging）。用 0～180° 角表示相位差。

- **360 degrees**

  按时针方向 0～360° 角表示相位差。

> 提示
> - 如果被测电压或电流的值为0，显示“Error”。
> - 在安装谐波测量选件的机型上，总是用 0～180° 角（超前（无符号）、滞后（-））显示电压和电流 1～500 次谐波的相位差ΦU、ΦI。

3.10 效率公式（Efficiency）

设置效率公式

本节介绍效率公式的相关设置 ：

- 效率公式

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・效率（Efficiency）菜单，进入下图界面。



效率公式功能指南

可以通过组合测量功能符创建效率公式，并利用这些测量功能的数值数据求出设备的能量转换效率。

η1-η4

可以创建 4 个效率公式（η1～η4），用以下测量功能作为运算项。

- 每个单元的有功功率（P1～P4）
- Σ 功能的有功功率（PΣA、PΣB）
- Udef1 和 Udef2

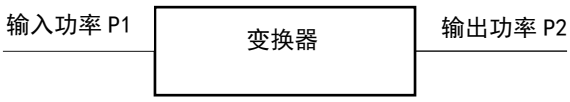
Udef1 和 Udef2

可以设置多达 4 个上述测量功能相加的运算项。

公式实例

- **单相 2 线制输入/单相 2 线制输出设备的效率**

  输入 ： 单元 1 的功率（P1）
  输出 ： 单元 2 的功率（P2）
  效率公式 ： P2/P1 × 100（%）



- **单相 2 线制输入/三相 3 线制输出设备的效率**

  输入 ： 单元 1 的功率（P1）
  输出 ： 单元 2、3 的 Σ 功率（PΣA）
  效率公式 ： PΣA/P1×100（%）

- **三相 3 线制输入/三相 3 线制输出设备的效率**

  输入 ： 单元 1、2 的 Σ 功率（PΣA）
  输出 ： 单元 3、4 的 Σ 功率（PΣB）
  效率公式 ： PΣB/PΣA×100（%）

提示

- 为正确计算效率，在设置所有单元的功率系数时，要将用于效率运算的所有功率单位设成一致。例如，单元或接线组之间的功率单位既有 W（瓦特）又有 J（焦耳）时，将无法正确计算出效率。

3.11 Delta 运算（Delta Calculation）

设置 Delta 运算

通过计算接线组各单元电压或电流瞬时值(采样数据)的和或差，求出电压差、相电压等数据的过程，称为 Delta 运算，8961H 具有 12 组独立的 Delta 运算通道。

本节介绍 Delta 运算的相关设置：

- Delta 运算项目（ITEM）
- Delta 运算模式（MODE）

在一级・设置(SETUP)菜单、二级・计算/输出(Computation)菜单、三级・Delata 运算(Delta Calculation)菜单，进入下图界面。



运算模式

RMS	有效值模式
AC	交流模式
MEAN	校准到有效值的整流平均值
R-MEAN	整流平均值
DC	直流模式

运算项目

V1(Delta>Star)	3P3W 或 3V3A 接线方式时的相电压 V1
V2(Delta>Star)	3P3W 或 3V3A 接线方式时的相电压 V2
V3(Delta>Star)	3P3W 或 3V3A 接线方式时的相电压 V3
ΣV(Delta>Star)	3P3W 或 3V3A 接线方式时的相平均电压 ΣV
V12(Star>Delta)	3P4W 接线方式时的线电压 V12
V23(Star>Delta)	3P4W 接线方式时的线电压 V23
V31(Star>Delta)	3P4W 接线方式时的线电压 V31
ΣV(Star>Delta)	3P4W 接线方式时的平均线电压 ΣV
IO	中性相/线电流
V12(3P3W)	3P3W 接线时的未测线电压 V12

Delta 运算能实现以下运算功能。

- 选择 3P3W 接线方式时，计算未测量的线电压。



- 使用 3P4W 的数据，从星型接线的数据运算三角型接线的数据(星-三角变换)。



•使用 3V3A 的数据，从三角型接线的数据运算星型接线的数据(三角-星变换)。该功能对于计算无中性线被测对象的相电压非常有用。



提示

- 建议 Delta 运算的对象单元尽量使用相同的量程和比例(PT/CT 比和系数)。否则，会因采样数据分辨率的不同使运算结果产生误差。
- 用于 Delta 运算的接线方式为单相 2 线制(1P2W)时，无法执行 Delta 运算。

3.12 屏蔽零点（Zero Shield）

设置屏蔽零点

本节介绍零点屏蔽功能说明

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・计算/输出（Computation）菜单、三级・屏蔽零点（Zero Shield）菜单，进入下图界面。



- 可通过触摸屏幕对应位置呼出键盘设置各单元电压与电流的下限和最小下限。
- 每个档位的测量下限为相应档位的量程乘以下限百分比。
- 屏蔽下限为最小量程乘以最小下限百分比。
- 如果档位的测量下限低于屏蔽零点时，档位测量下限将更新为屏蔽零点。
- 可在设置第一单元的零点屏蔽后，使用“复制单元 1”按键一键设置其他单元。



为保证仪表的安全运行，保存零点设置需要输入密码，如确有修改屏蔽零点的需求，可联系我司客服或技术人员获取设置密码。

3.13 系统信息和系统设置

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・系统（Utility）菜单、三级・信息（Info）菜单，进入下图界面。

显示系统的基本信息



在一级・设置（SETUP）菜单、二级・系统（Utility）菜单、三级・系统配置（System）菜单，进入下图界面。可以切换语言、亮度、时间



提示
- 禁用千兆网后会禁用千兆自协商，自动降级为百兆。防止复杂电磁环境干扰导致的丢包。
- 禁止固件升级后，插入 U 盘后不会自动跳出在线升级的界面。

3.14 通信设置(Com)

3.14.1 网口设置

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・系统（Utility）菜单、三级・通讯（Comm）菜单，进入下图界面。



以太网设置指南

DHCP 是给连接到因特网的计算机临时分配所需信息的协议。要连接到有 DHCP 服务器的网络，请打开 DHCP 设置。打开 DHCP，当本仪器连接到网络后就能自动获取 IP 地址，无需手动设置。关闭 DHCP 时，必须设置合适的 IP 地址、子网掩码和默认网关。

TCP SERVER 模式为本仪器作为服务器，以 TCP 协议进行传输，需要配置的参数有仪表 IP、子网掩码、默认网关、本地端口，此模式下，同时只能支持 5 个 TCP 客户端连接。

TCP CLIENT 模式为本仪器作为客户端，以 TCP 协议进行传输，需要配置的参数有仪表 IP、子网掩码、默认网关、本地端口、目的 IP、 目的端口。

3.14.2 UART 设置

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・系统（Utility）菜单、三级・通讯（Comm）菜单，进入下图界面。



通讯协议

- 本仪器支持 Modbus-RTU，协议请参考 8961H_Modbus 通讯协议文档。

RS232/RS485

- 设置通讯的地址（1～255，默认 001）
- 设置通讯波特率（9600、19200、38400、57600、115200，默认 9600）

第四章　发电机测试

屏幕右侧按钮点击**测试（TEST）**菜单后显示以下页面，点击对应测试按钮即可进入相应实验模块。



4.1 功能简介

本发电机测试仪符合以下标准要求，并按照以下要求对发电机进行测试。

- GB/T 2820.5-2025《往复式内燃机驱动的交流发电机组 第 5 部分：发电机组》（等同采用 ISO 8528-5）
- GB/T 20136-2025《内燃机电站通用技术条件》
- GJB 1488A-2020《军用内燃机电站通用试验方法》
- GB/T 13032-2010《船用柴油发电机组》
- GJB 674B-2020《军用直流移动电站通用规范》
- GB/T 755-2025《旋转电机 定额和性能》（等同 IEC 60034-1）
- IEEE Std 519-2022《IEEE 电力系统谐波控制标准》
- GJB 235B-2020 军用交流移动电站通用规范
- GJB 399A-99 舰船电动交流发电机组通用规范

- GB/T 8981-2011 有刷三相同步发电机技术条件
- YD/T 502-2007 通信用柴油发电机组
- E-05（202111）发电机组 中国船级社

4.2 发电机测试设置

在一级・设置（SETUP）菜单、二级・发电机（Generator）菜单，进入下图界面。
下图界面点击左侧对应的按钮可以进入各项设置菜单。以下为详细介绍



测试标准

测试标准

标准选择切换的是测试方法，不是规范。

测试标准可以选择：

- GJB 1488A 《军用内燃机电站通用试验方法》
- GB/T 20136 《内燃机电站通用技术条件》， GB/T 2820.5-2025 参考此标准实验方法
- GB/T 13032 《船用柴油发电机组》

切换标准后，对应的设置项部分会发生改变。

切换标准后数据显示会发生变化，但是通讯可以读回所有标准的数据结果。

额定参数

本页设置被测机组的额定参数，供各项发电机实验使用。试验前应根据机组铭牌、接线方式和本次试验工况核对参数。

额定电压

设置本次测试采用的额定电压，单位为 V，默认 220.0 V。该值用于电压相关百分比结果的计算以及电压恢复和稳定时间的容差带判定；实验准备时，自动电压量程也以此为依据选择合适档位。应与实际测量的电压和接线方式一致。

额定频率

设置机组额定运行频率，单位为 Hz，默认 50.0 Hz。该值是频率相关百分比结果的计算基准，也是突加实验频率恢复的目标值和突卸实验频率偏出的判定基准。

额定有功功率

设置被测机组的额定有功功率，单位为 W，默认 30000.0 W。按机组铭牌填写，例如 30 kW 应输入 30000。该设置记录机组额定参数，用于计算负载率，是过载时间判定的依据

额定空载频率

设置机组在规定空载工况下的额定频率，单位为 Hz，默认 50.0 Hz。突加实验从偏出此频率的容差带开始计算，到恢复至额定频率的容差带为止；突卸实验反向判定。频率整定测试也以此作为上升、下降范围的基准。此值与“初始频率”用途不同，应分别设置。

额定转速

GB/T 13032 标准需要设置。设置机组额定运行转速，单位为 r/min，默认 1500.0 r/min。用于瞬态调速率、稳态调速率和最高、最低可调转速比等结果的计算。转速实测值由专用转速输入及“每转脉冲数”换算，不由额定频率推算。

瞬态参数

本页设置突加、突卸实验的采集时间和恢复和稳定时间判定条件，并设置浪涌等值阶跃电压测量参数。应在实验开始前完成设置。

瞬态响应时间

设置突加、突卸实验高速捕捉数据的响应时间，可选择 20、40、60、80、100、120、140 或 160 ms，默认 20 ms。该项影响瞬态数据的时间分辨率。时间较短有利于观察快速变化，时间较长则对短时波动的反映更平缓。

突加突卸测试时间

设置一次突加或突卸实验的记录时间，范围为 5～60 s，按整数秒输入，默认 12 s。普通突加、突卸与浪涌等值阶跃电压共用本次记录时间。应预留足够时间记录扰动后的恢复过程；若结束时尚未恢复，不能据此认为恢复过程已经完成。

电压容差带

设置电压恢复、稳定时间的允许偏差，单位为%，默认 5.00%。容差带以额定电压为中心，上、下边界分别为额定电压乘以“1 加容差带百分数”和“1 减容差带百分数”。例如额定电压 220 V、容差带 5%时，范围为 209～231 V。
当前仪表各标准的电压恢复、稳定时间均使用额定电压及本设置值判定。此项是时间判定参数，不是实验测得的电压波动率；浪涌等值阶跃电压另用独立的稳态上、下限，不使用本设置值。

频率容差带

设置频率恢复、稳定时间的允许偏差，单位为%，默认 5.00%。带宽按相应中心频率的百分比确定：突加时，以额定空载频率判定首次偏出，以额定频率判定最终恢复；突卸时，以额定频率判定首次偏出，以额定空载频率判定最终恢复。
当前仪表 GB/T 20136 和 GJB 1488A 的频率时间结果采用上述兼容判定方式。

转速容差带

设置转速稳定时间的允许偏差，单位为%，默认 5.00%。实验准备结束时记录的实测初始转速用于判定首次偏出；“负载稳定转速”用于判定最终恢复。两个容差带分别按各自中心转速的本设置百分比确定。

负载稳定转速

设置负载变化后、目标负载下的稳定转速，单位为 r/min，默认 1500.0 r/min。该值是转速稳定时间的最终容差带中心，适用于突加、突卸转速测试。试验负载或目标工况改变后应重新核对。

指定初始频率

选择是否手动指定突加、突卸实验的初始频率，默认关闭。关闭时，初始频率由仪表根据实验准备阶段的实时频率确定；开启时，使用下方“初始频率”的设置值。该选项影响 GB/T 20136 中以初始频率为基准的瞬态频率结果。

初始频率

设置手动指定的初始频率，单位为 Hz，默认 50.0 Hz，仅在“指定初始频率”开启时用于上述计算。应填写与实验前工况一致的频率；不要将该项与“额定空载频率”混用。通过通讯写入此值时，仪表会同时开启“指定初始频率”。

浪涌等值阶跃电压开关

控制突加、突卸实验页面是否提供浪涌等值阶跃电压的显示切换开关，默认关闭。开启后，可在实验页面切换普通测试结果与浪涌等值阶跃电压结果、电压包络线。
关闭本开关时，实验页面的浪涌显示选择自动关闭并隐藏，恢复普通实验显示，但不停止随突加、突卸实验执行的浪涌后台采集和计算。它不是实验启动、停止开关。

浪涌等值阶跃电压模式选择

按被测电源选择“交流”或“直流”，两者互斥，默认交流。交流模式根据交流周期峰值形成电压包络，采用峰值乘以 0.707 的电压尺度；直流模式根据直流电压采样值计算。两种模式共用四个单元和稳态上、下限设置，应在实验开始前选定。
交流模式的上、下限应按上述包络电压尺度填写，不应直接填入交流瞬时峰值。非正弦交流波形的峰值换算值不一定等于其有效值，应根据试验要求确认适用性。

浪涌等值阶跃电压稳态上限电压

设置浪涌测量规定稳态范围的上边界，单位为 V，默认 231.0 V。高于该值判为过压越限，恰好等于边界视为处于稳态范围。必须满足上限大于下限，且两者均大于 0。该值为四个单元共用的绝对电压值，不是百分比。

浪涌等值阶跃电压稳态下限电压

设置浪涌测量规定稳态范围的下边界，单位为 V，默认 209.0 V。低于该值判为欠压越限，恰好等于边界视为处于稳态范围。默认上、下限对应 220 V 的±5%，但修改额定电压或电压容差带不会自动改写这两个限值，应按本次试验要求另行设置。

稳态参数

本页设置波动测试及整定测试的记录时间。两项分别保存，互不代替；测试结果以本次实际采集的数据为依据。

波动测试时间

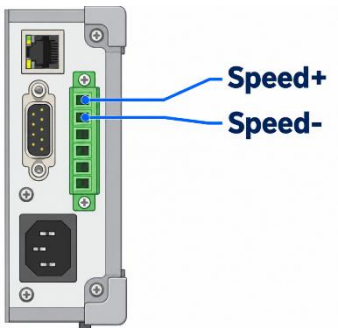
设置一次波动实验的记录时间，范围为 5～60 s，按整数秒输入，默认 60 s。应在被测机组达到本次要求的稳定工况后开始记录。

整定测试时间

设置一次电压整定或频率 / 转速整定实验的记录时间，范围为 5～60 s，按整数秒输入，默认 60 s。实验期间按测试要求调节被测机组，仪表记录变化过程并计算相应结果。可手动提前停止，结果以实际记录区间为准；GJB 1488A 没有频率 / 转速整定项目，其对应整定结果显示“----”。

转速

本页配置专用转速输入。使用转速测量时，应打开转速开关、接入有效脉冲信号，并正确设置每转脉冲数及滤波。转速输入信号要求 3-20V，频率小于 300KHz。转速输入接口如下图所示



当转速开关打开时，测试-稳态页面右下角显示实时转速。

转速传感器类型

当前版本仅支持脉冲型转速输入，类型固定为脉冲，不提供模拟电压、模拟电流等类型的切换。请将传感器输出接入专用转速输入端，并确认信号与仪表输入要求相符。

每转脉冲数

设置被测轴旋转一周时传感器输出的脉冲个数，范围为 1～65535，按整数输入，默认 60。仪表将实测脉冲频率乘以 60，再除以每转脉冲数，得到以 r/min 表示的转速。该值应与传感器、齿数或编码器的实际每转输出一致；设置错误会使转速按比例偏差。

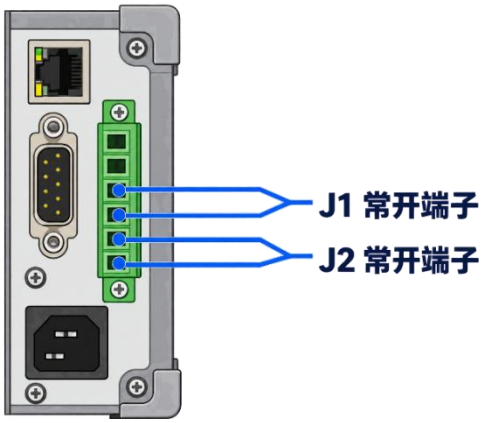
转速滤波

选择专用转速输入的滤波档位，可选 OFF、1.5 MHz、100 kHz 和 10 kHz，默认 OFF（不滤波）。有干扰时可选择合适档位，并确认正常脉冲能够通过；滤波档位选择不当可能造成漏计。预计脉冲频率可由“最高转速乘以每转脉冲数，再除以 60”估算。该设置只作用于转速输入，不改变常规电压、电流通道的滤波设置。

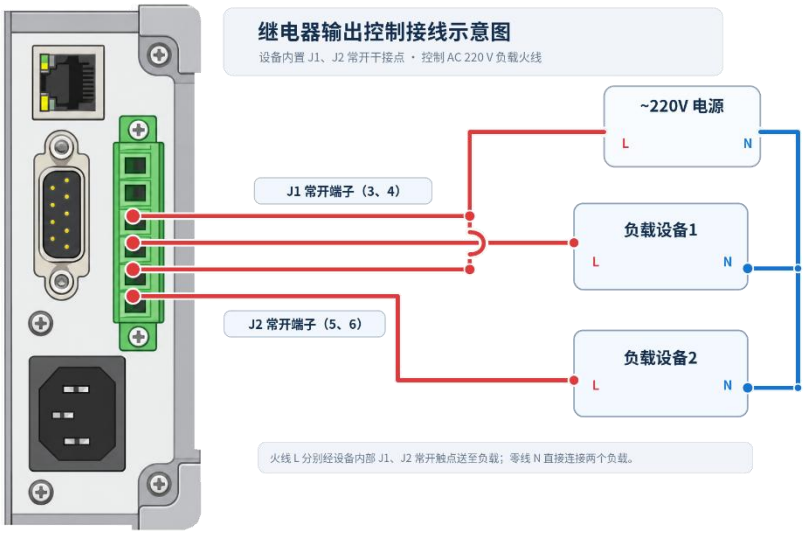
4.3 继电器

如下后面板继电器示意图所示，J1 为突加控制继电器，J2 为突卸控制继电器。自上而下**从第三个**端子依次为 J1 常开触点、J1 公共点、J2 常开触点、J2 公共点。

常开平时处于断开状态，当开始试验后 1S 时，继电器吸合，测试完毕后断开。继电器的触点最大容量为 AC 220V/3A，使用时不能超出，否则易损坏仪表。



后面板继电器示意图



继电器控制输出示意图

4.4 谐波数据、不平衡度



点击图中红框标注的谐波数据/不平衡度可以快速跳转到对应界面。详细设置请参考第三章。

谐波指标请参考 2.6 节

谐波操作说明



左侧红色滚轴：切换单元。
右侧红色滚轴：切换页（也可以按实体按键 ◂PAGE 和 PAGE▸ 键）。

4.5 稳态数据



参数说明

*当打开转速开关时，Pos. Seq、Neg. Seq、Zero. Seq 这三个参数会被实时转速数据替换。

参数	单位	说明	计算方法
U	V	电压	$\sqrt{AVG[u[n]^2]}$
I	A	电流	$\sqrt{AVG[i[n]^2]}$
P	W	有功功率	AVG[u(n)•i(n)]
λ		功率因数	$\frac{P}{S}$
S	VA	视在功率	Urms*Irms
Q	Var	无功功率	$\sqrt{S^2-P^2}$
fU	Hz	电压频率	过零检测测量电压频率
ThdU	%	电压总谐波畸变率	DFT 离散傅里叶变换
Σ		平均电压、平均电流、合计总功率、合计总功率因数等	详见附录一（Σ 功能）
Delta	V	Delta 运算	详见附录一（Delta 运算功能）
Unbal	%	电压不平衡度	相量对称法 GB/T 15543-2008 附录 A
Pos. Seq	V	正序电压分量	相量对称法 GB/T 15543-2008 附录 A
Neg. Seq	V	负序电压分量	相量对称法 GB/T 15543-2008 附录 A
Zero. Seq	V	零序电压分量	相量对称法 GB/T 15543-2008 附录 A
负载率 Load	%	负载率	有功功率 / 额定有功功率*100%

4.6 电压整定测试

本测试适用于发电机电压调节性能测试。



操作说明

开始测试

点击开始测试按钮开始测试，按钮上侧的环形倒计时结束时，实验结束，表示数据有效。

退出整定测试

点击退出整定测试按钮，界面将退回到发电机测试选择页面。

切换标准

标准下拉框可以切换各个标准显示数据，每个标准显示的数据参数可能不一致，详情请参考参数说明章节。

切换单元曲线

按表盘下方的 **←PAGE/PAGE→** 可以切换单元曲线和最值数据。

频率转速切换

点击频率、转速可选框可切换频率和转速的显示。

参数说明

符号说明：Ur 为额定电压；Umax、Umin 为本次整定测量序列的最高、最低电压；t(Umax)、t(Umin) 为对应极值的发生时刻。

参数	单位	说明	计算方法
GB/T 20136			
ΔUs,up	V	电压整定上升范围	Umax − Ur
δUs,up	%	相对电压整定上升范围	(Umax − Ur) / Ur × 100%
ΔUs,do	V	电压整定下降范围	Ur − Umin
δUs,do	%	相对电压整定下降范围	(Ur − Umin) / Ur × 100%
ΔtU	s	电压调节变化时间	|t(Umax) − t(Umin)|
GB/T 13032			
Us,max	V	最高整定电压	Umax
Us,max/Ur	%	最高电压整定比	Umax / Ur × 100%
Us,min	V	最低整定电压	Umin
Us,min/Ur	%	最低电压整定比	Umin / Ur × 100%
GJB 1488A			
Umax	V	最高整定电压	Umax
Umin	V	最低整定电压	Umin
Uz,max	%	最高电压整定值	Umax / Ur × 100%
Uz,min	%	最低电压整定值	Umin / Ur × 100%
实时数据显示（各标准通用）			
U1～U4	V	各单元实时电压	实时测量值
ΣU	V	接线组实时平均电压	详见附录 1（Σ 功能）
F	Hz	实时频率	过零检测测量电压频率
N	rpm	实时转速（转速模式）	根据所选转速传感器类型

提示

- GB/T 13032 与 GJB 1488A 分支不输出电压调节变化时间，界面对应项显示“----”。
- 选择转速模式时，实时数据末项由 F（频率） 切换为 N（转速）。

4.7 频率整定测试

本测试适用于发电机频率/转速调节性能测试。



操作说明

开始测试

点击开始测试按钮开始测试，按钮上侧的环形倒计时结束时，实验结束，表示数据有效。

退出整定测试

点击退出整定测试按钮，界面将退回到发电机测试选择页面。

切换标准

标准下拉框可以切换各个标准显示数据，每个标准显示的数据参数可能不一致，详情请参考参数说明章节。

切换单元曲线

按表盘下方的 **←PAGE/PAGE→** 可以切换单元曲线和最值数据。

频率转速切换

点击频率、转速可选框可切换频率和转速的显示。

参数说明

符号说明：Fr 为额定频率；Fi 为额定空载频率；Nr 为额定转速；Fmax、Fmin 为本次整定测量序列的最高、最低频率；Nmax、Nmin 为最高、最低转速；t(X) 为对应极值的发生时刻。

参数	单位	说明	计算方法
GB/T 20136			
ΔFs,up	Hz	频率整定上升范围	Fmax − Fi
δFs,up	%	相对频率整定上升范围	(Fmax − Fi) / Fr × 100%
ΔFs,do	Hz	频率整定下降范围	Fi − Fmin
δFs,do	%	相对频率整定下降范围	(Fi − Fmin) / Fr × 100%
Δtf	s	频率调节变化时间	|t(Fmax) − t(Fmin)|
GB/T 13032			
Ns,max	rpm	最高可调转速	Nmax
Ns,max/Nr	%	最高可调转速比	Nmax / Nr × 100%
Ns,min	rpm	最低可调转速	Nmin
Ns,min/Nr	%	最低可调转速比	Nmin / Nr × 100%
ΔtN	s	转速调节变化时间	|t(Nmax) − t(Nmin)|
GJB 1488A			
----	—	当前无整定结果	----
实时数据显示（各标准通用）			
U1～U4	V	各单元实时电压	实时测量值
ΣU	V	接线组实时平均电压	详见附录 1（Σ 功能）
F	Hz	实时频率（频率模式）	过零检测测量电压频率
N	rpm	实时转速（转速模式）	根据所选转速传感器类型

提示

- 标准选择与频率/转速模式可独立切换；选择频率模式时显示频率整定结果，选择转速模式时显示转速整定结果。

4.8 突加测试

本测试适用于发电机负载增加时的瞬态参数测量。



操作说明

开始测试

点击开始测试按钮开始测试，按钮上侧的环形倒计时结束时，实验结束，表示数据有效。

退出突加测试

点击退出突加测试按钮，界面将退回到发电机测试选择页面。

切换标准

标准下拉框可以切换各个标准显示数据，每个标准显示的数据参数可能不一致，详情请参考参数说明章节。

切换单元曲线

按表盘下方的 **←PAGE/PAGE→** 可以切换单元曲线和最值数据。

频率转速切换

点击频率、转速可选框可切换频率和转速的显示。

参数说明

符号说明：Ur、Fr、Fi、Nr 分别为额定电压、额定频率、额定空载频率、额定转速；U0 为实验序列首个电压采样值；F0 为实验前采用的初始频率；N0 为准备结束时实测初始转速；Ns 为设定的负载稳定转速。Ud,min、Fd,min、Nd,min 为突加后的最低测量值

参数	单位	说明	计算方法
GB/T 20136			
Udyn,min	V	负载增加时下降的最低瞬时电压	Ud,min
δUdyn-	%	瞬态电压偏差	(Ud,min − Ur) / Ur × 100%
tU,in	s	负载增加后的电压恢复时间	tstable,U − tdev,U

参数	单位	说明	计算方法
Fd,min	Hz	负载增加时下降的最低瞬时频率	Fd,min
δFd-/Rate	%	相对额定频率的瞬态频率偏差	(Fd,min − F0) / Fr × 100%
δFd-/Arb	%	相对初始频率的瞬态频率偏差	(Fd,min − F0) / F0 × 100%
tF,in	s	负载增加后的频率恢复时间	tstable,F − tdev,F
GB/T 13032			
Ud,min	V	负载增加时下降的最低瞬时电压	Ud,min
δUd-	%	瞬态电压变化率	(Ud,min − U0) / Ur × 100%
tU,s	s	负载增加后的电压稳定时间	tstable,U − tdev,U
Nd,min	rpm	负载增加时下降的最低瞬时转速	Nd,min
δNd-/Rate	%	相对额定转速的瞬态调速率	(Nd,min − N0) / Nr × 100%
δNd-/Arb	%	相对初始转速的变化率（扩展显示）	(Nd,min − N0) / N0 × 100%
tN,in	s	负载增加后的转速稳定时间	tstable,N − tdev,N
GJB 1488A			
Ud,min	V	负载增加时下降的最低瞬时电压	Ud,min
δUs-	%	瞬态电压调整率	(Ud,min − Ur) / Ur × 100%
tU,s	s	负载增加后的电压稳定时间	tstable,U − tdev,U
Fd,min	Hz	负载增加时下降的最低瞬时频率	Fd,min
δFs-	%	瞬态频率调整率	(Fd,min − Fr) / Fr × 100%
tF,s	s	负载增加后的频率稳定时间	tstable,F − tdev,F
实时数据显示（各标准通用）			
U1～U4/ΣU	V	各单元及接线组实时电压	$\sqrt{AVG[\mathrm{u[n]}^2]}$
F/N	Hz/rpm	实时频率 / 实时转速（按模式显示）	频率测量 / 转速传感器测量
Un Max/Min	V	本次突加电压极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值
In Max/Min	A	本次突加电流极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值
fU1 Max/Min	Hz	本次突加频率极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值
N Max/Min	rpm	本次突加转速极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值

提示

- tdev 为测量值首次离开起始容差带的时刻；tstable 为最后一个越限点后首次进入目标容差带、且之后记录点保持带内的时刻。两者之差以秒显示。

4.9 突卸测试

本测试适用于发电机负载减小时的瞬态参数测量。



操作说明

开始测试

点击开始测试按钮开始测试，按钮上侧的环形倒计时结束时，实验结束，表示数据有效。

退出突卸测试

点击退出突卸测试按钮，界面将退回到发电机测试选择页面。

切换标准

标准下拉框可以切换各个标准显示数据，每个标准显示的数据参数可能不一致，详情请参考参数说明章节。

切换单元曲线

按表盘下方的 **←PAGE/PAGE→** 可以切换单元曲线和最值数据。

频率转速切换

点击频率、转速可选框可切换频率和转速的显示。

参数说明

符号说明：Ur、Fr、Fi、Nr 分别为额定电压、额定频率、额定空载频率、额定转速；U0 为实验序列首个电压采样值；F0 为实验前采用的初始频率；N0 为准备结束时实测初始转速；Ns 为设定的负载稳定转速。Ud,max、Fd,max、Nd,max 为突卸后的最高测量值。

参数	单位	说明	计算方法
GB/T 20136			
Udyn,max	V	负载减小时上升的最高瞬时电压	Ud,max
δUdyn+	%	瞬态电压偏差	(Ud,max − Ur) / Ur × 100%

参数	单位	说明	计算方法
tU,de	s	负载减小后的电压恢复时间	tstable,U − tdev,U
Fd,max	Hz	负载减小时上升的最高瞬时频率	Fd,max
δFd+/Rate	%	相对额定频率的瞬态频率偏差	(Fd,max − F0) / Fr × 100%
δFd+/Arb	%	相对初始频率的瞬态频率偏差	(Fd,max − F0) / F0 × 100%
tF,de	s	负载减小后的频率恢复时间	tstable,F − tdev,F
GB/T 13032			
Ud,max	V	负载减小时上升的最高瞬时电压	Ud,max
δUd+	%	瞬态电压变化率	(Ud,max − U0) / Ur × 100%
tU,s	s	负载减小后的电压稳定时间	tstable,U − tdev,U
Nd,max	rpm	负载减小时上升的最高瞬时转速	Nd,max
δNd+/Rate	%	相对额定转速的瞬态调速率	(Nd,max − N0) / Nr × 100%
δNd+/Arb	%	相对初始转速的变化率（扩展显示）	(Nd,max − N0) / N0 × 100%
tN,de	s	负载减小后的转速稳定时间	tstable,N − tdev,N
GJB 1488A			
Ud,max	V	负载减小时上升的最高瞬时电压	Ud,max
δUs+	%	瞬态电压调整率	(Ud,max − Ur) / Ur × 100%
tU,s	s	负载减小后的电压稳定时间	tstable,U − tdev,U
Fd,max	Hz	负载减小时上升的最高瞬时频率	Fd,max
δFs+	%	瞬态频率调整率	(Fd,max − Fr) / Fr × 100%
tF,s	s	负载减小后的频率稳定时间	tstable,F − tdev,F
实时数据显示（各标准通用）			
U1～U4/ΣU	V	各单元及接线组实时电压	$\sqrt{AVG[\mathrm{u[n]}^2]}$
F/N	Hz/rpm	实时频率 / 实时转速（按模式显示）	频率测量 / 转速传感器测量
Un Max/Min	V	本次突卸电压极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值
In Max/Min	A	本次突卸电流极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值
fU1 Max/Min	Hz	本次突卸频率极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值
N Max/Min	rpm	本次突卸转速极大值 / 极小值	实验序列比较保持最值

提示

•tdev 为测量值首次离开起始容差带的时刻；tstable 为最后一个越限点后首次进入目标容差带、且之后记录点保持带内的时刻。两者之差以秒显示。

4.10 浪涌等值阶跃电压测定

功能介绍

本仪器支持浪涌等值阶跃电压测定功能，可在发电机组突加、突卸负载试验过程中，自动记录电压变化，测量浪涌电压极值及等值阶跃持续时间。

本功能参考 GJB 181—86 第 2.5.1 条的等值阶跃电压计算方法，通过电压包络线或直流电压采样数据，分析电压偏离规定稳态范围的幅度和持续时间。

- **突加测试：** 主要测量负载突加过程中产生的欠压浪涌，取最低电压作为浪涌极值。
- **突卸测试：** 主要测量负载突卸过程中产生的过压浪涌，取最高电压作为浪涌极值。

本功能支持 4 个电压测量单元，可分别查看各单元的测量结果和电压变化曲线。

操作说明

开始测试

在发电机测试设置的“瞬态参数”页面中，打开浪涌等值阶跃电压功能，选择交流或直流测量模式，并设置稳态电压上限和下限。

进入突加或突卸测试页面，点击“开始测试”按钮，仪器自动采集电压数据并计算浪涌等值阶跃电压结果。

切换显示

点击页面中的浪涌等值阶跃电压切换开关，可在普通测试结果和浪涌等值阶跃电压结果之间切换。

切换单元曲线

按表盘下方的←PAGE/PAGE→按键，可以切换不同测量单元的电压变化曲线及极值数据。

结束测试

测试达到设定时间后自动结束，界面保留本次测量结果和电压变化曲线。

参数说明

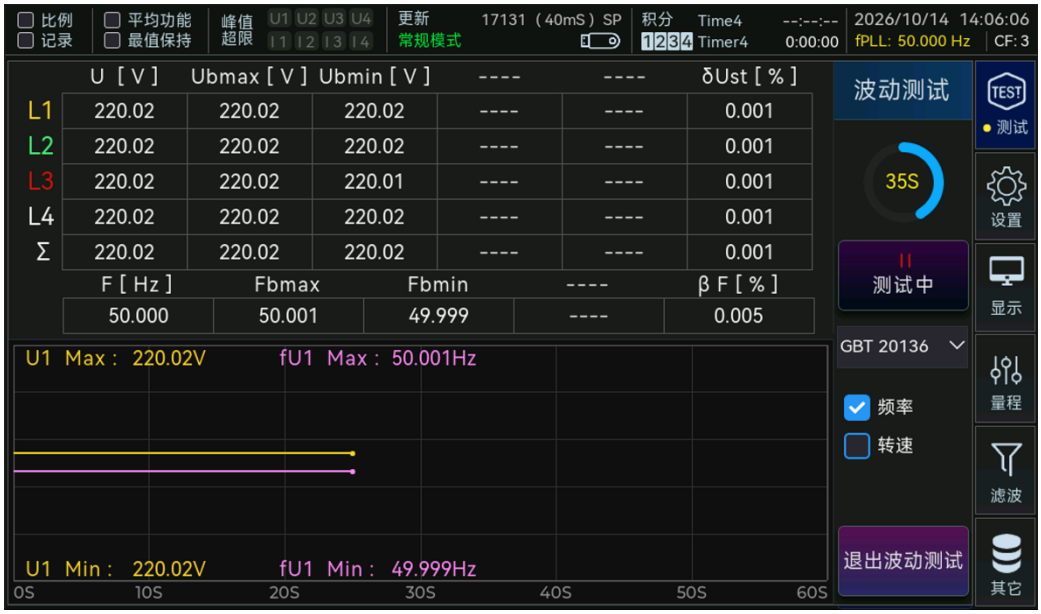
参数	单位	说明
Vm	V	浪涌电压极值，突加取最低电压，突卸取最高电压
T1	S	从首次越过规定稳态电压边界到出现浪涌极值的时间
Tp	S	浪涌极值之后，根据超出稳态电压边界的波形面积折算得到的等效时间
Ts	S	浪涌等值阶跃持续时间，按 T1/2 + Tp 计算

提示

•当测量过程未满足有效计算条件时，对应时间结果显示“----”。

4.11 波动测试

本测试适用于发电机在空载与额定输出之间的所有负载变化时稳态参数的偏差测量。



操作说明

开始测试

点击开始测试按钮开始测试，按钮上侧的环形倒计时结束时，实验结束，表示数据有效。

退出波动测试

点击退出波动测试按钮，界面将退回到发电机测试选择页面。

切换标准

标准下拉框可以切换各个标准显示数据，每个标准显示的数据参数可能不一致，详情请参考参数说明章节。

切换单元曲线

按表盘下方的 **←PAGE/PAGE→** 可以切换单元曲线和最值数据。

频率转速切换

点击频率、转速可选框可切换频率和转速的显示。

参数说明

符号说明：Ur、Fr、Nr 为额定电压、额定频率、额定转速；Umax / Umin、Fmax / Fmin、Nmax / Nmin 为实验极值；Uavg、Favg、Navg 为相应两端极值的中点。

参数	单位	说明	计算方法
GB/T 20136			
δUst	%	稳态电压偏差	(Umax − Umin) / (2 × Ur) × 100%
βF	%	稳态频率带	(Fmax − Fmin) / Fr × 100%
GB/T 13032			
δU+	%	稳态电压调整率（上端值）	(Umax − Ur) / Ur × 100%
δU−	%	稳态电压调整率（下端值）	(Umin − Ur) / Ur × 100%
βU	%	电压波动率	(Umax − Uavg) / Uavg × 100%
δN	%	稳态调速率	(Nmax − Nr) / Nr × 100%
βN	%	转速波动率	(Nmax − Navg) / Navg × 100%
δf	%	频率模式扩展：调整率	(Fmax − Fr) / Fr × 100%
βF	%	频率模式扩展：波动率	(Fmax − Favg) / Favg × 100%
GJB 1488A			
δU+	%	稳态电压调整率（上端值）	(Umax − Ur) / Ur × 100%
δU−	%	稳态电压调整率（下端值）	(Umin − Ur) / Ur × 100%
δUB	%	电压波动率	(Umax−Umin) / (Umax+Umin) × 100%
δf	%	稳态频率调整率	比较 (Fmax−Fr)/Fr 与 (Fmin − Fr) / Fr， 取绝对值较大者 × 100%，保留符号
δfB	%	频率波动率	(Fmax−Fmin) / (Fmax+Fmin) × 100%
实时数据显示（各标准通用）			
U1～U4/ΣU	V	各单元及接线组实时电压	实时测量值；ΣU 详见附录一
Umax/Umin	V	本次波动实验电压最大值 / 最小值	实验测量序列比较保持最值
F/N	Hz/rpm	实时频率 / 实时转速（按模式显示）	频率测量 / 转速传感器测量
Fmax/Fmin	Hz	本次波动实验频率最大值 / 最小值	实验测量序列比较保持最值
Nmax/Nmin	rpm	本次波动实验转速最大值 / 最小值	实验测量序列比较保持最值
U1～U4/ΣU	V	各单元及接线组实时电压	实时测量值；ΣU 详见附录一

提示

- GB/T 13032 的 Uavg、Favg、Navg 均为两端极值中点。
- GJB 1488A 波动极值 δf 取两个额定频率偏差中绝对值较大者，保留原符号。

4.12 波形数据分析

基础数据



参数说明

参数	单位	说明	计算方法
Urms	V	电压有效值	$\sqrt{AVG[u[n]^2]}$
Upk	V	电压峰值	采样值比较保持最值
Ucf	—	电压波峰系数	Upk/ Urms
Uthd	%	电压总谐波畸变率	DFT 离散傅里叶变换
fU	Hz	电压频率	过零检测测量电压频率
Irms	A	电流有效值	$\sqrt{AVG[i[n]^2]}$
Ipk	A	电流峰值	采样值比较保持最值
Icf	—	电流波峰系数	Ipk / Irms
Ithd	%	电流总谐波畸变率	DFT 离散傅里叶变换
fI	Hz	电流频率	过零检测测量电流频率

高级数据



	L1	L2	L3	L4	
Umod 电压调制 [%]	0.024	0.030	0.030	0.030	*GB/T 20136
δu 电压偏离系数 [%]	0.065	0.078	0.080	0.098	*GB/T 20136
HVF 谐波电压因数 [%]	0.009	0.010	0.010	0.009	*GB/T 755
TIF 电话干扰系数 [ ]	0.914	0.854	0.892	0.885	*IEEE Std 519
THF 电话谐波因数 [%]	0.022	0.021	0.021	0.021	*GB/T 20136
RC 直流纹波系数 [%]	nan	nan	nan	nan	*GJB 674B

参数说明

参数	单位	说明	计算方法
Umod	%	电压调制	GB/T 2820.5-2025 3.1.14
δu	%	电压偏离系数	GB/T 20136-2025 方法 429
HVF	%	谐波电压因数	GB/T 755-2025 7.2.1
TIF	—	电话干扰系数	IEEE Std 519-2022 Annex B
THF	%	电话谐波因数	GB/T 20136-2025 方法 437
RC	%	直流纹波系数	GJB 674B-2020 4.5.45

4.13 录波功能

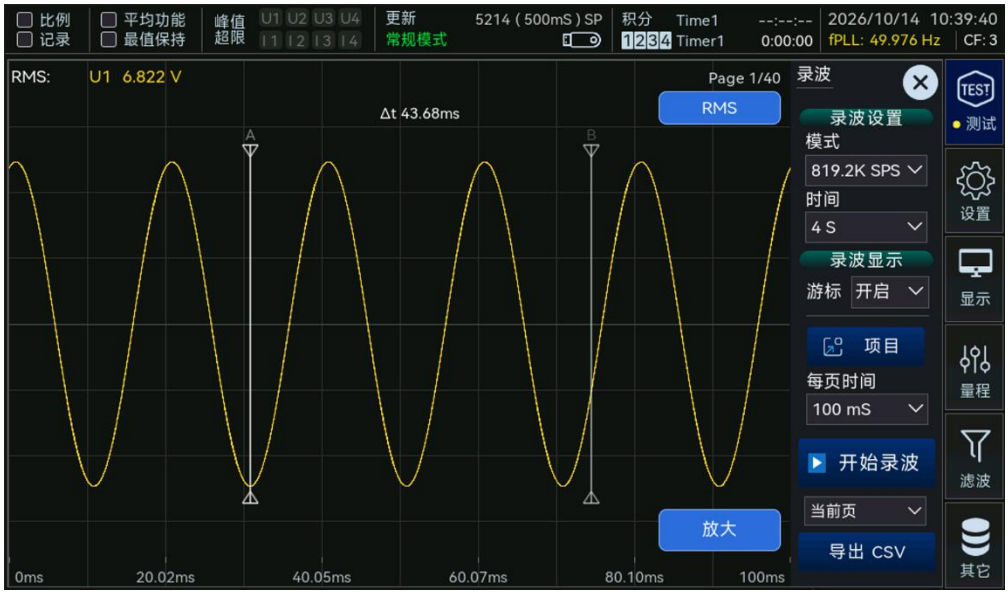
录波功能可以将一段时间的瞬时采样点保存到仪表内存中（掉电不保存），且可以导出到 U 盘中永久保存。

录波总深度 1200 万点，录波部分存储容量 200M 字节。

录波开始后，会有倒计时，倒计时结束，则代表录波完成。

录波开始后，可以关闭当前页面，录波不会停止。

录波完成后，绘图区域右上角显示 **当前页/总页数**。前面板右下角的↑↓可以切换每页时间，←→可以切换页码



参数设置

模式

用来设置录波的采样率，可设置的采样率有以下几个：

819.2K、409.6K、204.8K、102.4K、51.2K、25.6K、12.8K、6.4K、3.2K。

时间（深度）

用来设置录波的时间长度，以最高采样率 819.2K SPS 最高可以录波 15S，以最低采样率 3.2K SPS 最高可以录波 3600S。

游标（Cursor）

关闭游标时

- 左上角、左下角显示的数据标签分别为当前页的最大、最小值。

开启游标时

- 左上角、左下角显示的数据标签分别为游标 A、游标 B 当前位置的值。
- RMS 按钮可以计算游标之间的有效值，如果游标之间的存在完整周期，则计算完整周期的有效值，如果没有完整周期，则计算游标之间所有点的有效值。
- 放大按钮可以放大游标之间的数据到整屏，可以自由放大想要观察的波形细节。
- 游标上方的Δt 为游标 A 与游标 B 之间的时间间隔

项目

可以选择显示项目 U1、I1、U2、I2、U3、I3、U4、I4，最多显示四个项目

每页时间

可以选择单页波形显示的时间宽度，可以从以下几个选项选择：

1mS、2mS、5mS、10mS、20mS、50mS、100mS、200mS、500mS、1S、2S、5S、10S、20S、50S、100S、200S、500S、1000S、2000S、3600S、

开始录波

启动波形记录，启动后会有倒计时

切换当前页/所有页

可设置导出到 U 盘的数据是当前页或者所有页

导出 CSV（U 盘）

在插入 U 盘并且在仪表顶部状态栏显示 U 盘符号后，点击此按钮可将录波数据导出为 CSV 文件并保存到 U 盘 8961H 文件夹下的 wave_record 文件夹下。

每次导出都会在 wave_record 新建一个以当前日期时间命名的文件夹下，如果此次导出的数据大于 100 万点，则以 100 万点每文件的方式分割保存。

最大数据量导出时（1200 万采样点数据大概 1GB），耗时预计 5 分钟，数据导出时，请不要操作仪表，等待导出完成。

第五章　常规显示设置（Display）

5.1 从其他界面回到默认界面

1. 显示界面如下（发电机测试选择）



2. 当右侧六项某相被选中时，选项为蓝底，不在默认界面。下图所示在 Setup 界面



3. 再次点击对应按键即可返回默认界面，此例再次点击 Setup 即可退回默认界面

5.2 选择数值数据显示/波形显示

右侧触摸屏点击一级・显示（Display）菜单，择数值显示（Numeric）/图表显示（Graph）



5.3 数值数据显示

可以按表盘右方 NUMERIC 按键（图案请见 1.2），显示数值数据。

5.3.1 显示格式（Numeric Form）

本节介绍数值数据的显示格式。

数值类型

测量功能	数值类型		
	项目	最值	说明
电压	Urms	^ Urms	电压有效值
	Umn	^ Umn	校准到有效值的整流平均值
	Udc	^ Udc	电压直流分量
	Urmn	^ Urmn	电压整流平均值
	Uac	^ Uac	电压交流分量
	U-pk	^ U-pk	电压负峰值
	U+pk	^ U+pk	电压正峰值
	CfU	无	电压波峰因数
电流	Irms	^ Irms	电流有效值
	Imn	^ Imn	校准到有效值的整流平均值
	Idc	^ Idc	电流直流分量

	Iac	^ Iac	电流交流分量
	Irmn	^ Irmn	电流整流平均值
	I+pk	^ I+pk	电流正峰值
	I-pk	^ I-pk	电流负峰值
	CfI	无	电流波峰因数
功率	P	^ P	有功功率
	S	^ S	视在功率
	Q	^ Q	无功功率
	ϕ	无	相位差
	λ	无	功率因数
	P+pk	^ P+pk	功率正峰值
	P-pk	^ P-pk	功率负峰值
频率	fU	无	电压频率
	fI		电流频率
	fPLL		PLL 源频率
积分	Time	无	积分时间
	Wp		瓦时
	Wp+		正 P 之和（消耗的瓦时）
	Wp-		负 P 之和（反馈电源的瓦时）
	q		安时
	q+		正 I 之和（安时）
	q-		负 I 之和（安时）
效率	η1-η4	无	效率公式 η1-η4 具体可设置的效率公式参照 3.10 设置效率公式部分
谐波	Uhdf	无	电压谐波含有率
	Ihdf		电流谐波含有率
电机	Speed	无	转速
Delta	Δ1 - Δ12	无	12 个可选的 Delta 运算通道 具体可设置的 Delta 运算项目参照 3.11 设置 Delta 运算部分
不平衡度	U_unb	无	电压不平衡度
	U_pos		正序电压

	U_neg		负序电压
	U_zero		零序电压
	I_unb		电流不平衡度
	I_pos		正序电流
	I_neg		负序电流
	I_zero		零序电流
	PS		相序

数值数据格式操作指南

显示格式设置方法如下：进入·显示（Display）一级菜单，展开红框处进行选择



选项有 4 Items（4 值）、8 Items（8 值）、16 Items（16 值）、Matrix（矩阵）、ALL（全部数值）、Hrm List Single（单谐波列表）、Hrm List Dual （双谐波列表）、Element Items（单元显示），上下滑动可以显示更多。

5.3.2 显示页面（PAGE UP/PAGE DOWN）

本节介绍如何切换显示的数值数据页面。

切换显示页面功能指南

使用 PAGE UP/PAGE DOWN 可以切换显示的页面并显示一组新项目。



5.3.3 显示项目

本节介绍如何切换显示页面具体的显示项目，其中单元显示无法修改显示项目。

4 值、8 值、16 值显示时切换显示项目功能指南

4 值、8 值、16 值三种格式显示时，支持修改每个显示项目的功能和单元。以下以 4 值显示为例进行操作：



在显示页面点击项目按钮进行显示项目修改页面：



操作说明：

项目序号：当前选择的序号以蓝底呈现

功能选择：可以换显示项目

单元选择：Element1-Element4(对应 4 个输入通道)以及接线组 Elemen ΣA - Element ΣB

显示最值：电流、电压、功率绝大部分显示功能可支持显示最值，具体可参照 5.3.1 显示格式表

复位选项可选：复位本页、复位所有页、复位功能模式、复位单元模式

矩阵显示时切换显示项目功能指南

矩阵格式显示时，会同时显示所有单元的具体参数，因此矩阵显示只支持修改显示功能，修改显示功能对应的对象无效。



操作说明：

项目选择：点击加减可以切换当前选择项目，当前选中的显示项目以蓝色为背景色

功能选择：具体可选功能参照 6.2.1 显示格式表

单元修改为无效操作

显示最值：电流、电压、功率绝大部分显示功能可支持显示最值，具体可参照 5.3.1 显示格式表

复位选项可选：复位本页、复位所有页、复位功能模式、复位单元模式

全部显示时切换显示项目功能指南

全部格式显示时，也会同时显示所有单元的具体参数，因此全部显示同样只支持修改显示功能，修改显示功能对应的对象无效。



应用全部显示格式时，仅下半部分的选项可自定义修改，上半部分的功能固定。

谐波显示时切换显示项目功能指南

应用谐波显示（单次谐波显示和双值谐波显示）时，显示项目不允许自定义修改，仅允许对电流、电压 n 次谐波含有率部分进行单元选择的修改。以双值谐波显示时为例：



单元选择：仅在修改图中框出部分时有效

关掉项目设置项后，在谐波显示的页面，有两列选择滚动条，分别对应左边部分的显示单元选择以及右半部分的谐波次数页数选择。



5.4 图表显示

5.4.1 显示格式

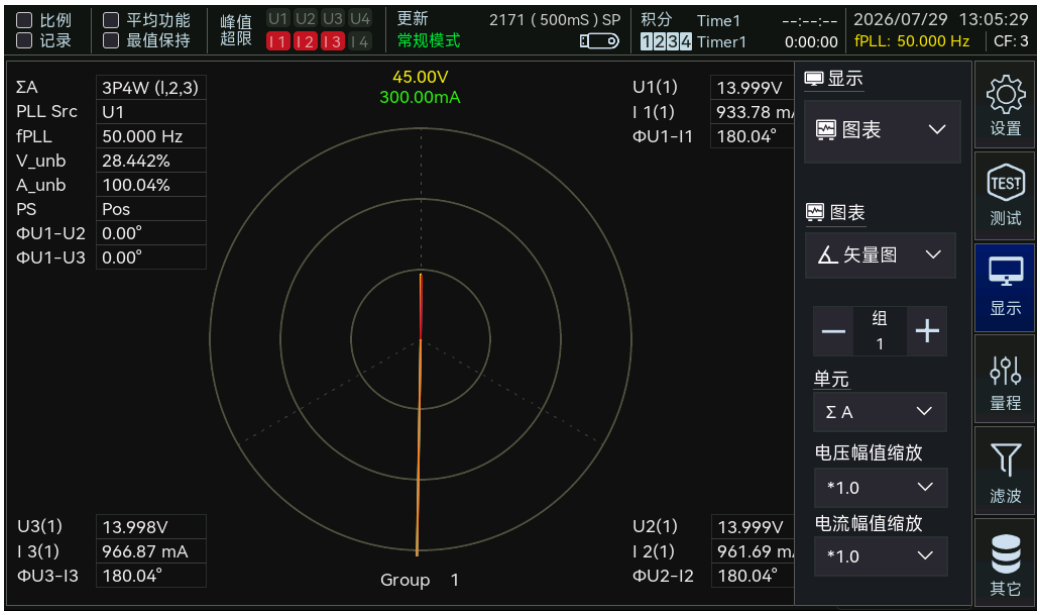
更改显示格式操作指南

本节介绍波形显示格式的相关设置：

进入显示（Display）一级菜单，在数值（Numberic）和图表（Graph）之间选择图表（Graph），具体操作见 5.1

图表（Gragh）可以选择波形（Wave）、柱状图（Bar）、矢量图（Vector）、趋势图。

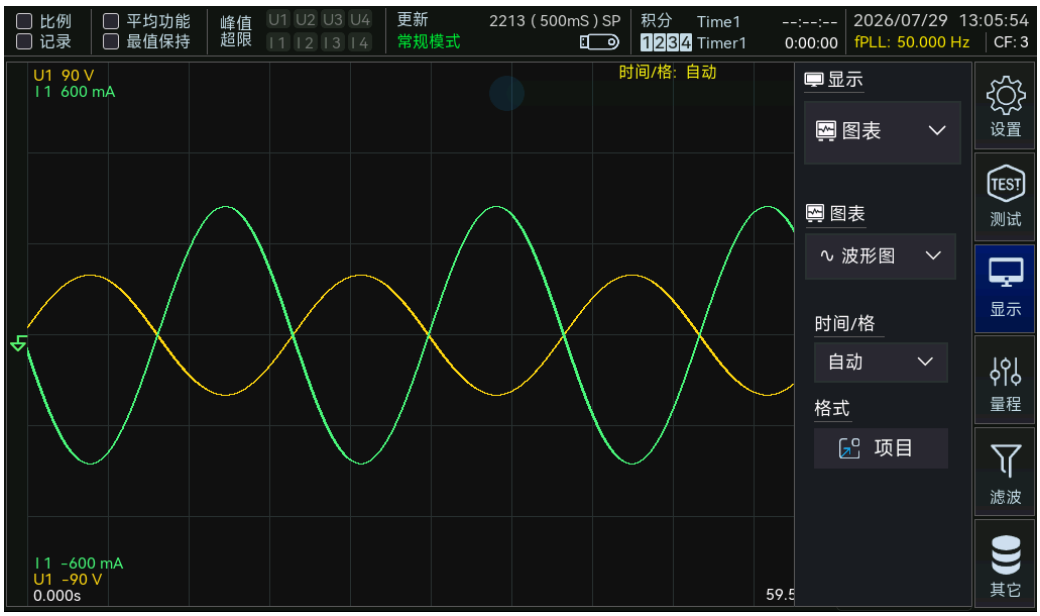
按表盘右方 WAVE 按键（图案请见 1.2），也可以在不同图表间快速切换。



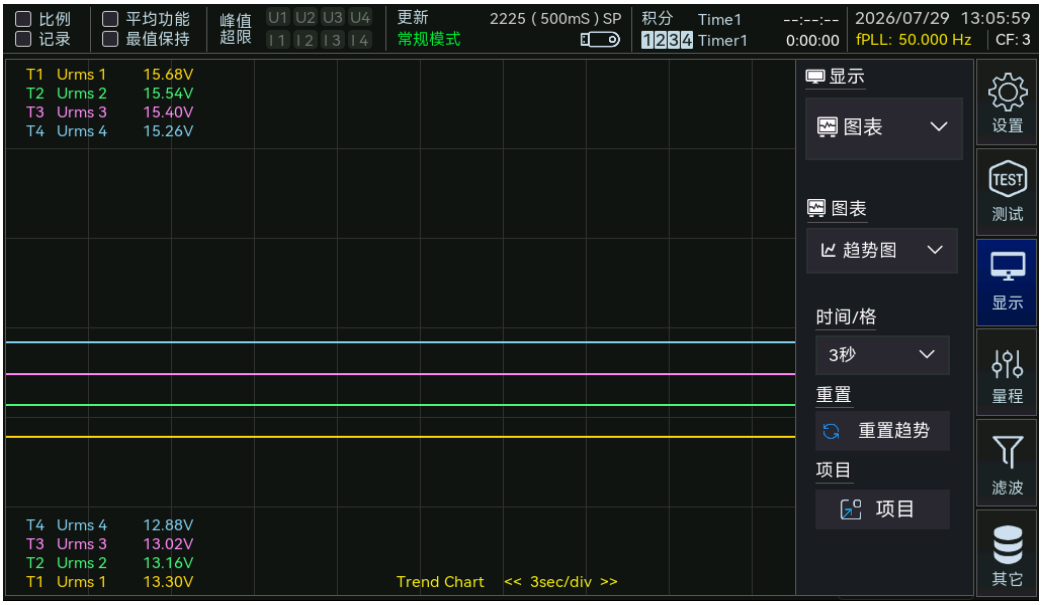
矢量图界面


比例
记录
平均功能
最值保持
峰值
超限
U1 U2 U3 U4
I1 I2 I3 I4
更新
2180 (500mS) SP
常规模式
积分
Time1
1234 Timer1
--:--:--
0:00:00
2026/07/29 13:05:34
fPLL: 50.000 Hz
CF: 3
Bar U1
20 V
(linear Scale)
(1 - 50)
Group 1
显示
图表
图表
柱状图
组
1
次/页
50
格式
项目
设置
测试
显示
量程
滤波
其它
1 5 10 15 20 25 30 35 40 45

棒状图界面


比例
记录
平均功能
最值保持
峰值
超限
U1 U2 U3 U4
I1 I2 I3 I4
更新
2213 (500mS) SP
常规模式
积分
Time1
1234 Timer1
--:--:--
0:00:00
2026/07/29 13:05:54
fPLL: 50.000 Hz
CF: 3
U1 90 V
I 1 600 mA
时间/格: 自动
显示
图表
图表
波形图
时间/格
自动
格式
项目
设置
测试
显示
量程
滤波
其它
I 1 -600 mA
U1 -90 V
0.000s

波形图界面



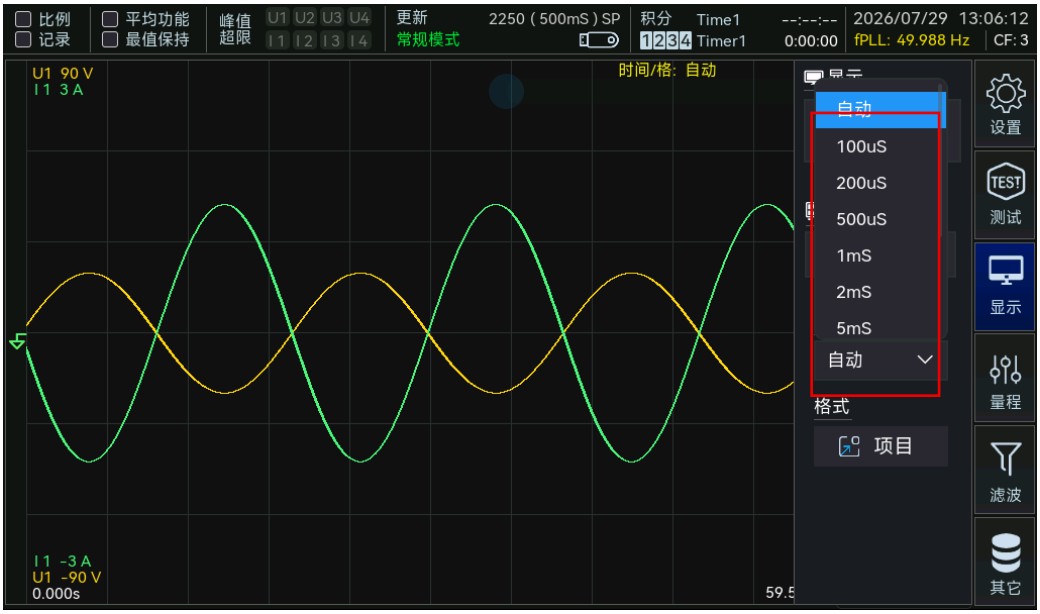
趋势图

5.4.2 波形图、棒状图、趋势图具体设置

波形图时间/div（Time/div）

用 **时间/div**（每格时间）设置时间轴。

- 1 格对应的时间以 Auto、0.25ms、0.5ms、1ms、2ms、5ms、10ms、20ms、50ms、100ms 的顺序变更。



棒状图 order/page

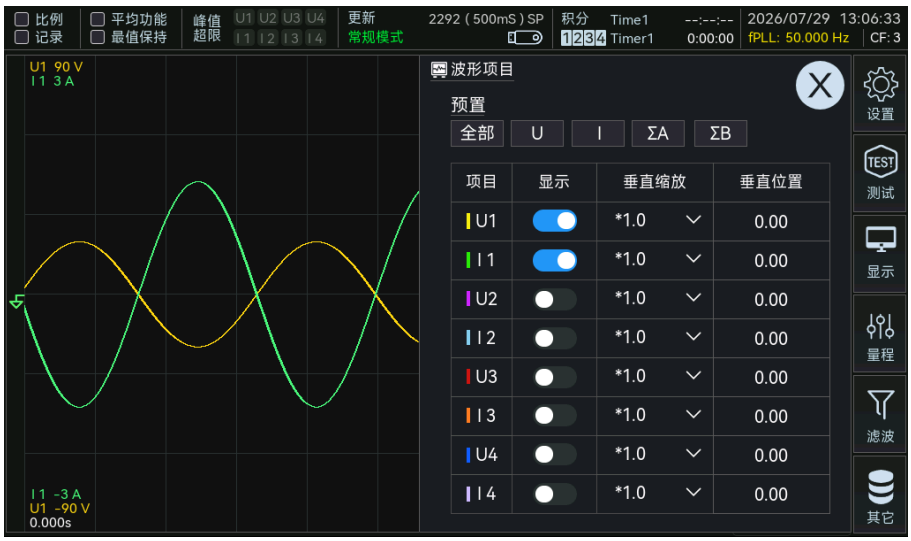
•以 10、20、50、100、200、500 的顺序变更。



波形图、棒状图、趋势图显示详细设置

点击 Item 进入详细设置，柱状图、趋势图同理，进入界面可以选择显示单元、参数





波形图单元设置



柱状图单元设置



趋势图单元设置

5.4.3 矢量图设置

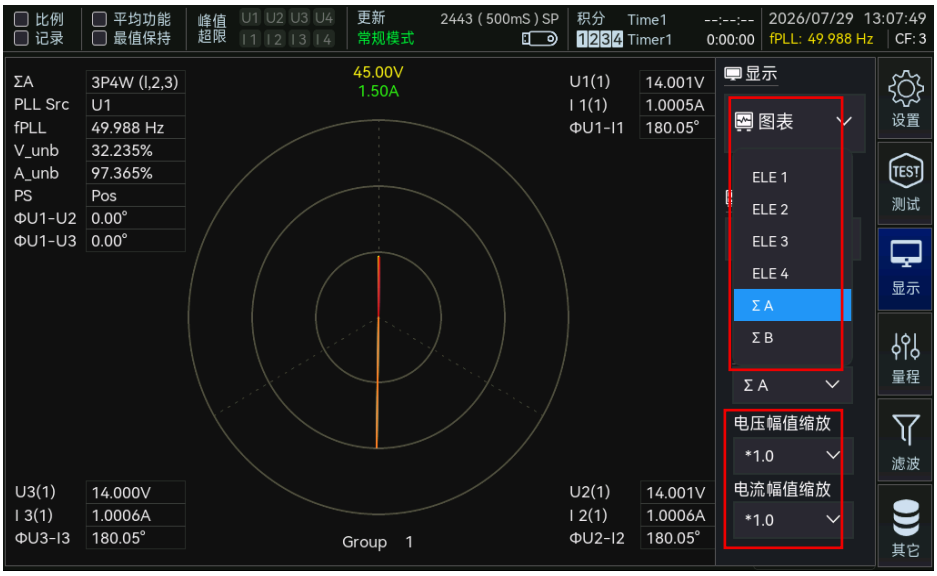
单元设置

ELEMENT 可以选择 ELE1、ELE2、ELE3、ELE4 等如图所示



缩放设置

可以选择 U/I 的缩放设置



第六章　其他功能（Mix）

本章介绍触摸屏右侧第六栏其他（Mix）查看其他仪器功能以及表盘 NULL 功能介绍
其他栏可以设置或使用以下项目。

- 启用或禁用最大值保持（Max Hold）
- 积分功能（Integral）

6.1 最大值保持（Max Hold）

设置保持最大值

点击屏幕右侧最底部“**其它**”快捷按钮菜单、在快捷页面最上面的“**最值保持**”为保持最大值开关。



点击“**其它**”跳出快捷菜单

最大值保持功能说明

- 实际保持绝对值最大的测量值，同时保留原始正负符号。
- 开启最大值保持时：清除数据，随后持续更新绝对值更大的值。
- 关闭最大值保持时：保持结果字段恢复实时更新。
- 更改生效后左上角状态栏会同步更新显示。

支持最大值保持的项目

项目	名称	备注
Urms	有效值	
Umn	校准到正弦波的整流平均值	
Udc	简单平均值	
Urmn	整流平均值	
Uac	交流分量	
U+pk	电压正峰值	Σ 分组无此项目
U-pk	电压负峰值	Σ 分组无此项目
Irms	有效值	
Imn	校准到正弦波的整流平均值	
Idc	简单平均值	
Irmn	整流平均值	
Iac	交流分量	
I+pk	电流正峰值	Σ 分组无此项目
I-pk	电流负峰值	Σ 分组无此项目
P	有功功率	
Q	无功功率	
S	视在功率	
P+pk	瞬时功率正峰值	Σ 分组无此项目
P-pk	瞬时功率负峰值	Σ 分组无此项目

6.2 积分功能（Integral）

本仪器可以进行有功功率积分（瓦时）、电流积分（安时）。
触摸屏右侧第五栏 Integral 进入积分设置
可以设置以下项目。

- 启用或禁用独立积分（Independent Control）
- 独立积分单元（Element Object）
- 开始、停止和重置积分（Start/Stop/Reset）
- 积分条件（Integ Set）

6.2.1 独立积分

本节介绍独立积分的相关设置。打开独立积分后，可以按照输入单元分别开始、停止和重置积分。

- 打开/关闭独立积分
- 执行独立积分的单元

设置独立积分操作说明

按 积分功能 键，显示以下菜单。



选择单元

- 勾选单独控制时，通过勾选单元的确认框，可以选择要开始、停止和重置积分的单元。
- 全开：控制所有单元。
- 全闭：没有单元受控制。

提示：

•积分状态只有在复位状态时，独立积分设置才能改变。

6.2.2 开始、结束、重置积分

本节介绍如何开始、停止和重置积分。
根据选择的通道进行如图设置
各通道的状态会在屏幕上方显示



提示

•如果不重置积分，就不能重新开始积分。

- 按 **HOLD** 键，**HOLD** 键点亮，显示和通信输出的积分结果被保持。但是积分继续，与 HOLD 功能无关。

6.2.3 详细设置

本节介绍积分 Details 设置：

积分设置界面点击下图红框 Details 进入积分详细设置





如图进入 Details 设置界面

统一设置（Unified settings）：勾选后所有单元同时更改



瓦时设置：可以选择下图红框标注的买入/买出模式或者充电/放电模式



安时设置：可以设置下图红框处 rms、mn、dc、rmn、ac 模式



6.3 NULL 功能（NULL）

本节介绍 NULL 功能的使用。

NULL 功能使用说明

功能说明

在仪器接有外部传感器和测试线时，可以用 NULL 功能减去偏置电压和偏置电流。

步骤

打开 NULL 功能 ：按下 NULL 功能键，打开 NULL 功能。按键 NULL 指示灯点亮。
关闭 NULL 功能 ：NULL 功能打开状态下，再次按下 NULL 功能键，按键 NULL 指示灯熄灭， NULL 功能关闭。
NULL 值 ：打开 NULL 功能后，上次测量的 Udc 和 Idc 值(电压/电流的简单平均值)将被设为 NULL 值。而如果上次没有测量 Udc、Idc(例如，没有执行测量而又打开了 NULL 功能)，Udc 和 Idc 将设 为“0”。

提示：
- 以下情况 NULL 功能将被解除：
  - 开机时
  - 初始化设置时
  - 电流测量期间，从直接输入切换到外部电流传感器时
- 保持期间，打开或关闭 NULL 功能，NULL 按键指示灯将点亮或熄灭，但保持数据不会受影响。此外，NULL 按键指示灯会被点亮。
- NULL 功能打开时，DC 值将被保持。但是，峰值因数设为 3 时，实际 NULL 值上限将为量程的±10%。
- 量程改变后，NULL 值的上限值由改变后的量程决定。由自动量程功能引起量程降低时， NULL 值的上限值也将被调整

受 NULL 功能影响的测量功能：因为是从采样数据中减去 NULL 值，所以所有测量功能都将受到 NULL 值的影响。

第七章　接口

7.1 通信接口

计算机接口

以太网接口

项目	符号和含义
接口类型	RJ-45 网口
电气和机械规格	符合 IEEE802.3 标准
传输方式	以太网 1000Base-T、100BASE-TX、10BASE-T
通信协议	TCP/IP
支持服务	• 支持千兆以太网接口形式 • 支持 AUTO MDI/MDIX，可使用交叉网线或平行网线连接 • 支持 TCP • 支持跨路由通信 • 支持标准 TCP/IP SOCKET 应用程序访问

RS232/RS485 接口

项目	符号和含义
接口类型	9针公口
电气和机械规格	符合 RS232/RS485电平标准
支持协议	Modbus RTU

外设用接口

USB 接口

项目	符号和含义
端口数	2
接口类型	USB A 类接口（插座）
电气和机械规格	符合 USB Rev.2.0
支持传输模式	HS（高速；480Mbps）
支持协议	兼容 USB mass Storage ClassVer.2.1 标准的大容量存储设备 可用空间：1TB、分区格式：MBR、格式类型：FAT32、FAT16、EX-FAT
电源	5V，500mA

第八章　按键与触摸保护

8.1 按键/触摸保护

本节介绍如何按键/触摸保护，以防止无意中触碰按键改变本仪器的状态。

按键保护（KEY PROT）

双击仪表底部 KEYLOCK
设置后实体按键受到保护

触摸保护（TOUCH LOCK）

双击仪表底部 TOUCHLOCK
设置后触摸屏选项受到保护

提示：

•即使关闭电源，也不会改变按键保护设置状态。

附录 1　测量功能的符号和求法

常规测量功能

测量功能	公式				
电压 U [V]	Urms 真有效值	Umn 校准到有效值的整流平均值	Udc 简单平均值	Urmn 整流平均值	Uac AC 成分
	$\sqrt{AVG[u[n]^2]}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}}AVG[\|u[n]\|]$	AVG[u(n)]	AVG[|u(n)|]	$\sqrt{RMS^2-DC^2}$
电流 I [A]	Irms 真有效值	Imn 校准到有效值的整流平均值	Idc 简单平均值	Irmn 整流平均值	Iac AC 成分
	$\sqrt{AVG[i[n]^2]}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}}AVG[\|i[n]\|]$	AVG[i(n)]	AVG[|i(n)|]	$\sqrt{RMS^2-DC^2}$
有功功率 P [W]	AVG[u(n)•i(n)]				
视在功率 S [VA]	从 Urms*Irms、Umn*Imn、Udc*Idc、Umn*Irms 和 Urmn*Irmn 中选择				
无功功率 Q [var]	$\sqrt{S^2-P^2}$				
功率因数 λ	$\frac{P}{S}$				
相位差 Φ [°]	$\cos x^{-1}(\frac{P}{S})$				
电压频率 fU [Hz] 电流频率 fI [Hz]	用过零检测测量电压频率(fU)和电流频率(fI) 可以同时测量所有单元的 fU 和 fI				
电压最大值 U+pk [V]	每次数据更新周期中的最大值 u(n)				
电压最小值 U-pk [V]	每次数据更新周期中的最小值 u(n)				
电流最大值 I+pk [A]	每次数据更新周期中的最大值 i(n)				
电流最小值 I-pk [A]	每次数据更新周期中的最小值 i(n)				
功率最大值 P+pk [W]	每次数据更新周期中的最大值 u(n)*i(n)				
功率最小值 P-pk [W]	每次数据更新周期中的最小值 u(n)*i(n)				
电压峰值因数 CfU 电流峰值因数 CfI	$\mathrm{CfU}=\frac{\mathrm{Upk}}{\mathrm{Urms}}$ Upk=|U+pk|或 Upk=|U-pk| 取两者较大值		$\mathrm{CfI}=\frac{\mathrm{Ipk}}{\mathrm{Irms}}$ Ipk=|I+pk|或 Ipk=|I-pk| 取两者较大值		

<table>
<tr><th colspan="3">测量功能</th><th colspan="4">公式</th></tr>
<tr><td rowspan="4">积分</td><td>积分时间
[h:m:s]</td><td>Time</td><td colspan="4">从积分开始到积分结束的时间</td></tr>
<tr><td>瓦时
[Wh]</td><td>WP
WP+
WP−</td><td colspan="4">$\left[\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}\{u(n)*i(n)\}\right]*\mathrm{Time}$
N 是积分时间内的采样次数，时间单位是小时。
WP 是正负瓦时之和，WP+是正 u(n)*i(n)之和，WP－是负 u(n)*i(n)之和。</td></tr>
<tr><td>安时
[Ah]</td><td>Q
q+
q−</td><td colspan="4">$\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}i(n)*\mathrm{Time}$
i(n)是电流信号的第 n 次采样数据，N 是数据采样次数，时间单位是小时。
q 是 i(n)的正负安时之和，q+是正 i(n)之和，q－是负 i(n)之和。</td></tr>
<tr><td>伏安时
[VAh]</td><td>WS</td><td colspan="4">$\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}S(n)*\mathrm{Time}$
S(n)是第 n 次视在功率的测量值，N 是数据更新次数，时间单位是小时。</td></tr>
<tr><td rowspan="8">Σ功能</td><td colspan="2">乏时
[varh]</td><td>WQ</td><td colspan="4">$\frac{1}{N}\sum_{n=1}^{N}|Q(n)|*\mathrm{Time}$
Q(n)是第 n 次无功功率的测量值，N 是数据更新次数，时间单位是小时。</td></tr>
<tr><td colspan="2">接线方式</td><td colspan="2">三相 3 线制 3P3W</td><td>3 电压 3 电流表法(3V3A)</td><td>三相 4 线制 3P4W</td></tr>
<tr><td colspan="2">UΣ
[V]</td><td colspan="2">(U1+U2)/2</td><td colspan="2">(U1+U2+U3)/3</td></tr>
<tr><td colspan="2">IΣ
[A]</td><td colspan="2">(I1+I2)/2</td><td colspan="2">(I1+I2+I3)/3</td></tr>
<tr><td colspan="2">PΣ
[W]</td><td colspan="3">P1+P2</td><td>P1+P2+P3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">SΣ
[VA]</td><td>TYPE1</td><td>S1+S2</td><td>$\frac{\sqrt{3}}{2}(S1+S2)$</td><td>$\frac{\sqrt{3}}{3}(S1+S2+S3)$</td><td>S1+S2+S3</td></tr>
<tr><td></td><td colspan="4">$\sqrt{P\Sigma^{2}+Q\Sigma^{2}}$</td></tr>
<tr><td rowspan="3">QΣ
[Var]</td><td>TYPE1</td><td colspan="3">Q1+Q2</td><td>Q1+Q2+Q3</td></tr>
<tr><td>TYPE2</td><td colspan="4">$\sqrt{S\Sigma^{2}-P\Sigma^{2}}$</td></tr>
<tr><td>TYPE3</td><td colspan="3">Q1+Q2</td><td>Q1+Q2+Q3</td></tr>
</table>

<table>
<tr><th colspan="3">测量功能</th><th colspan="3">公式</th></tr>
<tr><td rowspan="11">Σ 功能</td><td colspan="2">接线方式</td><td>三相 3 线制 3P3W</td><td>3 电压 3 电流表法 (3V3A)</td><td>三相 4 线制 3P4W</td></tr>
<tr><td rowspan="5">WP Σ [Wh]</td><td>WP Σ</td><td>WP1+WP2</td><td></td><td>WP1+WP2+WP3</td></tr>
<tr><td rowspan="2">WP+ Σ</td><td>每个极性的瓦时积分方式设为 Charge/Discharge（充/放电）时 ： (WP+1)+(WP+2)</td><td></td><td>(WP+1)+(WP+2)+(WP+3)</td></tr>
<tr><td colspan="3">每个极性的瓦时积分方式设为 Sold/Bought（卖/ 买电）时 WP+ Σ 是每个数据更新周期内有功功率 WP Σ 正值之和。</td></tr>
<tr><td rowspan="2">WP− Σ</td><td>每个极性的瓦时积分方式设为 Charge/Discharge（充/放电）时 ： (WP－1)+(WP－2)</td><td></td><td>(WP－1)+(WP－2)+(WP－3)</td></tr>
<tr><td colspan="3">每个极性的瓦时积分方式设为 Sold/Bought 卖/买电）时 WP− Σ 是每个数据更新周期内有功功率 WP Σ 负值之和。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">q Σ [Ah]</td><td>q Σ</td><td colspan="2">q1+q2</td><td>q1+q2+q3</td></tr>
<tr><td>q+ Σ</td><td colspan="2">(q+1)+(q+2)</td><td>(q+1)+(q+2)+(q+3)</td></tr>
<tr><td>q− Σ</td><td colspan="2">(q−1)+q2</td><td>(q−1)+(q−2)+(q−3)</td></tr>
<tr><td colspan="2">λ Σ</td><td colspan="3">$\frac{P\Sigma}{S\Sigma}$</td></tr>
<tr><td colspan="2">Φ Σ [°]</td><td colspan="3">$\cos x^{-1}(\frac{P\Sigma}{S\Sigma})$</td></tr>
</table>

提示

- u(n)表示电压瞬时值。
- i(n)表示电流瞬时值。
- n 表示第 n 次测量区间，测量区间由同步源设置决定。
- AVG[ ]表示在数据测量周期内对[ ]里的采样数据进行简单平均，数据测量周期由同步源设置决定。
- PΣ 表示接线组 Σ 的有功功率。分配到接线组 Σ 的输入单元因本仪器安装的单元数量和选择的接线方式类型而异。
- 表格中的输入单元 1、2、3 组成接线方式时，在 Urms Σ、Umn Σ、Urmn Σ、Udc Σ、Uac Σ、Irms Σ、Imn Σ、Irmn Σ、Idc Σ、Iac Σ、P Σ、S Σ、Q Σ、Pc Σ、WP Σ 和 q Σ 的运算公式中表示为数字 1、2、3。
- 本仪器的 S、Q、λ 和 Φ 通过电压、电流和有功功率的测量值运算求得。如果输入失真波形，从本仪器获得的测量值与从使用不同测量原理的其他仪器得到的测量值之间可能存在差异。
- 计算 Q[var]时，当电流相位超前电压时，Q 值为负（−）；电流相位滞后电压时，Q 值为正（+）。Q Σ 的结果可能为负，因为它是从每个单元带符号的 Q 值运算而得。

谐波测量的测量功能

测量功能		公式	
		（ ）内的文字和数值 k = 1～max 时	总值（Total） （无括号）
电压 [V]	U( )	$U_k = \sqrt{U_r(k)^2 + U_r(k)^2}$	$\mathrm{U} = \sqrt{\sum_{k=min}^{max} u(k)^2}$
电流 [A]	I( )	$I_k = \sqrt{I_r(k)^2 + I_r(k)^2}$	$\mathrm{U} = \sqrt{\sum_{k=min}^{max} i(k)^2}$
PLL 的频率 [Hz]	FreqPLL	谐波的 PLL 源的频率	

测量功能		公式	
		测量功能（ ）内的文字和数值是 dc（k(k = 1 ～ max)）	
		失真因数运算式的分母是总值（Total）时	失真因数运算式的分母是基波（Fundamental）时
电压的谐波失真因数 [%]	Uhdf( )	$\frac{\mathrm{U(k)}}{\mathrm{U(总值)}} * 100$	$\frac{\mathrm{U(k)}}{\mathrm{U(1)}} * 100$
电流的谐波失真因数 [%]	Ihdf( )	$\frac{\mathrm{I(k)}}{\mathrm{I(总值)}} * 100$	$\frac{\mathrm{I(k)}}{\mathrm{I(1)}} * 100$
电压的总谐波失真因数 [%]	Uthd	$\frac{\sqrt{\sum_{\mathrm{k=2}}^{\mathrm{max}} \mathrm{U(k)^2}}}{\mathrm{U(总值)}} * 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{\mathrm{k=2}}^{\mathrm{max}} \mathrm{U(k)^2}}}{\mathrm{U(1)}} * 100$
电流的总谐波失真因数 [%]	Ithd	$\frac{\sqrt{\sum_{\mathrm{k=2}}^{\mathrm{max}} \mathrm{I(k)^2}}}{\mathrm{I(总值)}} * 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{\mathrm{k=2}}^{\mathrm{max}} \mathrm{I(k)^2}}}{\mathrm{I(1)}} * 100$

- $\mathrm{U(总值)} = \sqrt{\sum_{\mathrm{k=min}}^{\mathrm{max}} \mathrm{U(k)^2}}$　　$\mathrm{I(总值)} = \sqrt{\sum_{\mathrm{k=min}}^{\mathrm{max}} \mathrm{I(k)^2}}$

提示

- k 是谐波次数，r 是实数部分，j 是虚数部分。
- U(k)、U(r k)、U(j k)、(I k)、I(r k)和 I(j k)用有效值表示。
- min 代表最小谐波次数，可以选择 0（直流成分）或 1（基波成分）。
- max 代表最大谐波次数。
- λ(k)：由适用标准(IEC34-1 (1996)) 定义的系数。
- T(k)：由适用标准(IEEE Std 100 (1992)) 定义的系数

Delta 运算测量功能

测量功能		公式
类型	项目	
3P3W→3V3A	V12(3P3W)	u1 - u2
Delta→Star	V1(Delta→Star)	$u1-\frac{u1+u2}{3}$
	V2(Delta→Star)	$u2-\frac{u1+u2}{3}$
	V3(Delta→Star)	$-\frac{u1+u2}{3}$
	I0	i1+i2+i3
Star→Delta	V12(Star→Delta)	u1 - u2
	V23(Star→Delta)	u2 - u3
	V31(Star→Delta)	u3 - u1

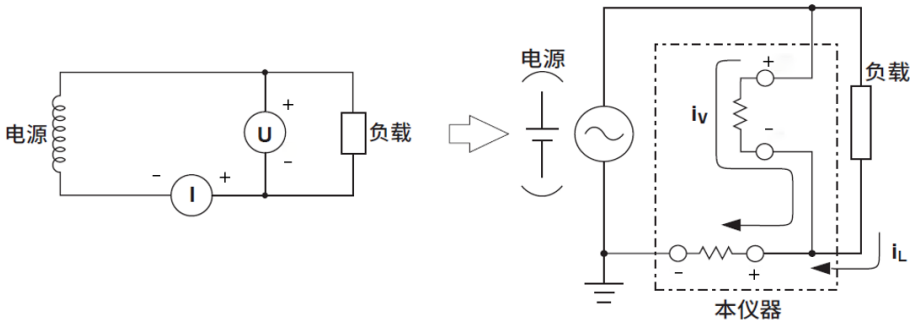
附录 2　如何实现精确测量

功率损耗的影响

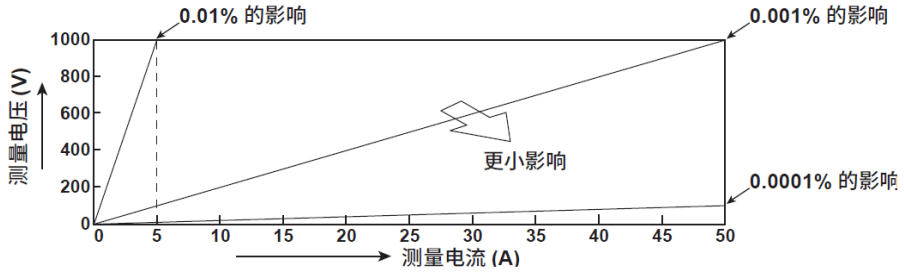
使用和负载匹配的接线方式可以降低功率损耗对测量精度的影响。以下考虑电源（SOURCE）和负载电阻（LOAD）的情况。

测量较大电流时

将电压测量回路连到近负载一侧。电流测量回路测得流经负载的电流 iL 和流经电压测量回路的电流 iV 之和。因为测量回路电流为 iL，所以误差仅为 iV。本仪器电压测量回路的输入阻抗约 5MΩ。输入 1000V 电压时，iV 约为 0.2mA（1000V/5MΩ）。输入 100V 电压和 5A 电流时，iV=0.02mA（100V/5MΩ），iV 对测量精度的影响为 0.0004%（0.02mA/5A）。

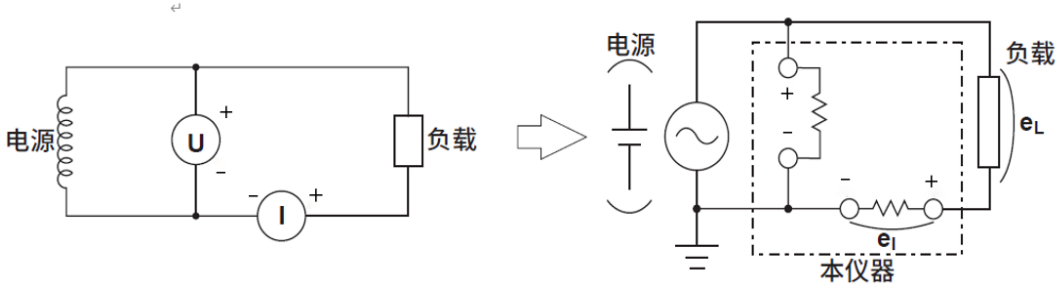


作为参考，造成影响为 0.01%、0.001%和 0.0001%的电压和电流关系如下图所示。



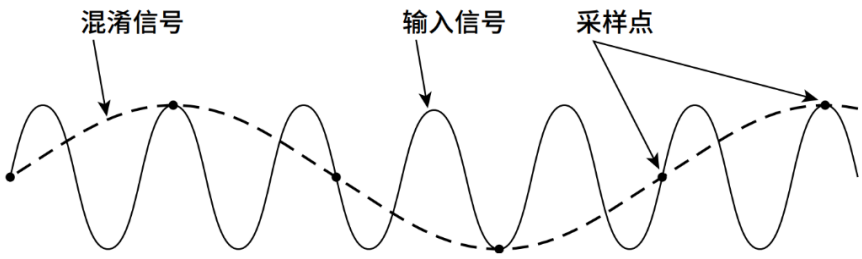
测量较小电流时

将电流测量回路连到近负载一侧。电压测量回路测得负载电压 eL 和电流测量回路的电压 eI 之和，误差仅为 eI。5A 输入单元的电流测量回路的输入阻抗约为 100mΩ。例如，负载阻抗为 1kΩ时，eI 对 5A 输入单元测量精度的影响约为 0.01%（100mΩ/1kΩ）1kΩ）。



混淆现象

当采样率低于输入信号频率，包含在信号中的高频成分将丢失。这时，根据 Nyquist 的采样定理，将发生信号中的高频成分误读成低频数据的现象。此现象称为混淆现象。



发货清单

测试仪套件中包括下列物品，请仔细核对，如有不同，请及时联系本公司。

表1-1　发货清单

序号	名称	数量	单位	备注
1	发电机专用测试仪	1	台	
2	电源线	1	根	
3	使用说明书	1	份	
4	合格证	1	张	
5	检测报告	1	份	
6	RS232 通讯线	1	根	
7	RS485 通讯线	1	根	
8	3.8-6P 接线端子	1	个	
9				
10				
11				