

## 交直流通用电参数测量仪

### AD16xx 系列

型号	最大测量电流
AD1600	0.6A
AD1601	1A
AD1603	3A
AD1610	10A
AD1620	20A
AD1640	40A

Evision beta 1.0    SEP 02, 2015

---



---

手册内容为试用版，有可能存在错漏，或因技术升级而变更，恕不另行通知。

本产品的名称也可以为：电参数测量仪，电参数测试仪，功率测量仪，功率计等。

## 开卷致谢

感谢您购买AD16xx系列功率分析仪，为了最大限度地发挥分析仪的功能，请首先仔细阅读本使用手册，并留用随时查阅。

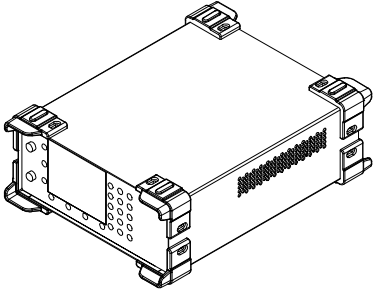
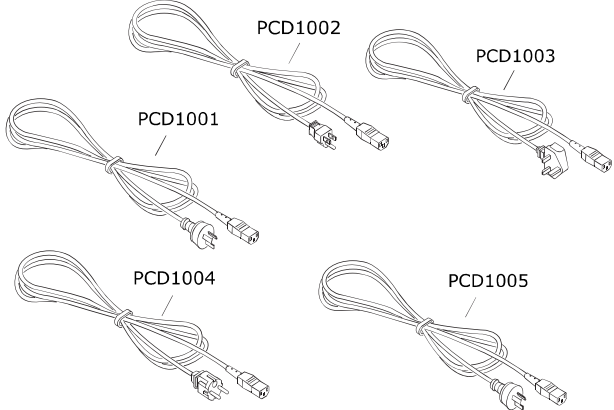
该产品具有众多的测量功能。仪器属于台式仪器，具备六数码管窗口参数显示功能。

我们已经努力使本手册达到尽善尽美，但很可能仍有某些部分阐述不清，希望您能通过我们的代理商转告或直接致电给我们，在此先表示感谢。

## 开箱说明

打开包装时，首先检查确认仪器在运输过程中没有损坏，特别是检查一下附件、面板开关和接头。仪器若有损坏或按照说明不能操作，与经销商联系。

包装包括以下主机和附件，请你认真核对：

<p>测量主机 1 台</p>	
<p>电源线 1 根 ( 250V 10A )              会包含下列其中一种电源线：              PCD1001: GB 标准，CCC 认证              PCD1002: UL，CSA 标准              PCD1003: BS 标准              PCD1004: VDE 标准              PCD1005: CSA 标准              默认配备 PCD1001，              用户在订货时可自主选择电源线型号。</p>	
<p>CDR 光盘 1 张</p>	<p>包含电子版说明书</p>
<p>用户手册</p>	<p>0 本，为了响应世界环保组织（IUCN）提出的：<b>关于保护自然的完整性与多样性</b>，本产品暂不提供纸质用户手册</p>
<p>厂内校准证书</p>	<p>1 份</p>
<p>合格证</p>	<p>1 份</p>

## 校验及校正声明

本手册所列的仪器设备完全符合本公司一般手册上所标称的规范和特性。本仪器在出厂前已经通过本公司的厂内校验。本公司校验用的所有仪器设备都已委请技术监督部门认可的检验中心作定期校正，校验的程序和步骤是符合电子检验中心的规范和标准。

## 产品质量保证

本公司保证所生产制造的新品仪器均经过严格的质量确认，同时保证在出厂一年内，如有发现产品的施工瑕疵或零件故障，本公司负责免费给予修复。但是如果使用者有自行更改电路、功能、或自行修理仪器及零件或外壳损坏等情况，本公司不提供免费保修服务，得视实际状况收取维修费用。如果未按照规定将所有地线接受或未按照安全规范操作机器而发生异常状况，本公司恕不提供免费保修服务。

本保证不含本机器的附属设备等非本公司所生产的附件。

在一年的保修期内，请将故障仪器送回本公司维修中心或本公司指定的经销商处，本公司会予以妥善修护。如果本仪器在非正常的使用下、或人为疏忽、或非人力可控制下发生故障，例如地震、水灾、暴动、或火灾等非人力可控制的因素，本公司不予免费保修服务。

## 手册版权

手册内容有可能因技术升级或存在错漏而变更，恕不另行通知。

没有本公司书面同意，本手册的全部或部分内容不得抄袭、改编、或以任何形式的出版、传播。

本手册内容如有理解异议，以本公司技术开发部解释为准。

本产品的名称也可以为：功率计、电参数测量仪、功率测量仪等，本手册以“功率计”作为主要用词。

## 安全说明

本仪器是按照IEC61010-1安全标准设计的，装运前经过了安全测试。在高压测量时，测量过程失当会造成触电危险和损坏设备。使用前请仔细阅读该手册，确保完全理解。由于非产品缺陷引起的任何事故或伤亡，制造商不承担任何责任。

### 安全标志:

本仪器所引用的安全规范为Safety Class I 的规定(机体具有保护用的接地端子)。本手册提供仪器安全操作以及保持安全操作条件所需要的信息和警告。使用前仔细阅读以下安全注意事项。

### 手册中所用的以下标志表示相对重要的注意和警告:



阅读手册中的安全注意事项。请参考手册上所列的警告和注意说明，以避免人员受伤或机器受损。



危险标志，可能会有高电压存在，请避免接触。



接地标志。

### 安全的工作环境 :

- 在开启本机的测量电源前，请先检测接线是否正确。
- 决不能将信号输入端子接在额定电压超过600V的电路上。
- 不允许输入超过最大允许电流、频率。
- 保持工作环境干燥、无酸碱、易燃、易爆等化学物质和其它腐蚀性气体。
- 必须避免在野外的阳光直射、高温、潮湿和浓雾下使用和存储，这些会造成绝缘层的老化，且可能损坏仪器。
- 为了避免在运输或移动过程中的震动和冲击造成的仪器损害，应加以必要的保护，特别是避免坠落。
- 首次使用前应确保仪器工作正常，没有发生因运输或存储过程中造成的损害。
- 该仪器是被设计为室内使用，且使用环境温度为0~40℃。
- 仪器在移动工作位置时应小心轻放，不得摔掷。
- 为了防止触电危险，请不要掀开机器的盖子。
- 万一发生任何问题，请立即关闭电源。
- 本仪器的任何立方面不能接受强压，敲击或强应力。
- 请勿带电连接或拆卸测试输入端或输出端的端子。

## 使用前的准备

### 拆封和检查

本公司的产品是包装在一个使用泡绵保护的包装箱内，如果收到时的包装箱有破损，请检查仪器的外观是否有无变形、刮伤、或面板损坏等。如果有损坏，请立即通知本公司或其经销商。并请保留包装箱和泡绵，以便了解发生的原因。我们的服务中心会帮您修护或更换新机。在未通知本公司或其经销商前，请勿立即退回产品。

### 工作电源的需求和选择

本仪器的工作电源使用90V至250V、50/60Hz供电，适用全球工频电压，如果超出或不确定，请勿尝试插进仪器的供电插孔。

### 使用的周围环境条件

温度 : 0°-40°C (32°-104°F)。

相对湿度 : 在0 到90%之间



**手册目录**

开卷致谢	1
开箱说明	2
校验及校正声明	3
产品质量保证	4
手册版权	5
安全说明	6
使用前的准备	7
手册目录	8
第一章：概述	10
1-1 仪器描述	10
1-2 仪器应用	10
1-3 仪器原理	10
第二章：仪器指标	11
2-1 系列型号说明	11
2-2 基本测量指标	12
2-3 仪器通用参数	14
第三章：测量基础	15
3-1 单相功率测量系统	15
3-2 频率 (Frequency)	15
3-3 有效值(Effective value)	16
3-4 真有效值(TRMS, True root mean square)	16
3-4 THD (Total harmonic distortion)	16
3-6 有功功率(Active Power)	17
3-7 视在功率(Apparent Power)	18
3-8 无功功率(Reactive Power)	19
3-9 功率因数(PF, POWER FACTOR)	19
3-10 视在阻抗(Apparent impedance)	20
第四章：连接	21
4-1 后面板功能说明	21
4-2 工作电源连接	21
4-3 直接输入测量连接	22
4-4 通过外部电流互感器连接	23
4-5 过流保护器	23
第五章：功能操作	24
5-1 前面板结果	24
5-2 LED 数码管显示意义	24
5-3 单位字符显示意义	24
5-4 按键功能说明	25

5-5 显示模式菜单操作	26
5-6 测量参数显示	26
5-7 测量参数显示保持功能	27
<b>第六章：仪器设置</b>	<b>28</b>
6-1 设置菜单	28
6-2 外部电压互感器变比 PT 设置	29
6-3 外部电流互感器变比 CT 设置	29
6-4 外部电流互感器相移设置	29
6-5 最低测量频率范围设置	30
6-6 数字过零滤波器设置	30
6-7 移动平均值滤波器设置	31
6-8 量程模式设置	32
6-9 电压量程设置	33
6-10 电流量程设置	33
6-11 THD 显示方式设置	34
6-12 显示亮度设置	34
6-13 显示刷新率设置	35
6-14 复位出厂设置	35
6-15 报警模式设置	36
6-16 报警电压上限值设置	37
6-17 报警电压下限值设置	38
6-18 报警电流上限值设置	39
6-19 报警电流下限值设置	39
6-20 报警功率上限值设置	40
6-21 报警功率下限值设置	41
6-22 报警功率因数上限值设置	41
6-23 报警功率因数下限值设置	42
6-24 报警电流 THD 上限值设置	43
6-25 报警电流 THD 下限值设置	43
<b>第七章：仪器日常维护事项</b>	<b>45</b>
7-1 更换保险丝	45
7-2 清洁仪器	45
7-3 运送设备维修	45
7-4 防止触电	45
7-5 仪器无显示	45
7-6 在正向功率测量时功率出现负值	45
7-7 在测量时参数显示“FULL”	45
78 仪器校准	45

## 第一章：概述

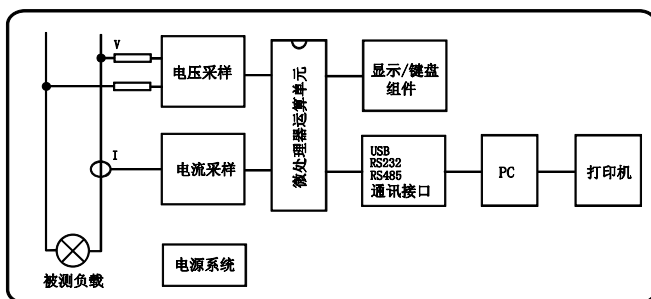
### 1-1：仪器描述

AD16xx系列单相功率分析仪是轻巧台式设计，能测量交流、半波整流、脉冲和直流负载，DC-120Hz范围内实现周期无缺失的采样，采用32位ARM微处理器、高速高精度A/D转换器为核心的仪器，拥有高精度、高稳定性、多种参数测量功能。仪器具有电流总谐波、电压总谐波测量功能。仪器还可以设定电压和电流的变比，轻易连接外部互感器，满足工业生产，工业控制，电力监控等要求。

### 1-2 仪器应用

AD16xx系列分析仪具有多档电压和电流量程，能测量大多数之交直流负载，如开关电源供应器(S.P.S)、LED驱动器、电子镇流器、节能灯、环保监视器、不断电系统(UPS)、电动工具、LCD监视器、绿色计算机、信息及办公设备(打印机、扫描仪)、家电、教育单位--等相关产品。可通过外接互感器实现更大的负载测量。

### 1-3 仪器原理



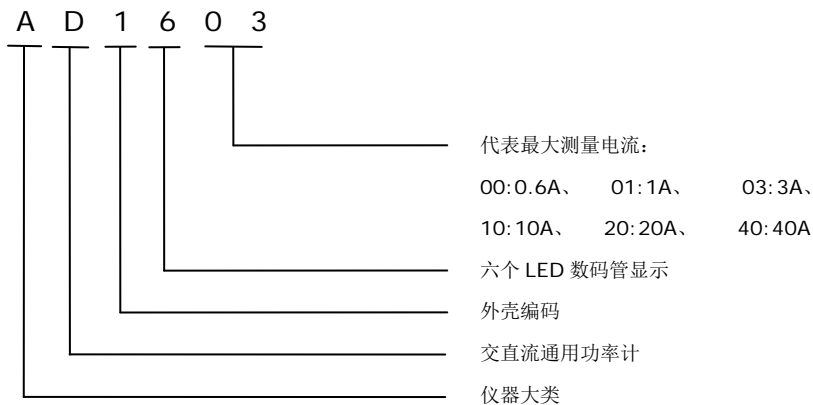
整机由电压/电流采样电路、微处理器运算电路、电源电路组成。

采样电路分为电压采样和电流采样部分，电压采样采用电阻降压采样，电流采样采用电流阻性分流器隔离采样，其各自又包括：信号放大、自动量程处理、抗混迭低通滤波电路、ADC 模数转换器组成。此电路对输入的交直流信号进行量化采样，后经微处理器运算电路进行数字运算处理，并把测量数据显示在面板上。

## 第二章：仪器指标

### 2-1 系列型号说明

仪器命名规则：



目前 AD16xx 系列功率分析仪为单相轻便式功率计。按最大输入电流量程分为 6 种。

功能或能测量的参数	
电压量程	60V / 125V / 250V / 500V
电流量程	AD1600 : 5mA / 25mA / 0.125A / 0.6A AD1601 : 10mA / 50mA / 0.2A / 1A AD1603: 20mA / 0.1A / 0.6A / 3A AD1610 : 0.1A / 0.5A / 2A / 10A AD1620 : 0.2A / 1A / 5A / 20A AD1640 : 0.4A / 2A / 10A / 40A
自动量程	✓
电压真有效值	✓
电压 THD	✓
电流真有效值	✓
电流 THD	
有功功率	✓
视在功率	✓
无功功率	✓
功率因数 PF	✓
视在阻抗	✓
频率	✓

## 2-2 基本测量指标

电压测量指标:

通用指标	量程 (4档)	60V / 125V / 250V / 500V (正弦有效值)	
	峰值电压或直流电压	85V / 176V / 353V / 707V	
	量程转换方式	自动量程或固定	
	带宽	DC - 5KHz	
	测量频率范围	DC, 0.5Hz 至 500Hz	
	输入阻抗	2.2M OHM 、 10PF 在所有量程, $\pm 1\%$	
	有效输入范围	5%至110% 在所有量程	
真有效值	精度 (23°C $\pm 5^\circ$ C)	47至63Hz、10V-500V	$\pm 0.2\%$
		DC、5V-700V	$\pm 0.5\%$
		0.5Hz至500Hz	$\pm 0.5\%$
	计算方式	数字技术计算真有效值 (True RMS)	
频率	计算方式	倒数方法	
	精度	$\pm 0.02\%$	
	触发信号	电压	
	有效信号电压范围	在5%至100%的所有电压量程内	
	有效测量范围	0.5Hz to 500Hz	
电压 THD	计算方式	数字快速傅里叶算法 (FFT) THD-R或THD-F	
	精度	$\pm 0.5\%$	

电流测量指标:

通用指标	量程 (4档)		AD1600 : 5mA / 25mA / 0.125A / 0.6A AD1601 : 10mA / 50mA / 0.2A / 1A AD1603 : 20mA / 0.1A / 0.6A / 3A AD1610 : 0.1A / 0.5A / 2A / 10A AD1620 : 0.2A / 1A / 5A / 20A AD1640 : 0.4A / 2A / 10A / 40A
	峰值电流或直流电流		量程*1.414
	量程转换方式		自动量程或固定
	带宽		DC - 5KHz
	测量频率范围		DC, 0.5Hz 至 500Hz
	输入阻抗		AD1600: <100mΩ +5 mΩ AD1601: <50mΩ +5 mΩ AD1603: <50mΩ +5 mΩ AD1610: <10mΩ +5 mΩ AD1620: <2mΩ +5 mΩ AD1640: <1mΩ +5 mΩ
	有效输入范围		5%至110% 在所有量程
真有效值	精度 (23°C±5°C)	47至63Hz、10V-500V	±0.2%
		DC、5V-500V	±0.5%
		0.5Hz至500Hz	±0.5%
计算方式		数字技术计算真有效值 (True RMS)	
电流 THD	计算方式		数字快速傅里叶算法 (FFT) THD-R或THD-F
	精度		±0.5%

其他测量指标:

功率 (W)	量程 (自动或固定, 相应于4电压量程和4电流量程)		详细查看系列电压和电流说明 根据 $P=U \cdot I$	
	计算方式		数字技术计算真功率 (True Watt)	
	频率范围		DC, 0.5Hz 至 500Hz	
	精度 23°C±5°C	47Hz至	PF=1~0.6	±0.3%
		63Hz	PF=0.5~0.1	±1%
DC			±0.5%	
0.5Hz至500Hz (PF=1~0.6)			±0.5%	

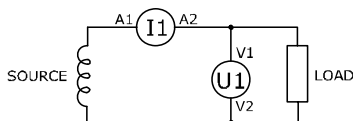
	有效输入范围	量程的1% 至 110% (在所有量程)
视在功率	计算方式	$S=V \cdot A$
	精度 47Hz至63Hz 23°C±5°C	< ±0.2%
无功功率	显示精度	5 位
	精度 47Hz至63Hz 23°C±5°C	< ±1%
功率因数	计算方式	$PF=P/S$
	精度 47Hz至63Hz 23°C±5°C	±0.5%
视在阻抗	计算方式	$IMP=V/A$
	精度	±0.5%

### 2-3 仪器通用参数

测量端和外壳耐压	>1500V AC(1 分钟)
测量端和外壳绝缘电阻	>20MΩ
工作温度	0°-40°C (32°-104°F)。
相对湿度	在 0 到 90%之间
电源要求	90-250VAC OR 125-355VDC, <10W
尺寸	长 225x 宽 100x 深 250 mm (含橡胶护套) 长 210x 宽 90x 深 250 mm (不含橡胶护套)
重量	<3.5kg

## 第三章 测量基础

### 3-1 单相功率测量系统

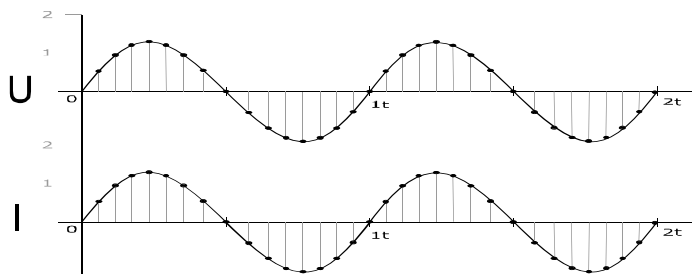


单相功率测量需要同时测量负载的电压和电流：一个可以测量电压的单元  $U1$ ，和一个可以测量电流的单元  $I1$ 。

在传统的功率测量中，功率可以通过  $U1$  和  $I1$  的乘积，先得到视在功率，然后乘以功率因数得到，即：

$$P = U \cdot I \cdot \cos\varphi$$

在现在的数字化功率测量，其接线方式是不变的，但在算法上一般采用数字真功率计算方式。



我们将电压和电流信号数字离散化，得到电压序列  $U[n]$  和电流序列  $I[n]$ ，然后求得瞬时功率序列  $P[n]$ ，再求瞬时功率序列  $P[n]$  的平均值，这平均值便是我们需要的真功率值，也称为真有功功率。

$$P[n] = U[n] * I[n]$$

$$P = \frac{\sum_{i=0}^{n-1} P[n]}{n}$$

显然，在传统的功率测量中，除了要知道电流值和电压值，还需要知道功率因数(PF)值，才能求得功率值。采用数字真功率方式不需知道功率因数数值，便可准确求得功率值。

### 3-2 频率 (Frequency)

从正弦量瞬时值表达式可以知道，正弦量随时间变化的部分是式中的  $(\omega t)$ ，它反映了正弦电压或电流随时间  $t$  变化的进程，称为正弦量的角频率。 $\omega$  就是相角随时间变化的速度，即

$$\omega = d(\omega t + \varphi)/dt$$

单位是弧度/秒 (rad/s)。

正弦量随时间变化正、负一周所需要的时间  $T$  称为周期，单位是秒 (s)。单位时间内正弦量重复变化一周的次数  $f$  称为频率， $f=1/T$ ，单位是赫兹(Hz)。正弦量变化一周，相当与正弦函数变化  $2\pi$  弧度的电角度，正弦量的角频率  $\omega$  就是单位时间变化的弧度数。即

$$\omega = \frac{2\pi}{T} = 2\pi f$$

上式就是角频率  $\omega$  与周期  $T$  和频率  $f$  的关系式。

测量频率一般采用倒数法，即根据  $f=1/T$  求得。



### 3-3 有效值(Effective value)

如何衡量一交流电和一直流电的大小？

正弦量瞬时值中的最大值  $\text{Max}$  称为正弦量的幅值、峰值或最大值。由于正弦量的大小是随着时间作周期性的变化的，它虽然也能够表示正弦量的大小，但是在实际使用是不方便，所以常常采用有效值来表示正弦量。

正弦量的有效值是根据电流的热效应来定义的。当某一交流电流  $i(t)$  通过一个电阻  $R$  在一个周期内所产生的热量和某一直流电流通过同一电阻在相同的时间内产生的热量相等时，则这一直流电流的数值就称为该交流电流的有效值。根据有效值的定义得到：

$$I^2 = \int_0^T i^2(t) R dt \quad \text{式 1}$$

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} \quad \text{式 2}$$

显然，有效值是针对正弦波的，有效值也称为均方根值、平均值。正弦量的有效值等于其最大值(幅值)的 0.707 倍，也可以说成正弦量的最大值(幅值)等于其有效值的 1.414 倍。我们平时所用的工频电就是用有效值表示电压的大小，如：110V AC、220V AC。

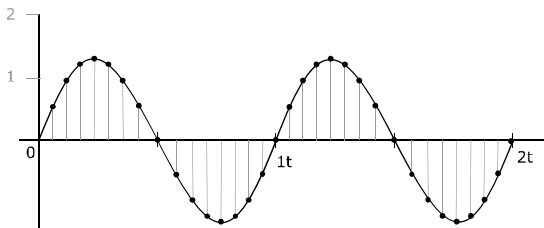
### 3-4 真有效值(TRMS, True root mean square)

既然有了“有效值”，那么为何还需要“真有效值”，“有效值”就不“真”了？

我们知道有效值是针对正弦波的，但失真了的波形，存在高次谐波，如何用有效值来表示这一波形的大小？这明显要困难很多，因为高次谐波有可能是突发的，相位可能不再和基波一样，计算起来的复杂程度会加深。这时我们需要引入“真有效值”。

真有效值也称为真均方根值，其实是对有效值的扩展，主要用于计算非正弦波形的有效值，而且，也能准确计算直流和标准正弦波的有效值，所以目前的主流电力仪器都是以真有效值作为主要的计算方法，AD16XX 功率分析仪也不例外，包括电流、电压的算法均是以真有效值运算方法。

真有效值测量通常采用数字有效值转换(Digital RMS converters)，利用高速的模数转换器(ADC)对输入信号量化，然后按照下式进行数字均方根值进行计算。



$$U_{trms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} u(n)^2} \quad \text{式 3}$$

式中， $N$ 为一周期内的采样数量， $u(n)$ 为采样序列。

### 3-5 THD (Total harmonic distortion)

THD为总谐波失真的英文简写，也称为谐波畸变率，是谐波计算的引申，表征被测信号波形的失真程度，THD数值越大，输入波形的失真越严重，高次谐波越丰富，信号偏离正弦波越严重。数

值越小，失真越小，高次谐波占的分量越小，信号越接近正弦波。THD有两种计算公式，分别为THD-F和THD-R。

1. 总谐波失真率 THD-F:

也称为谐波畸变率。IEC 标准，基于基波(Fundamental) 的总谐波失真计算方法。公式如下:

$$THD-F = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + \dots + H_n^2}}{H_1} * 100\%$$

式中， $H_n$ 为第n次谐波成分， $H_1$ 为基波有效值。

2. 总谐波失真率 THD-R

也称为谐波含量，CSA 标准，基于总有效值(RMS) 的总谐波失真计算方法。

$$THD-R = \frac{\sqrt{H_2^2 + H_3^2 + H_4^2 + \dots + H_n^2}}{RMS} * 100\%$$

式中， $H_n$ 为第n次谐波成分， $RMS$ 为总电压(或电流)的有效值（不含直流分量）。

THD只是一个比值，用百分比表示，没有单位。

有关更详细的谐波信息请查阅我们的应用手册：基于 AWE2101 功率分析仪、电参数测试仪的应用之《什么是谐波？什么是 THD?》。

3-6 有功功率(Active Power)

输入的电能被有效消耗，被转化为热能、光能、机械能或化学能等的，称为有功功率，又叫平均功率。交流电的瞬时功率不是一个恒定值，功率在一个周期内的平均值叫做有功功率，以字母 P 表示，单位 Watt(W)。通常我们所说的功率均指有功功率，如家用电器、照明光源等之功率。

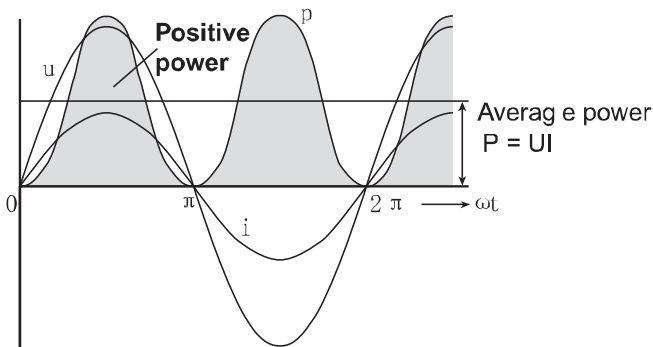
传统的交流有功功率计算公式:

$$P=UI\cos\varphi$$

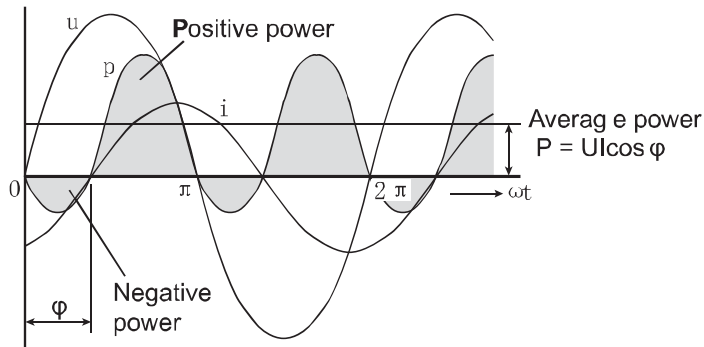
$\cos\varphi$  为功率因数， $\varphi$  为电压和电流的角度差，也称为初相角。

我们可以根据角度差判断负载的阻容特性，当  $\varphi$  等于 0，此时的功率因数数值等于 1 我们可认定负载为阻性负载。我们可认定负载为容性负载。当  $\varphi$  小于 0，我们可认定负载为感性负载。

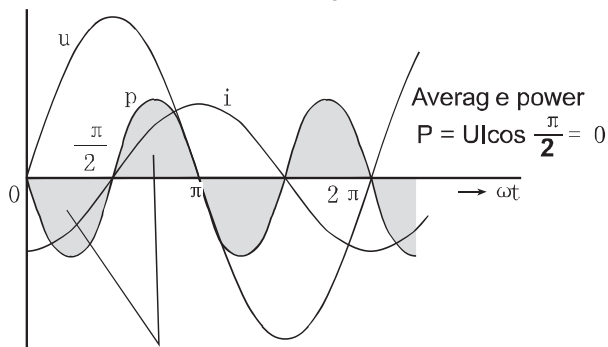
初相角对有功功率影响较大，当电压和电流的相位差等于 0:



图中的阴影部分就是有功功率，很显然，阴影部分其实就是电压瞬时值和电流瞬时值的乘积。当电压和电流的相位差不等于 0:



当电压和电流的相位差不等于 90deg, 即  $\pi/2$ :



The positive and negative powers are the same.

我们通常采用数位技术计算功率 P:

$$P = \frac{\sum_{n=0}^{N-1} (u[n] * i[(n)])}{N}$$

$u[n]$  为电压采用序列,  $i[n]$  为电流采样序列。

在正弦电流电路的复功率中, 有功功率为复功率的实部。

$$S = P + jQ$$

式中:  $S$  为视在功率,  $P$  为有功功率,  $Q$  为无功功率。

### 3-7 视在功率(Apparent Power)

视在功率较容易理解, 是指电路中有有效值电压与有效值电流的乘积:

$$S = U_{RMS} * I_{RMS}$$

视在功率用符号  $S$  表示, 单位: 伏安 (VA)、千伏安 (KVA), 多用于表征一个电气设备的功率容量, 即表示电源向负载可能提供的最大功率, 如变压器和发动机的容量。

在正弦电流电路的复功率中, 视在功率为复功率的模:

$$S = P + jQ$$

式中:  $S$  为视在功率,  $P$  为有功功率,  $Q$  为无功功率。

### 3-8 无功功率(Reactive Power)

无功功率有点抽象，它反映了电路中贮存能量的大小，是用于电路内电场与磁场的交换，并用来在电气设备中建立和维持磁场的电功率。它不对外做功，而是转变为其他形式的能量。凡是感性负载，即有电磁线圈的电气设备，要建立磁场，就要消耗无功功率。比如 40 瓦的日光灯，除需 40 多瓦有功功率(镇流器也需消耗一部分有功功率)来发光外，还需 80Var 左右的无功功率供镇流器的线圈建立交变磁场用。由于它不对外做功，才被称之为“无功”。无功功率的符号用  $Q$  表示，单位为乏(Var)或千乏(kVar)。

$$Q=U I \sin \varphi$$

无功功率决不是无用功率，它的用处很大。电动机需要建立和维持旋转磁场，使转子转动，从而带动机械运动，电动机的转子磁场就是靠从电源取得无功功率建立的。变压器也同样需要无功功率，才能使变压器的一次线圈产生磁场，在二次线圈感应出电压。因此，没有无功功率，电动机就不会转动，变压器也不能变压，交流接触器不会吸合。为了形象地说明这个问题，现举一个例子：农村修水利需要开挖土方运土，运土时用竹筐装满土，挑走的土好比是有功功率，挑空竹筐就好比是无功功率，竹筐并不是没用，没有竹筐泥土怎么运到堤上呢？

在正弦电流电路的复功率中，无功功率为复功率的虚部：

$$S=P+JQ$$

式中： $S$  为视在功率， $P$  为有功功率， $Q$  为无功功率。

无功功率可由下式求得：

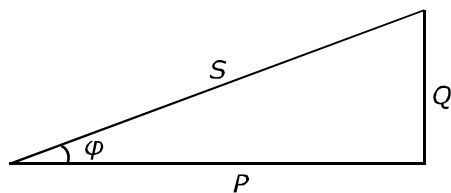
$$Q = \sqrt{S^2 - P^2}$$

### 3-9 功率因数(PF, POWER FACTOR)

功率因数只适合在交流电路中，定义为电压与电流之间的相位差( $\varphi$ )的余弦，用符号  $\cos \varphi$  或  $\lambda$  表示，也可以是有功功率 ( $P$ , Active Power) 和视在功率 ( $S$ , Apparent power) 的比值，即：

$$\cos \varphi = P/S$$

$P$  为有功功率， $S$  为视在功率。



功率因数没有单位，取值范围为-1 至 1 区间，大小与电路的负载性质有关，负载通常分为三种：阻性、感性、容性。纯阻性的负载功率因数为 1，如白炽灯、电热丝等电阻负载的功率因数为 1。感性负载通常指电磁设备，如交流电机、变压器、电感器等。容性负载是指电容负载，电感或电容性负载的电路功率因数都小于 1。功率因数是一个重要的技术指标。功率因数是衡量电气设备效率高低的一个系数。功率因数低，说明电路用于交变磁场转换的无功功率大，从而降低了用电设备的利用率，增加了电源线路供电损失。所以，供电部门对用电单位的功率因数有一定的标准要求。

以用电设备作例子。如：用电设备的功率为 100 个单位，也就是说，有 100 个单位的功率输送

到设备中。然而，因为大部分用电设备非纯阻性负载，存在固有的无功损耗，只能使用 70 个单位的功率。很不幸，虽然仅仅使用 70 个单位，却要付 100 个单位的费用。(我们日常用户的电能表计量的是有功功率，而没有计量无功功率，因此没有说使用 70 个单位却要付 100 个单位的费用的说法，使用了 70 个单位的有功功率，你付的就是 70 个单位的消耗)在这个例子中，功率因数是 0.7，这种无功功率主要存在于电机设备中(如排风机、抽水机、压缩机等)，又叫感性负载。功率因数是马达效能的计量标准。

每种电机系统均消耗两大功率，分别是有功功率及电抗性的无功功率，功率因数越高，有功功率与总功率间的比率便越高，系统运行则更有效率。

另外功率因数表征了电压和电流的吻合程度，在感性负载电路中，电流波形峰值在电压波形峰值之后发生。两种波形峰值的分隔可用功率因数表示。PF 越低，两个波形峰值的距离则分隔越大。

### 3-10 视在阻抗(Apparent impedance)

负载的有效值电压与有效值电流的比值我们称之为视在阻抗：

$$Z_{\text{Apparent}} = U_{\text{RMS}}/I_{\text{RMS}}$$

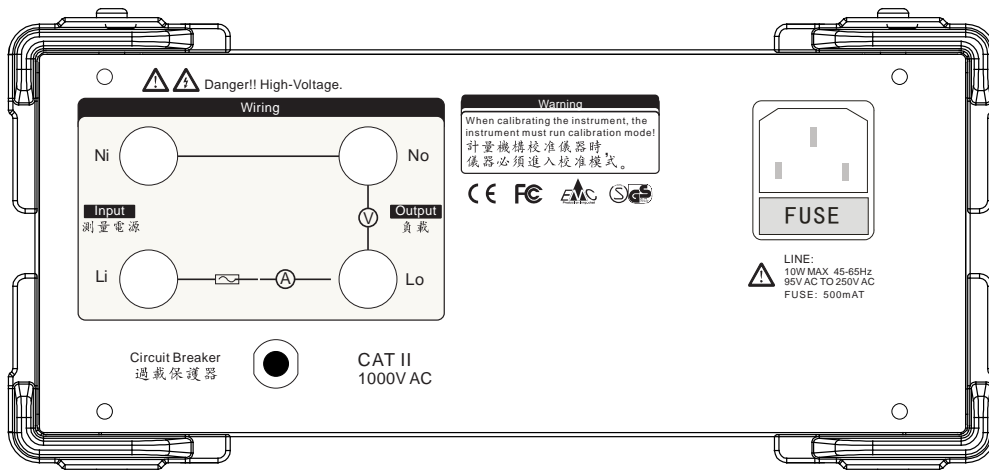
也可以为：

$$Z_{\text{Apparent}} = S/(I_{\text{RMS}})^2$$

式中： $U_{\text{RMS}}$ 为有效值电压， $I_{\text{RMS}}$ 为有效值电流， $S$ 为视在功率。视在阻抗的单位为欧姆(OHM)。

## 第四章：连接

### 4-1 后面板功能说明

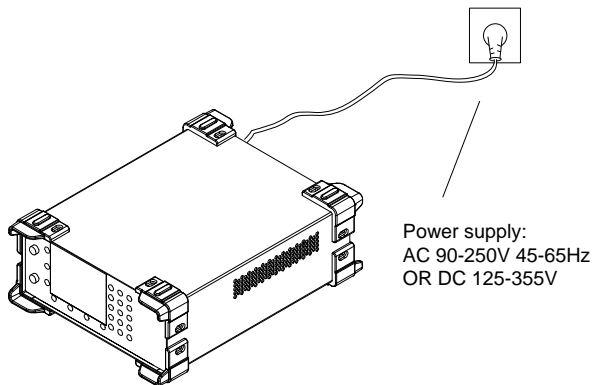


### 4-2 工作电源连接

在工作电源连接之前请确认以下事项：

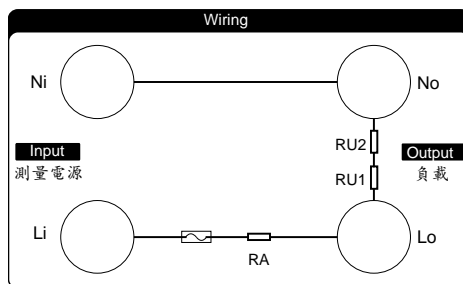
1. 工作电压必须在交流90-250V、45-65Hz之间或直流125-355V之间。
2. 确认电源线在干燥洁净不会发生触电漏电危险。
3. 供电插座的接地端已经可靠接地。

以上事项已办妥的情况下将电源线的仪器端先插入仪器，再将电源线的另一端插到供电插座上。



工作电源给仪器提供正常运行所必须的电能。为了不影响测量结果，工作电源的连线端子和仪器的测量电源端子是独立分开的，在用户的实际应用中我们也建议这样。

## 4-3 直接输入测量连接



在仪器的内部，电压检测采用电阻降压采样，上图的RU1和RU2便是仪器内部的分压电阻。电流输入采用阻性分流器采样，并且串联了过流保护器，上图的RA便是阻性分流器和过流保护器的串联电阻。仪器对外呈现四个有效的接线端子，分别为输入端子Ni和Li，输出端子No和Lo。仪器内部有两个测量单元，分别为电压测量单元和电流测量单元，电压测量单元信号取自No和Lo端子，电流测量单元信号取自Li和Lo端子，Ni端子在仪器内部是直接连通No端子的。电压和电流测量回路共用Lo端子。

直接测量就是利用里面的电流传感器和负载直接串联，这种方式适用于电流小于仪器最大电流量程的场合，在测量过程中，负载的最大峰值电流不能允许超过仪器的最大容限值。

$$\text{AD1600的最大测量峰值} = 0.6 \times 1.414 = 0.848\text{A}$$

$$\text{AD1601的最大测量峰值} = 1.0 \times 1.414 = 1.414\text{A}$$

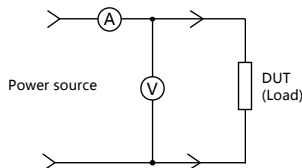
$$\text{AD1603的最大测量峰值} = 3.0 \times 1.414 = 4.242\text{A}$$

$$\text{AD1610的最大测量峰值} = 10 \times 1.414 = 14.14\text{A}$$

$$\text{AD1620的最大测量峰值} = 20 \times 1.414 = 28.28\text{A}$$

$$\text{AD1640的最大测量峰值} = 40 \times 1.414 = 56.56\text{A}$$

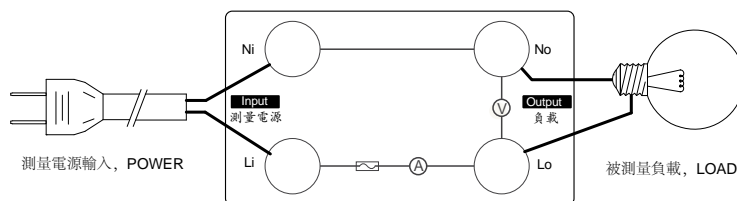
在任何时候，流过仪器端子的有效值电流不能超过型号的标称值。



上图是仪器的测量示意图，测量电源线首先流过电流检测元件 A，再输出到被测量负载中，电压检测元件 V 和负载并联。基于电压检测用的分压电阻具有一定的电阻，在工作时会消耗一定的电能，虽然这功率很微小，在较大的功率测量中可以忽略不计，但在功率较小的测量，这电阻的耗散功率将会使测量精度降低。基于这个考虑，仪器在电流和功率运算时，会减掉分压电阻所消耗的电流和功率。

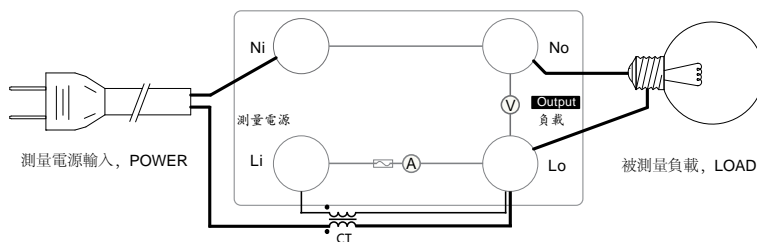
简洁地说，这种接法忽略掉电压检测元件的功耗，测量到的功率是 No、Lo 端子后的功率。此接法适合测量大部分的用电型负载，如 LED 灯泡、节能灯、家用电器、适配器或开关电源、变频电源的输入测量等。

下图为直接输入接线图：



#### 4-4 通过外部电流互感器连接

这种连接方式通过一个外部电流互感器CT接入，可以将仪器的最大测量电流扩容，以测量较大的电流。在连接时要注意电流互感器极性不能接反，否则测量的数据会有错误。



这种接线方式需修改仪器设置中的CT电流变比值，详见菜单操作。

#### 4-5 过流保护器

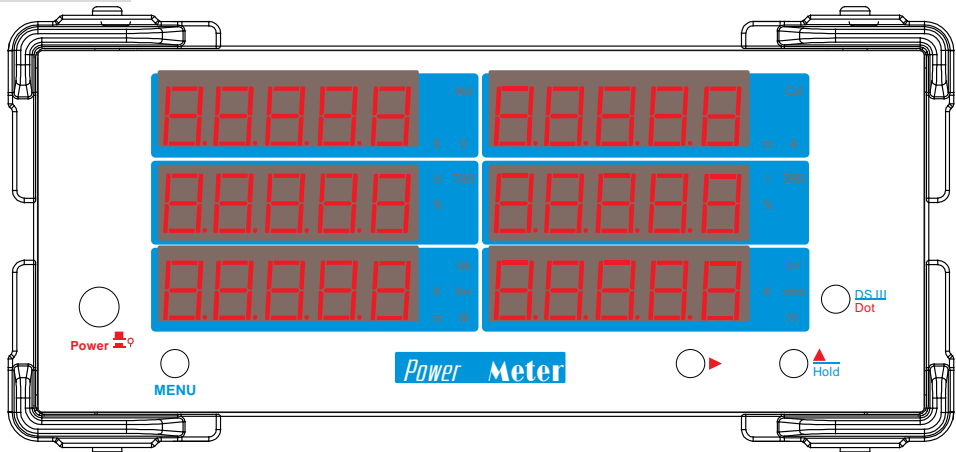
电流输入回路的分流器串联了可重复性使用的过流保护器，AD1600、AD1601、AD1603的过流保护器的保护电流为5A（有效值），AD1610的过流保护器的保护电流为10A（有效值）。AD1620的过流保护器的保护电流为20A（有效值）。AD1640的过流保护器的保护电流为45A（有效值）。当测量电流超过保护电流，并小于保护电流的1.5倍，将在60分钟内跳闸。当测量电流超过保护电流的1.5倍，过流保护器将在3分钟内跳闸，超过的电流越大，跳闸的时间越短。

发生跳闸后，请先检查测量的输出是否存在短路，并等待10秒后，待过流保护器内的温敏极片充分冷却，才可以按压过流保护器使保护器复位。



## 第五章：功能操作

### 5-1 前面板结构



### 5-2 LED 数码管显示意义

由于本仪器采用 7 段 LED 数码管显示，需要使用以下符号表示特定数字，字母：

1 → 1	A → A	K → K	U → U
2 → 2	B → b	L → L	V → V
3 → 3	C → C	M → M	W → W
4 → 4	D → d	N → n	X → X
5 → 5	E → E	O → o	Y → Y
6 → 6	F → F	P → P	Z → Z
7 → 7	G → G	Q → q	- → -
8 → 8	H → H	R → r	_ → _
9 → 9	I → I	S → S	. → .
0 → 0	J → J	T → t	

### 5-3 单位字符显示意义

在每个 LED 数码管右边，均有字符或字母组合代表不同的单位或参数意义。

CF → 波峰系数	A → 安	ohm → 欧姆（阻抗）
% → 百分号	W → 瓦特	Hold → 保持显示
THD → 总谐波失真	VA → 伏安	Cal → 校准模式
K → 千	VAR → 乏	
V → 伏特	PF → 功率因数	
m → 毫	HZ → 赫兹	

#### 5-4 按键功能说明

AD16XX 的面板有一个电源开关和 4 个按键。

电源开关用于切断仪器的工作电源(非测量电源,与测量电源无关),工作电源切断后测量停止,积分停止。积分数据将保持在仪器内,在下次仪器上电,将在仪器取出保持值,继续往后累加。

按键的按下生效方式有两种:长按(按住按键长于 5 秒),和短按(按住按键长于 0.2 秒短于 4 秒)。在本手册中除非特别注明为长按操作,否则均以短按操作为默认操作,包括隐含的,明示的或不注明的。

DSIII 键用于显示参数选择。在浮点输入状态,DSIII 键复用小数点移位键,在整数输入状态,DSIII 键复用向下降键。

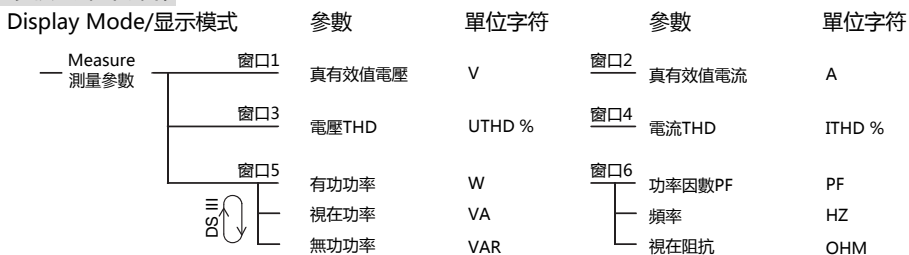
复用按键有 2 个,分别为上、右键,用于参数设定和数据输入。

菜单键 MENU 用于测量显示模式和菜单设置模式之间的转换,通过长按实现。

4 个按键的作用我们列表说明:

按键	说明及作用			
	测量模式	整数输入	浮点输入	复用其他功能
DS III	第五、第六数码管窗口显示参数选择键。	复用下降键,下降焦点位的值。	移动小数点的位置	在测量模式长按此键,进入校准模式
MENU	菜单键,在测量显示模式,长按菜单键可进入设置菜单。在设置菜单显示模式,长按菜单键可退出菜单并返回测量显示模式。			
▲	上升键, Hold 键,在参数显示模式,短按锁定显示	上升焦点位的值。	上升焦点位的值。	在测量模式长按此键,进入报警设置模式
▶	右键	向右移动焦点位	向右移动焦点位	

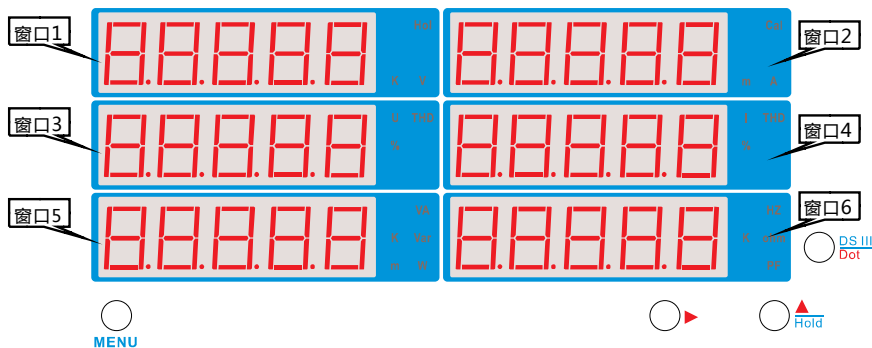
### 5-5 显示模式菜单操作



仪器共有六个数码管窗口，用于显示不同的参数值，DSIII 按键用于切换第五和第六个数码管显示不同的参数。在每个数码管右边，均有单位字符，用于单位显示和区别参数属性。

### 5-6 测量参数显示

测量参数模式显示实时测量到的参数。第一个数码管主要显示电压真有效值，第二个数码管显示电流真有效值，第三个数码管显示电压 THD，第四个数码管显示电流 THD，第五和第六个数码管主要显示综合参数。



第一个数码管主要显示电压真有效值，第二个数码管主要显示电流真有效值。

第一窗口显示的参数和单位符号表示如下表：

显示参数	固定显示	单位字符	单位	说明
真有效值电压	V	V、KV	伏特，千伏特	当参数大于 9999.9 时用 KV 作显示单位

第二个数码管显示的参数和单位符号表示如下表：

显示参数	固定显示	单位字符	单位	说明
真有效值电流	A	A、mA	安培，毫安培	当参数小于 0.1 时用 mA 作显示单位

第三个数码管主要显示电压的 THD 参数，第四个数码管主要显示电流的 THD 参数。

第三窗口显示的参数和单位符号表示如下表：

显示参数	固定显示	单位字符	单位	说明
电压 THD	U THD	%		百分比显示

第四窗口显示的参数和单位符号表示如下表：

显示参数	固定显示	单位字符	单位	说明
电流 THD	I THD	%		百分比显示

第五个数码管，通过按压 DSIII 按键，用户可以选择功率、视在功率、无功功率，显示的参数和单位符号表示如下表：

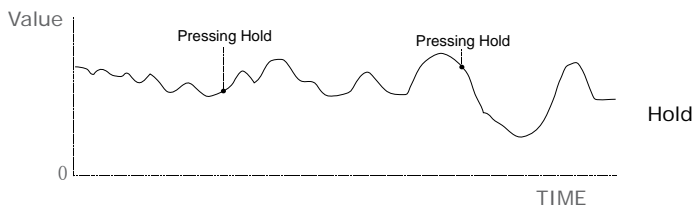
显示参数	固定显示	单位字符	单位	说明
功率	W	KW、mW	瓦、千瓦、毫瓦	当参数小于 0.1 时用 m (毫) 作倍数单位 当参数大于 9999.9 时 用 K (千) 作倍数单位。
视在功率	VA	KVA、MVA	伏安、千伏安、 毫伏安	
无功功率	VAR	KVAR、MVAR	乏、千乏、毫乏	

第六个数码管，通过按压 DSIII 按键，将显示功率因数、频率、视在阻抗显示。显示的参数和单位符号表示如下表：

显示参数	固定显示	单位字符	单位	说明
频率	HZ	HZ	赫兹	
视在阻抗	Ohm	Ohm	欧姆	
功率因数	PF	PF		

### 5-7 测量参数显示保持功能

在测量参数显示模式中，按下 Hold 键，将会保持显示。



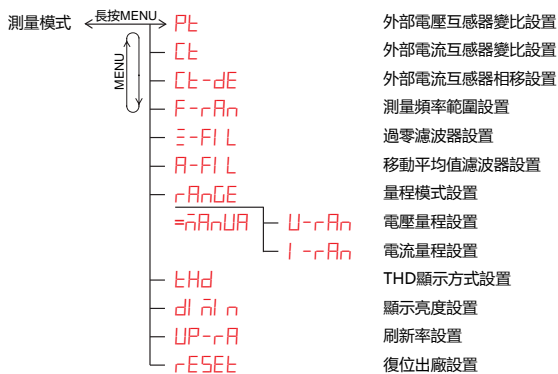
当 Hold 键按下，HOL 灯将点亮，直接保持显示，仪器不做任何判断。即使测量参数有任何变化，显示窗口的数值也保持不变。再按下 Hold 键解除锁定。

## 第六章：仪器设置

### 6-1 设置菜单

仪器共有两组设置菜单，分别为采样设置菜单、报警设置菜单。

在测量模式下，长按 MENU 键，将进入采样设置菜单。

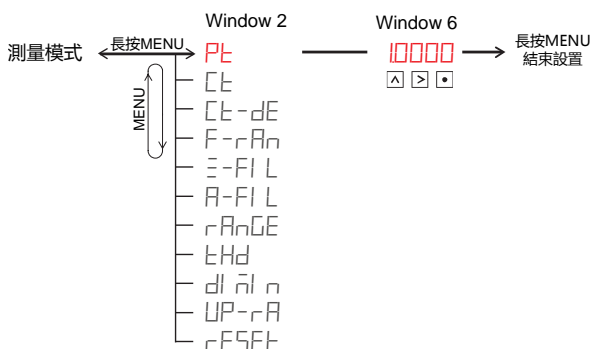


在任何设置菜单里面，长按 MENU 键进入或退出设置菜单，短按 MENU 键进入下一级菜单。

### 6-2 外部电压互感器变比 PT 设置

如果用户想测量更高的电压，可以通过在仪器外部加装电压互感器实现。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单 PT 设置菜单。



在窗口 6 键入 PT 比率，PT 比率就是外部电压互感器的比率。键入正确的 PT 比率后，仪器测量显示的，将是电压互感器一次侧的值。举一个例子，在外部接入了一个 10000V 比 50V 的交流互感器，比率为： $10000 \div 50 = 200$ ，输入后仪器在测量过程中将直接显示一次侧的实际值，无需运算转换。在没有连接外部电压互感器的测量，PT 比率必须保持为 1，否则将影响测量结果。

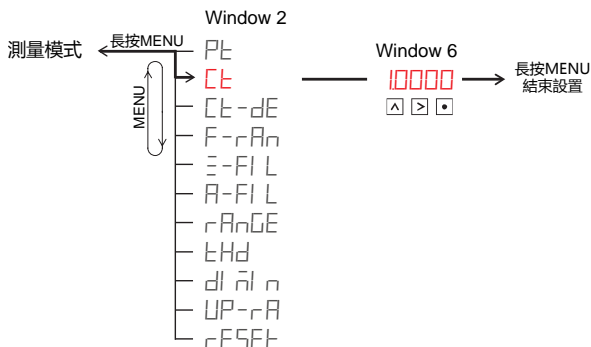
上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后 PT 比率会恢复为 1。

### 6-3 外部电流互感器变比 CT 设置

如果用户想测量更大的电流，可以通过在仪器外部加装电流互感器实现。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 CT 变比设置。



在窗口 6 键入 CT 比率，CT 比率就是外部电流互感器的比率。键入正确的 CT 比率后，仪器测量显示的，将是电流互感器一次侧的值。举一个例子，在外部接入了一个 200A 比 5A 的交流互感器，比率为： $200A \div 5A = 40$ ，输入后仪器在测量过程中将直接显示一次侧的实际值，无需运算转换。在没有连接外部电流互感器的测量，CT 比率必须保持为 1，否则将影响测量结果。

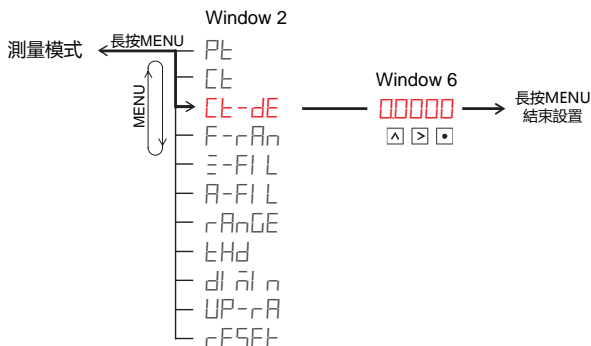
上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后 CT 比率会恢复为 1。

### 6-4 外部电流互感器相移设置

在有外部电流互感器的测量，请填入外部互感器的角度差，角度差的大小请咨询电流互感器的供应商。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 CT-dE 设置。



在窗口 6 键入互感器的角度差，互感器的角度差影响电压和电流采样波形的重合，必须精确，以 50Hz 作为参考值。在没有连接外部电流互感器的测量，互感器的角度差必须保持为 0，否则将影响测量结果。

上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后互感器的角度差会恢复为 0。

### 6-5 最低测量频率范围设置

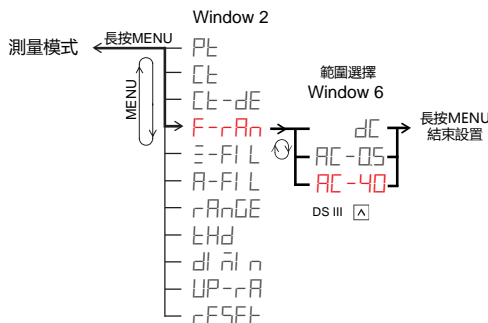
为了使仪器在针对各种不同的测量频率具有极佳的快速反应，我们设定了三种频率测量范围：DC 直流、AC-0.5-500Hz、AC-40-500Hz。

DC 直流范围，仪器将停止频率采样，并以固定 25.6KSPS 的采样率对输入信号采样。DC 直流范围适合测量直流负载和脉冲负载。

AC0.5 范围，可以测量的最低频率为 0.5Hz，适合测量频率较低的负载，如低频变频器，低频电机驱动器。AC0.5 因为要检测的频率较低，频率捕捉的时间较长，所以在负载通电后，仪器成功测量到一组有效测量数据的时间也会延长。以 0.5Hz 为例，仪器会先在第一个周期内采样到正确的频率，然后根据频率值，计算出符合快速傅里叶变换的采样率，根据这个采样率在第二个周期开始采样，采样结束后，算出测量结果，这样，第一次有效的测量数据需要 4 秒的时间。

AC-40 范围，可以测量的最低频率为 40Hz，适合测量频率大于 40Hz 的负载，我们常用的用电负载，我们皆建议采用 AC-40 范围。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 F-rAn 设置。



按 DSIII 键或上下键选择最低频率测量范围：

选择 dC，将选择为直流范围。

选择 AC-05，将选择为 AC0.5-500Hz 范围。

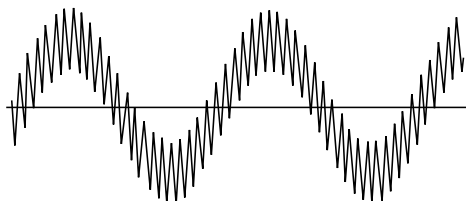
选择 AC-40，将选择为 AC-40-500Hz 范围。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后最低频率测量范围会恢复为 AC-40-500Hz 范围。

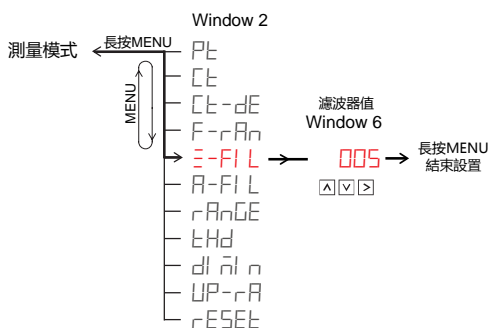
### 6-6 数字过零滤波器设置

在触发信号发生畸变时（下图所示），将出现多个过零点，导致无法稳定地检测出基波频率。因此，会导致测量值不稳定。为稳定地检测过零，AD16XX 内置了一个硬件频率滤波器和一个数字交越滤波器，硬件频率滤波器固定开启，当硬件频率滤波器无法滤掉比它的截止频率低的信号时，仍会出现多个过零点，我们可以用这个数字交越滤波器把基波频率正确捕捉。这个滤波器能设置

0-500uS 的滤波时间常数，在设定的时间内，仪器会忽略掉这段时间内的过零点。用户可根据不同被测量负载进行调整合适的常数。



进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **FIL** 设置。

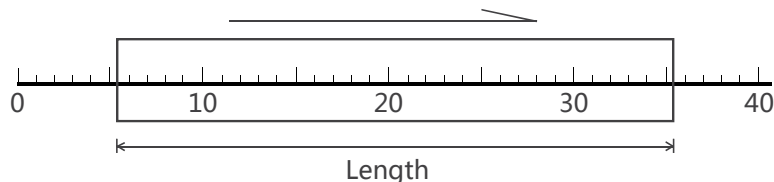


上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位。最大输入值为 500。当用户输入 0，数字过零滤波器关闭。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后滤波时间常数会恢复为 5。

### 6-7 移动平均值滤波器设置

平均值滤波器是一个先进先出的移位式的数字滤波器。



如上图显示，方框是随时间轴向前移动的，方框内的每个刻度点代表一次有效的采样参数，我们把方框内的每个刻度点的测量参数相加，然后除以参数数量，求得平均值，再输出到测量结果中。方框内的刻度点数量我们称之为滤波器的长度。长度是可设置的，设得越大，代表测量参数次数越多，越能得到平滑的测量结果，但测量参数次数越多，测量结果的延迟时间会越长，当输入信号突变时无法快速反应。长度设得越小，代表测量参数次数越少，测量结果的延迟时间会越短，当输入信号突变时能快速反应，数据显示的抖动性会越大。测量结果的延迟不但反应到显示端，同时也反应到从通讯端口读取到的测量参数。长度设置的范围为 1 至 40，设定为 1，将关闭平均值数字滤波器，我们建议用户从实际的测量经验调教合适的滤波器值。

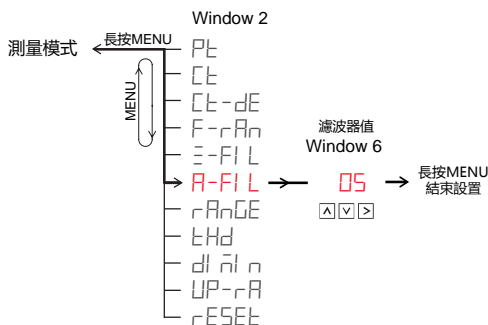
仅有下列参数带有平均值滤波功能：



真有效值电压、真有效值电流、有功功率、电压 THD、电流 THD。

共 5 个参数带有平均值滤波功能，其他的参数直接送至测量结果。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **A-FIL** 设置。



上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位。最大输入值为 40，最小输入值为 1。当用户输入 1，平均值数字滤波器关闭。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后平均值滤波时间常数会恢复为 25。

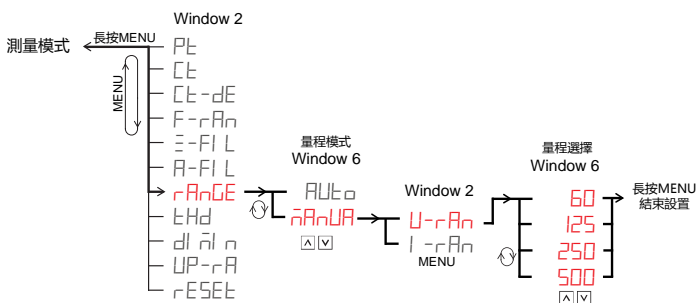
### 6-8 量程模式设置

有两种量程模式，自动量程和固定量程，量程模式将直接影响电压和电流采样测量。

自动量程模式，仪器会根据当前信号的大小自动挑选一档合适的量程，以获得极佳的测量分辨率，但自动量程模式需要根据测量信号大小进行判断和转换，会耗费一定的时间。在信号发生突变时，若当前测量信号超量程，则会自动跳转至大一档量程，若信号小于量程的向下转换阈值，则自动把量程跳转至小一档。

固定量程直接把量程锁定，这样可以迅速得到有效的测量数据，提供测量效率。固定量程需要用户根据信号峰值自己判断该设置在哪一档量程，我们建议信号峰值应该在量程峰值的 0.2-1.0 之间，这样会获得很好的测量分辨率。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **rAnGE** 设置。



窗口 6 显示量程模式，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 **AUto**，自动量程模式。

选择 **rAnGE**，固定量程模式（选择此模式后，才会出现电压量程和电流量程设置菜单）。

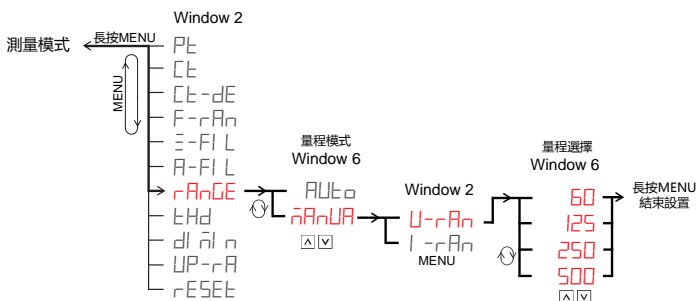
量程模式直接和电流设置里的量程模式共用，为同一设置参数。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后仪器工作于自动量程模式。

### 6-9 电压量程设置

电压测量具有 4 档量程，分别为 60V、125V、250V、500V，量程值以真有效值表示。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 rAnGE 设置，当在 rAnGE 设置中选择了 nAnUA。再短按 MENU 键，就会出现 U-rAn 设置。



窗口 6 显示量程档位，短按 DSIII 键，

可选择 60V、125V、250V、500V 量程。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后仪器工作于自动量程模式。

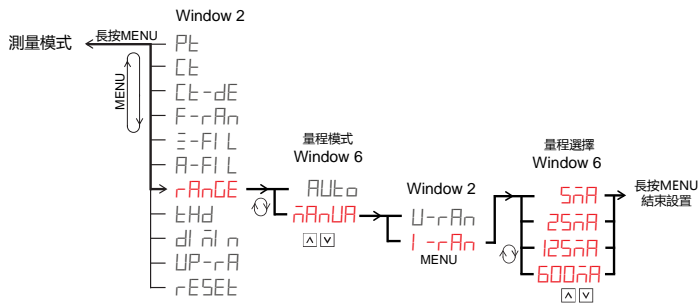
### 6-10 电流量程设置

AD16XX 电流测量具有 4 档量程，根据不同的子型号，分别为：

子型号	量程
AD1600	5mA / 25mA / 0.125A / 0.6A
AD1601	10mA / 50mA / 0.2A / 1A
AD1603	20mA / 0.1A / 0.6A / 3A
AD1610	0.1A / 0.5A / 2A / 10A
AD1620	0.2A / 1A / 5A / 20A
AD1640	0.4A / 2A / 10A / 40A

下面，我们以 AD1600，作为简要说明。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 rAnGE 设置，当在 rAnGE 设置中选择了 nAnUA。再短按 MENU 键，选中 I-rAn 设置。



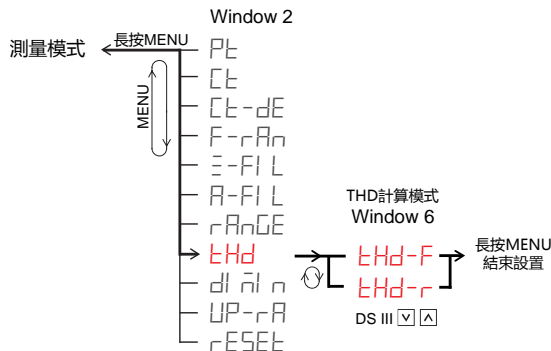
窗口 6 显示量程档位，短按 DSIII 键可选择 5mA、25mA、0.125A、0.6A。量程档位仅在固定量程模式下方生效。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后仪器工作于自动量程模式。

### 6-11 THD 显示方式设置

仪器有两种 THD 计算方式，一种为基于基波的 THD-F 方式，IEC 标准，另一种为基于 1 次以上谐波总有效值的 THD-R 方式，CSA 标准。仪器可选择这两种计算方式的其中一种显示。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 tHd 设置。



窗口 6 显示 THD 显示方式，短按 DSIII 或上下降键键，可切换于：

选择 tHd-F，显示 THD-F 谐波计算方式。

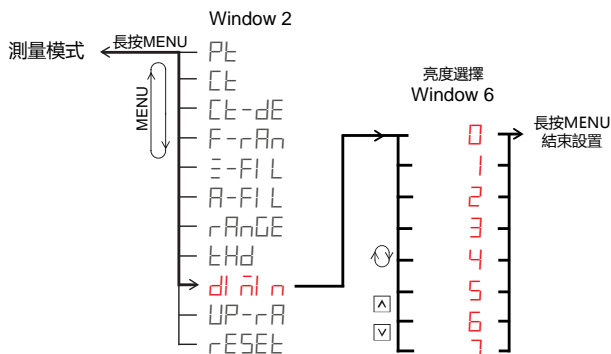
选择 tHd-r，显示 THD-R 谐波计算方式。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后 THD 显示方式为 THD-F。

### 6-12 显示亮度设置

显示亮度设置能设定仪器面板的数码管显示明暗度，以适应操作员的适应程度，可选择 7 级亮度，数值越小，亮度越低，数值越大，亮度越高。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 di n n 设置。



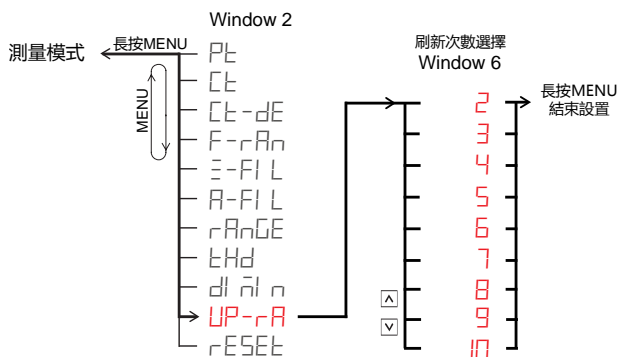
窗口 6 显示亮度值，短按上下降键，可切换亮度值。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后亮度值为 3。

### 6-13 显示刷新率设置

显示刷新率设置能设定仪器每秒的显示刷新次数，可选择 2-10 次，数值越小，刷新越慢，数值越大，刷新越快。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 UP-rA 设置。



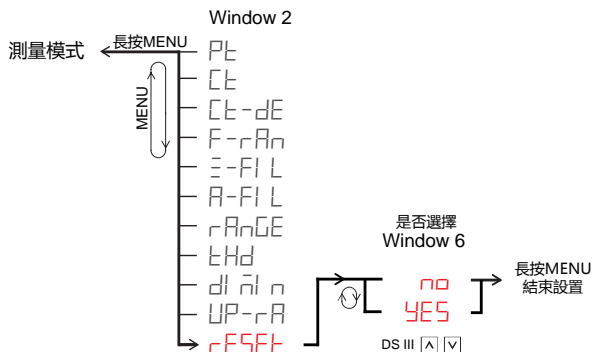
窗口 6 显示刷新率，短按上下降键，可切换刷新值。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后刷新值为 3。

### 6-14 复位出厂设置

当恢复出厂设置时，一切用户的设置数据将恢复到出厂时的默认数据。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 rESEt，进入恢复出厂设置菜单。



短按 DSIII 键，可切换于：

选择 **no**，不恢复出厂设置。

选择 **YES**，长按 MENU 键后恢复出厂设置。

恢复出厂设置后，下列设置值将恢复如下

测量频率范围：AC-40	电压下限开关：OFF	电流 THD 下限开关：OFF
过零点滤波器时间：255	电流下限值：0	电压下限值：0
平均值滤波器：5	功率上限开关：OFF	电流上限开关：OFF
亮度：3	功率因数上限值：1	功率上限值：99999
显示刷新率：3	功率因数下限开关：OFF	功率下限开关：OFF
THD 计算方式：THD-F	电流 THD 下限值：0	功率因数下限值：0
默认显示模式：测量参数	电压上限开关：OFF	电流 THD 上限开关：OFF
量程模式：AUTO	电流上限值：99999	外部电流互感器变比：1
电压量程：-	电流下限开关：OFF	外部电流互感器角度：0
电流量程：-	功率下限值：0	电压变比：1
报警模式：PASS	功率因数上限开关：OFF	
电压上限值：99999	电流 THD 上限值：99999	

## 6-15 报警模式设置

为了方便生产判断，仪器有两种报警模式。

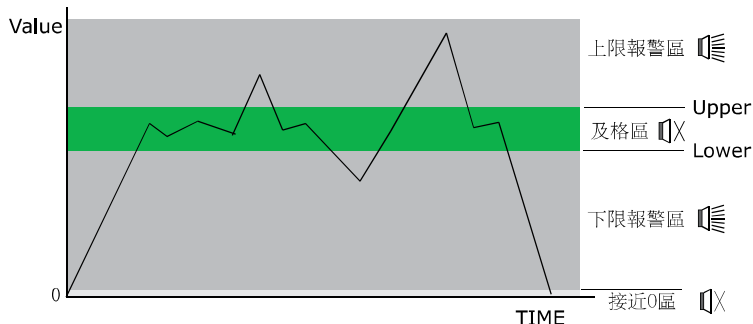
**监控模式 (Monitoring Mode)：**

如果仪器的报警模式设定在监控模式，并且报警通道的上限值或下限值状态为开启，仪器便会周期性地比较采样参数是否大于上限值或小于下限值，如果参数没有超出限值，被测负载为正常的运行状态，否则，仪器内的蜂鸣器会报警，直到测量参数回到正常的范围，报警事件才解除。监控模式较适宜用于电力网络的异常监控。

**判断通过模式 (Pass through Mode)：**

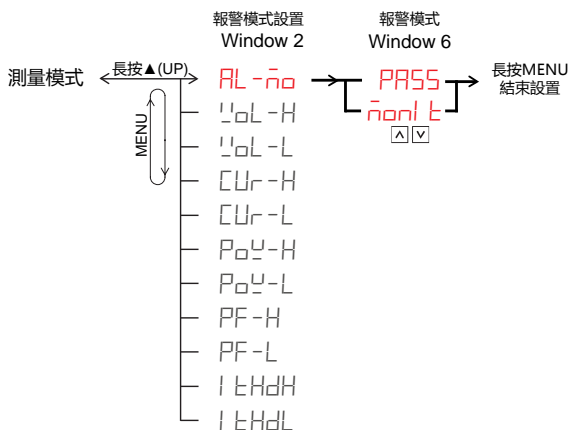
判断模式是在监控模式的基础上加入了 0 值不报警的区域，这里的 0 值是指相对的，因为仪器在采样时肯定会有采样噪音，采样值不会为 0，所以我们的设计工程师在设计程序时把小于量程最大采样值的 1% 定义为 0，在这里定义为接近 0 区。加入接近 0 区不报警的意义是：当被测量负载还

没有通电，仪器蜂鸣器就不报警。如用户测量一个电机，在没有通电时，负载的电压、电流、功率等参数值均会为 0 值，这时仪器蜂鸣器不应报警，因此判断模式较适合于用在工厂的生产线，作为产品的参数判断。



报警示意图

进入方式：在测量模式下长按上升键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **AL- $\bar{n}o$**  设置。



窗口六显示报警模式，短按 DSIII 或上升键，可切换于：

选择 **PASS**，判断通过模式 (Pass through Mode)。

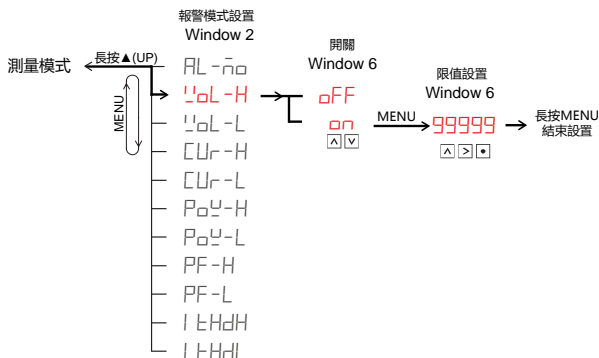
选择 **nont**，监控模式 (Mointoring Mode)。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后报警模式为判断通过模式。

### 6-16 报警电压上限值设置

报警电压上限值设置能设定一个电压的上限标准值。当测量到的真有效值电压超过此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的真有效值电压低于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按上升键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **UoL-H** 设置。



窗口六显示电压上限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 oFF，电压上限判断功能关闭

选择 on，电压上限判断功能开启，

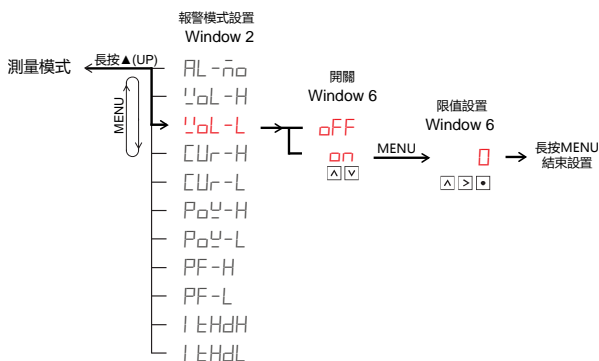
选择了 oFF，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 on，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最大可设置至 99999。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后电压上限报警值会恢复为 99999，开关状态恢复为 oFF。

### 6-17 报警电压下限值设置

报警电压下限值设置能设定一个电压的下限标准值。当测量到的真有效值电压低于此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的真有效值电压高于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 !!oL-L 设置。



窗口六显示电压下限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 oFF，电压下限判断功能关闭。

选择 on，电压下限判断功能开启。

选择了 oFF，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 on，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最小可设置至 0。上升键改变焦点位

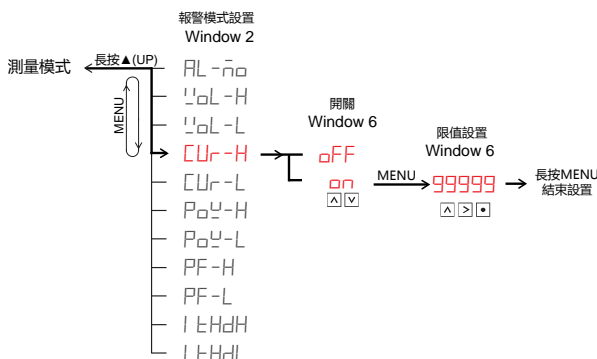
的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后电压上限报警值会恢复为 0，开关状态恢复为 **oFF**。

### 6-18 报警电流上限值设置

报警电流上限值设置能设定一个电流的上限标准值。当测量到的真有效值电流超过此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的真有效值电流低于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **CUr-H** 设置。



窗口六显示电流上限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 **oFF**，电流上限判断功能关闭。

选择 **on**，电流上限判断功能开启。

选择了 **oFF**，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 **on**，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最大可设置至 99999。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

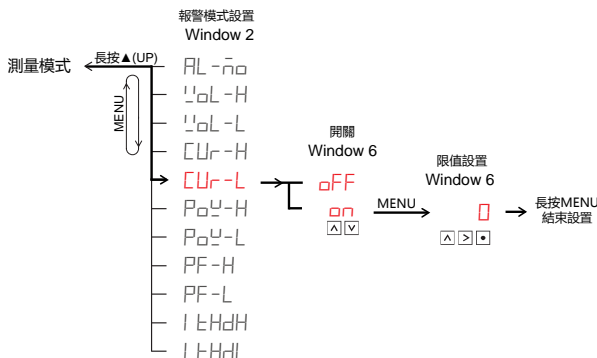
用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后电流上限报警值会恢复为 99999，开关状态恢复为 **oFF**。

### 6-19 报警电流下限值设置

报警电流下限值设置能设定一个电流的下限标准值。当测量到的真有效值电流低于此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的真有效值电流高于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **CUr-L** 设置。





窗口六显示电流下限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 oFF，电流下限判断功能关闭。

选择 on，电流下限判断功能开启。

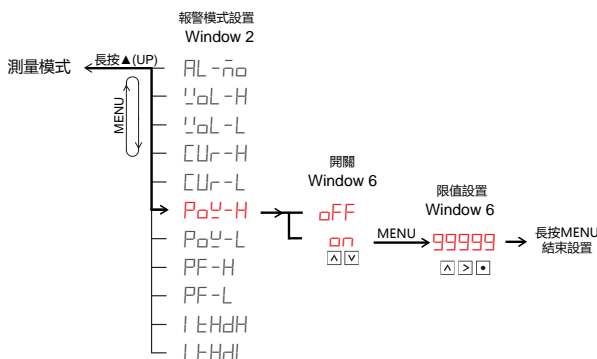
选择了 oFF，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 on，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最小可设置至 0。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后电流量上限报警值会恢复为 0，开关状态恢复为 oFF。

### 6-20 报警功率上限值设置

报警功率上限值设置能设定一个功率的上限标准值。当测量到的有功功率超过此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的有功功率低于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 PoU-H 设置。



窗口六显示功率上限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 oFF，功率上限判断功能关闭。

选择 on，功率上限判断功能开启。

选择了 oFF，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 on，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最大可设置至 99999。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

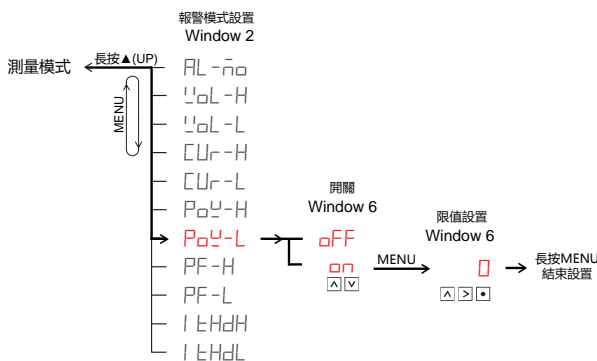
用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后功率

上限报警值会恢复为 99999，开关状态恢复为 **oFF**。

### 6-21 报警功率下限值设置

报警功率下限值设置能设定一个功率的下限标准值。当测量到的功率低于此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的功率高于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **POU-L** 设置。



窗口六显示功率下限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 **oFF**，功率下限判断功能关闭。

选择 **on**，功率下限判断功能开启。

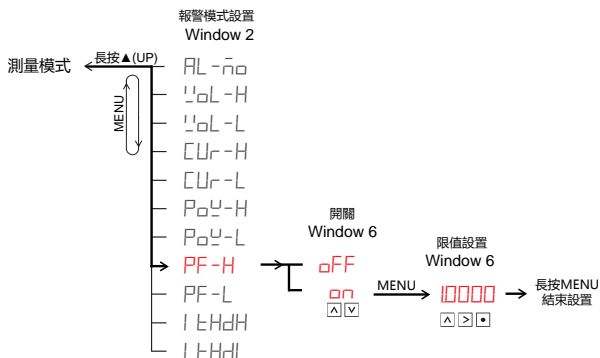
选择了 **oFF**，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 **on**，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最小可设置至 0。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后功率下限报警值会恢复为 0，开关状态恢复为 **oFF**。

### 6-22 报警功率因数上限值设置

报警功率因数上限值设置能设定一个功率因数的上限标准值。当测量到的功率因数超过此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的功率因数低于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **PF-H** 设置。



窗口六显示功率因数上限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 oFF，功率因数上限判断功能关闭。

选择 on，功率因数上限判断功能开启。

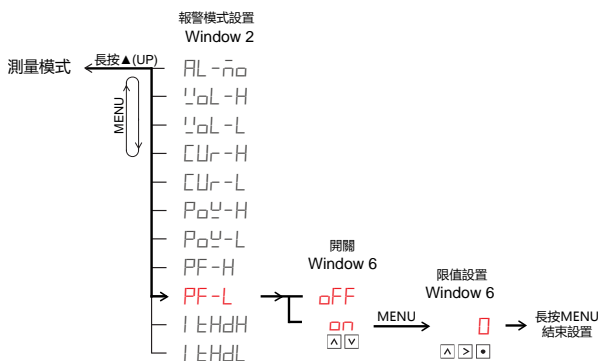
选择了 oFF，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 on，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最大可设置至 99999。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后功率因数上限报警值会恢复为 99999，开关状态恢复为 oFF。

### 6-23 报警功率因数下限值设置

报警功率因数下限值设置能设定一个功率因数的下限标准值。当测量到的功率因数低于此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的功率因数高于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 PF-L 设置。



窗口六显示功率因数下限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 oFF，功率因数下限判断功能关闭。

选择 on，功率因数下限判断功能开启。

选择了 oFF，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 on，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最小可设置至 0。上升键改变焦点位

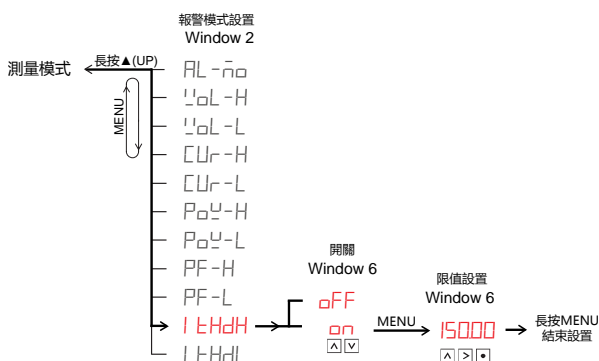
的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后功率因数下限报警值会恢复为 0，开关状态恢复为 **oFF**。

### 6-24 报警电流 THD 上限值设置

报警电流 THD 上限值设置能设定一个电流 THD 的上限标准值。当测量到的电流 THD 超过此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的电流 THD 低于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **I tHdH** 设置。



窗口六显示电流 THD 上限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 **oFF**，电流 THD 上限判断功能关闭。

选择 **on**，电流 THD 上限判断功能开启。

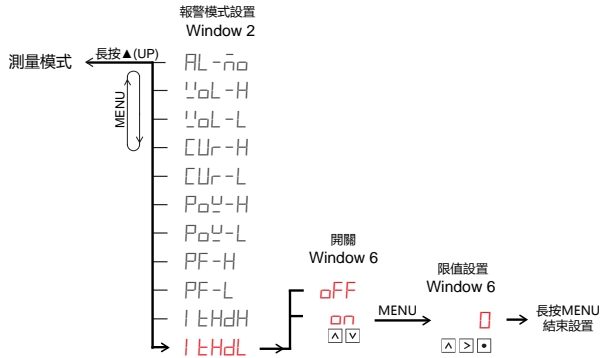
选择了 **oFF**，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 **on**，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最大可设置至 99999。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后电流 THD 上限报警值会恢复为 99999，开关状态恢复为 **oFF**。

### 6-25 报警电流 THD 下限值设置

报警电流 THD 下限值设置能设定一个电流 THD 的下限标准值。当测量到的电流 THD 低于此值，并且该判断功能开启，将触发仪器内的蜂鸣器报警，然后当测量到的电流 THD 高于此值，报警将会自动解除。

进入方式：在测量模式下长按 MENU 键，进入菜单设置，短按 MENU 键，选中 **I tHdL** 设置。



窗口六显示电流 THD 下限判断功能的开关状态，短按 DSIII 键，可切换于：

选择 **oFF**，电流 THD 下限判断功能关闭。

选择 **on**，电流 THD 下限判断功能开启。

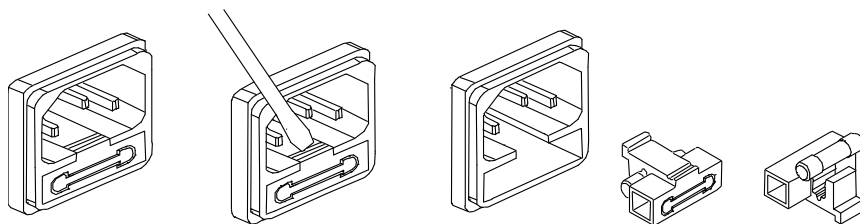
选择了 **oFF**，短按 MENU 键跳至下一设置菜单。选择了 **on**，短按 MENU 键，将出现值设置界面，在第六窗口输入设置值。第六窗口显示电压报警上限值，最小可设置至 0。上升键改变焦点位的值，右键移动焦点位，Dot 键移动小数点的位置。

用户更改了设置，长按 MENU 键将保存到仪器中并退出设置菜单。仪器在恢复默认设置后电流 THD 下限报警值会恢复为 0，开关状态恢复为 **oFF**。

## 第七章：仪器日常维护事项

### 7-1 更换保险丝

当发现仪器无显示时，请按下列顺序检查保险管是否熔断，若已经熔断，请更换额定电流值为 0.5A 的保险管，否则，请寻求 Aitek 或其指定的经销商给予维护。



### 7-2 清洁仪器

可以使用粘有温柔清洁剂的、湿的软布，轻轻的擦拭。不允许使用有溶解能力的，如苯、酒精、丙酮、醚、酮、稀释剂和汽油等，因为它们会使仪器的外壳变形和表面脱色。

### 7-3 运送设备维修

请妥善包装好，以防运输过程中损坏。包围缓冲材料，防止仪器在箱内摇摆活动。我们对运输过程中的损坏不负任何责任。

### 7-4 防止触电

为了防止触电危险，请不要掀开机器的盖子，输入输出端子必须可靠接线。大于 20A 的机型接线柱金属外露，仅能应用于有保护外壳的测量系统中应用。本机器内部所有的零件，绝对不需使用者的维护。如果机器有异常情况发生，请寻求 Aitek 或其指定的经销商给予维护。

### 7-5 仪器无显示

应检查仪器的工作电源是否正常供应，和检查电源插座里的保险管是否已经熔断。

### 7-6 在正向功率测量时功率出现负值

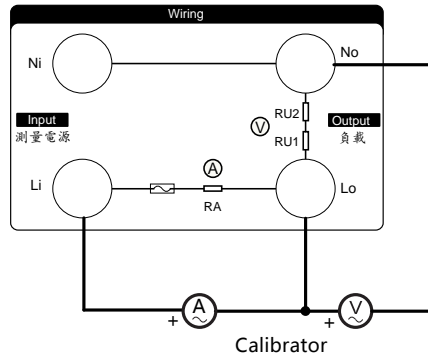
有两种原因功率会显示负值，一，仪器的接线端子极性错接，二，相序错接。用户应该细心检查连接是否正确。

### 7-7 在测量时参数显示“FULL”

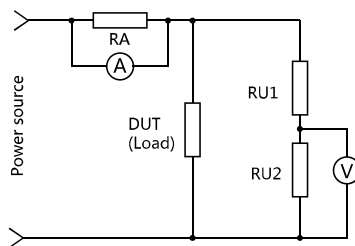
这是量程溢出标志，显示测量值已经超出最大可测量值，若用户锁定了量程，请更换到大一档之量程。

### 7-8 仪器校准

⚠以下内容和实际操作需计量人员或专业人员才能进行，否则有可能损坏仪器。  
校准接线图：



仪器的采样原理:



在上图中，RA 为电流采样传感器，DUT(Device Under Test)为被测量负载，RU1 和 RU2 为电压采样电阻。在仪器的正常测量中，由于电压采样分压电阻 RU1 和 RU2 的存在，会产生一定的电流，会耗损一定的功率，这个电流会被 RA 检测到，为了还原 DUT 的实际功率，仪器在测得功率值后会减去 RU1 和 RU2 的功率值。

在校准时，电流校准信号是直接送至 RA 的，电压校准信号是直接送到 RU1 上端引脚和 RU2 下端引脚的，这时 RU1 和 RU2 的消耗电流是不会流过 RA 的，这时就不需要减去 RU1 和 RU2 的功率值。

总结以上的情况，在校准模式，仪器在测得功率值后不会会减去 RU1 和 RU2 的功率值，在正常测量模式，仪器在测得功率值后会减去 RU1 和 RU2 的功率值。所以在校准时必须使仪器进入校准模式，如果在校准时没有进入校准模式，将会影响功率、视在功率、无功功率、功率因数的精度。

**在测量显示模式下长按 DSIII 键，将进入校准模式，再长按 DSIII 键按键退出校准模式，返回正常测量模式。**

THE END, THANKS!