

WT310E/WT310EH/WT332E/WT333E

数字功率计

操作手册

感谢您购买WT310E、WT310EH、WT332E或WT333E数字功率计。本仪器是可以测量电压、电流和功率等参数的功率测量仪器。

本操作手册主要介绍本仪器的功能和操作方法。为正确使用本仪器，请在使用之前仔细阅读本手册。

请妥善保管本手册，以便出现问题时能及时查阅。

手册一览表

包括本手册在内，本仪器共提供以下4本手册，请与本手册一起仔细阅读。

手册名称	手册编号	说明
WT310E/WT310EH/WT332E/WT333E 数字功率计操作手册	IM WT310E-01ZH	即本手册，介绍除通信接口功能以外的所有功能以及使用方法。
WT310E/WT310EH/WT332E/WT333E 数字功率计入门指南	IM WT310E-02CN	提供英文版纸质手册。介绍本仪器的操作注意事项和基本操作以及功能概述。
WT310E/WT310EH/WT332E/WT333E 数字功率计通信接口操作手册	IM WT310E-17EN	介绍本仪器通信接口功能和使用方法。
WT310E/WT310EH/WT332E/WT333E 数字功率计	IM WT310E-92Z1	中国专用资料

以上所有手册的英文PDF文件保存在随机附带的CD里。

“EN”和“Z1”是语言代码。

YOKOGAWA全球联系方式如下所示。

文件编号	说明
PIM 113-01Z2	全球联系人列表

注意

- 本手册的内容将随仪器性能及功能的提升而改变，恕不提前通知。另外，本手册中的图片可能与仪器实际显示图片有差异。
- 我们努力将本手册的内容做到完善。如果您有任何疑问或发现任何错误，请与横河公司联系。
- 严禁在未经横河电机株式会社允许的情况下，拷贝、转载本手册的全部或部分内容。
- IM WT310E-02CN入门指南中记载有安全须知，请严格遵守。
- 本仪器的TCP/IP软件与相关资料是横河公司基于BSD网络软件(Release1已由加利福尼亚大学授权)而开发/做成的。

商标

- Microsoft、Internet Explorer、MS-DOS、Windows、Windows Vista、Windows 7、Windows 8和Windows 8.1是微软公司在美国和/或其他国家的商标或注册商标。
- Adobe和Acrobat是Adobe Systems Incorporated公司的商标或注册商标。
- Modbus是AEG Schneider的注册商标。
- 本手册中出现的各公司的注册商标或商标，将不使用®或TM标记。
- 本手册中出现的其他公司名和产品名均属于各自公司的商标或注册商标。

版本

- 2015年9月 第1版
- 2017年10月 第2版

本手册使用的符号和标记

单位

k: 表示1000。

例: 100kHz(频率)

K: 表示1024。

例: 720KB(文件大小)

提示

在本手册中，提示与注意分别使用以下符号。



不当处理或操作可能导致操作人员受伤或损坏仪器。此标记出现在仪器需要按指定方法正确操作或使用的危险地方。同样的标记也将出现在手册中的相应位置，并介绍其操作方法。在本手册中，此标记与“警告”或“注意”一起出现。

警告

提醒操作人员注意可能导致严重伤害或致命的行为或条件，并注明了防止此类事故发生的注意事项。

注意

提醒操作人员注意可能导致轻度伤害或损坏仪器/数据的行为或条件，注明了防止此类事故发生的注意事项。

提示

提醒操作人员注意正确操作仪器的重要信息。

7段LED中的字符

由于本仪器采用了7段LED显示屏，数字、字母和四则运算符号将用特殊字符显示。在以下显示的字符中，有些不被本仪器采用。

0 → 0	A → A	K → K	U → U	^ (指数) → ^
1 → 1	B → b	L → L	V → V	
2 → 2	C → C 小写c → c	M → M	W → W	
3 → 3	D → d	N → n	X → X	
4 → 4	E → E	O → o	Y → Y	
5 → 5	F → F	P → P	Z → Z	
6 → 6	G → G	Q → Q	+ → +	
7 → 7	H → H 小写h → h	R → r	- → -	
8 → 8	I → i	S → S	x → x	
9 → 9	J → j	T → t	÷ → ÷	

步骤说明中使用的符号和标记

步骤说明中的内容用以下标记表示。

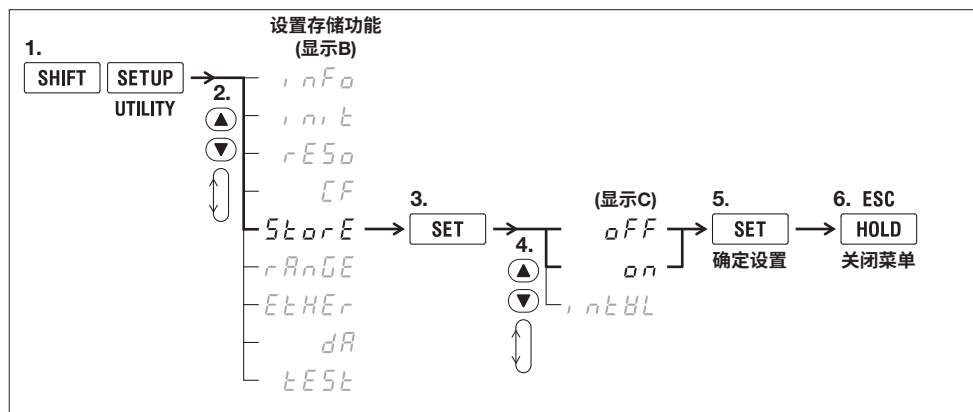
WTViewerFreePlus 

功能和设置页面的右上角出现此标记时，表示需要用本仪器附带的应用软键WTViewerFreePlus进行操作和设置。

步 骤

具体操作流程图来说明。下图举例说明各操作的含义。所有步骤说明均以初次使用本仪器为前提，因此更改设置时，有时可能不需要执行所有步骤。

例: 打开/关闭存储功能的操作步骤



上图表示以下操作。

可以设置亮灯的项目。

1. 按**SHIFT**键后该键亮灯，然后按**SETUP (UTILITY)**。
显示B内出现一个菜单。
2. 按**▲**或**▼**选择StorE。
无论用哪个键都是循环显示9个菜单项。
3. 按**SET**确定选择StorE。
显示C中出现在第2步中选择的StorE功能菜单。
4. 按**▲**或**▼**选择oFF或on。
无论用哪个键都是循环显示3个菜单项。
5. 按**SET**确定选择oFF。
按SET即可确定选好或设好的项目。
显示B中出现菜单。
6. 按**HOLD(ESC)**，由菜单显示返回到测量数据显示。

- 设置正(无符号)或负(-)数值时，如果相应显示区域内输入位是空的，输入位的下划线会闪烁。
- 操作途中如要退出菜单，按HOLD(ESC)。按SET键确定的所有内容将反应在设置上。

说 明

此节介绍与操作步骤相关的设置内容和限制事项，不详细介绍功能。功能详情请参照本手册的第1章。

输入数值

输入数值

设置闪烁的数位。

用▲或▼选择输入数值。

移动设置位

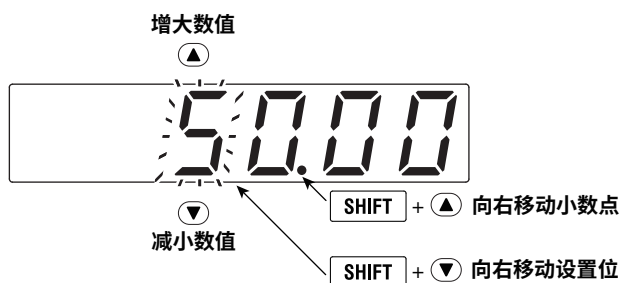
按**SHIFT+▼(▶)**，向右移动设置位。

设置位在最右边时，如果按**SHIFT+▼(▶)**，设置位将移到可设置范围的最左边。

移动小数点

按**SHIFT+▲(.)**，向右移动小数点。

小数点在最右边时，如果按**SHIFT+▲(.)**，小数点将移到可设置范围的最左边。



目录

本手册使用的符号和标记	ii
输入数值	iv

第1章

功能

1.1 本仪器可测量的项目(测量功能)	1-1
1.2 测量条件	1-5
1.3 保持测量值和执行单次测量	1-13
1.4 测量功率	1-14
1.5 积分功率(瓦时)	1-15
1.6 谐波测量(选件)	1-17
1.7 存储测量数据、保存/读取设置参数	1-18
1.8 通信功能	1-19
1.9 其它功能	1-20

第2章

测量条件

2.1 设置测量模式	2-1
2.2 设置接线方式(仅限WT332E/WT333E)	2-3
2.3 设置使用直接输入时的测量量程	2-4
2.4 设置使用外部电流传感器(选件)时的测量量程	2-9
2.5 设置使用VT/CT时的比例功能	2-13
2.6 设置量程跳跃	2-16
2.7 设置峰值因数	2-17
2.8 设置测量区间	2-18
2.9 设置输入滤波器	2-19
2.10 设置数据更新周期	2-21
2.11 设置平均	2-23

第3章

保持测量值和执行单次测量

3.1 保持测量值	3-1
3.2 执行单次测量	3-2

第4章

测量功率

4.1 显示电压、电流和有功功率	4-1
4.2 显示视在功率、无功功率和功率因数	4-3
4.3 显示相位角和频率	4-5
4.4 显示峰值	4-7
4.5 显示效率(仅限WT332E/WT333E)、峰值因数、四则运算结果和平均有功功率	4-8
4.6 设置最大值保持功能	4-15
4.7 设置显示位数	4-16

第5章

积分

5.1 积分功能	5-1
5.2 设置积分模式和定时器	5-5
5.3 显示积分值	5-6
5.4 积分使用提示	5-9

第6章	谐波测量(选件)	
6.1	谐波测量功能	6-1
6.2	显示谐波测量数据	6-3
6.3	设置PLL源、测量谐波次数、THD公式	6-6
第7章	存储测量数据、保存/读取设置参数	
7.1	存储测量数据	7-1
7.2	保存/读取设置参数	7-3
第8章	其它功能	
8.1	查看系统信息	8-1
8.2	初始化设置	8-2
8.3	执行零电平补偿	8-4
8.4	设置D/A输出项目(选件)	8-5
8.5	打开键保护	8-11
8.6	执行自检(Selftest)	8-12
附录		
附录1	测量功能的符号和求法	App-1
附录2	功率基础(功率、谐波和交流回路的RLC电路)	App-6
附录3	功率量程	App-14
附录4	设置测量区间	App-17
附录5	测量精度和测量误差	App-21
附录6	菜单转换图	App-26
附录7	电路框图	App-34

索引

1.1 本仪器可测量的项目(测量功能)

本仪器可测量的项目如下。关于如何求取测量功能的值，请查阅《附录1》。关于测量功能、输入单元、接线组和Σ功能的术语解释，请参照“何谓测量功能?”(见1-4页)。

WT310E/WT310EH

WT310E和WT310EH只装配一个输入单元。因此，只能测量单相的测量功能。不能测量由多个输入单元组成的接线组的测量功能(Σ功能)。

WT332E/WT333E

WT332E和WT333E装配2或3个输入单元。因此，WT332E/WT333E不但可以测量每个输入单元的单相测量功能，也可以测量由多个输入单元组成的接线组的测量功能(Σ功能)。

本仪器可以测量的测量功能分为常规测量和谐波测量，分别罗列在下表之中。

常规测量的测量功能

电压

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯 ¹	含义	按输入单元测量	按接线组测量 (仅限WT332E/ WT333E)
U(RMS)	V	电压的真有效值	Yes	Yes
U(VOLTAGE MEAN)	V	电压的校准到有效值的整流平均值	Yes	Yes
U(DC)	V	电压的简单平均值	Yes	Yes
U+pk	Vpk	电压的最大值	Yes	No
U-pk	Vpk	电压的最小值	Yes	No
CfU ²	MATH	电压的峰值因数	Yes	No

Yes: 测量 NO: 不测量

- 1 面板指示器表明测量值的单位和正在测量的项目。在用于显示测量数据的7段LED屏的左侧或右侧。
- 2 此功能可以通过本仪器的MATH功能设置。

电流

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	含义	按输入单元测量	按接线组测量 (仅限WT332E/ WT333E)
I(RMS)	A	电流的真有效值	Yes	Yes
I(DC)	A	电流的简单平均值	Yes	Yes
I+pk	Apk	电流的最大值	Yes	No
I-pk	Apk	电流的最小值	Yes	No
Cf I [*]	MATH	电流的峰值因数	Yes	No

* 此功能可以通过本仪器的MATH功能设置。

1.1 本仪器可测量的项目

功率

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	含义	按输入单元测量	按接线组测量 (仅限WT332E/ WT333E)
P	W	有功功率	Yes	Yes
S	VA	视在功率	Yes	Yes
Q	var	无功功率	Yes	Yes
λ	PF	功率因数	Yes	Yes
Φ	°	相位差	Yes	Yes
P+pk	Wpk	功率的最大值	Yes	No
P-pk	Wpk	功率的最小值	Yes	No

频率

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	含义	按输入单元测量	按接线组测量 (仅限WT332E/ WT333E)
fU	VHz	电压频率	Yes	No
fI	AHz	电流频率	Yes	No
fPLL (PLL U)	VHz	PLL电压频率*	Yes	No
fPLL (PLL I)	AHz	PLL电流频率*	Yes	No

* 仅限安装谐波测量选件的机型。

积分功率(瓦时)

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	含义	按输入单元测量	按接线组测量 (仅限WT332E/ WT333E)
Time	Time	积分时间	Yes	No
WP	Wh	正、负瓦时总和	Yes	Yes
WP±	Wh±	正瓦时或负瓦时	Yes	Yes
q	Ah	正、负安时总和	Yes	Yes
q±	Ah±	正安时或负安时	Yes	Yes
AV P'	MATH	积分期间的平均有功功率	Yes	Yes

* 此功能可以通过本仪器的MATH功能设置。

效率(仅限WT332E/WT333E)*

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	含义
EFFi	MATH	效率

* 此功能可以通过WT332E/WT333E的MATH功能设置。

四则运算*

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	含义
A+B	MATH	A+B
A-B	MATH	A-B
A×B	MATH	A×B
A÷B	MATH	A÷B
A÷B^2	MATH	A÷B ²
A^2÷B	MATH	A ² ÷B

* 此功能可以通过本仪器的MATH功能设置。

谐波测量的测量功能(选件)

使用谐波测量功能可以按输入单元进行单相测量功能测量，而不可以测量由多个输入单元组成的接线组的测量功能(Σ功能)。

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	含义
U(k)	V	k次谐波电压的有效值
I(k)	A	k次谐波电流的有效值
P(k)	W	k次谐波电流的有功功率
$\lambda(k)$	PF	基波(1次谐波)的功率因数
$\Phi(k)$	V°或A°	k=1时基波电压与基波电流的相位差
Uthd	THD V%	总谐波电压失真
Ithd	THD A%	总谐波电流失真
Uhdf(k)	V%	k次谐波电压的谐波失真因数
Ihdf(k)	A%	k次谐波电流的谐波失真因数
Phdf(k)	W%	k次谐波功率的谐波失真因数
$\Phi U(k)$	V°	k次谐波电压与基波电压的相位差
$\Phi I(k)$	A°	k次谐波电流与基波电流的相位差

k: 谐波次数，在显示A中显示。

谐波测量功能的次数

可以指定的谐波次数如下表所示。

测量功能 (符号)	面板指示器 亮灯	总值(总有效值)	1(基波)	谐波
U(k)	V	Yes	Yes	2~50*
I(k)	A	Yes	Yes	2~50*
P(k)	W	Yes	Yes	2~50*
$\lambda(k)$	PF	No	Yes	No
$\Phi(k)$	V°或A°	No	Yes	No
Uthd	THD V%	Yes	No	No
Ithd	THD A%	Yes	No	No
Uhdf(k)	V%	No	Yes	2~50*
Ihdf(k)	A%	No	Yes	2~50*
Phdf(k)	W%	No	Yes	2~50*
$\Phi U(k)$	V°	No	No	2~50*
$\Phi I(k)$	A°	No	No	2~50*

k: 谐波次数

* 最大谐波测量次数由基波频率决定。(详见入门指南IM WT310E-02CN的7.4节“谐波测量”。)

何谓测量功能？

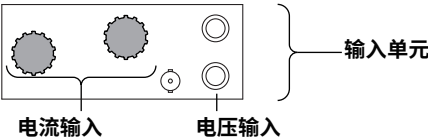
测量功能

测量功能是指由本仪器测量并显示的各种物理量，如电压有效值、电流平均值、功率和相位差。每个测量功能以其物理量相应的符号表示。例如，“U”表示电压，单位是“V”。当测量模式是RMS时(见1.2节“测量条件”)，表示电压的真有效值。

WT310E/WT310EH

输入单元

输入单元是指一组可以输入1相被测电压和电流的端口。WT310E/WT310EH拥有一个输入单元。



接线方式

WT310E/WT310EH采用的接线方式是单相2线制。

接线组和Σ功能

WT310E/WT310EH只有1个输入单元，不能组成接线组和Σ功能。

WT332E/WT333E

输入单元

输入单元是指一组可以输入1相被测电压和电流的端口。WT333E最多可以装配3个输入单元。编号为1~3。

接线方式

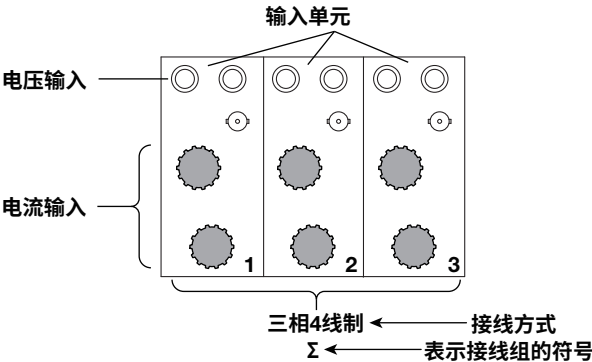
为测量各种单相和三相输电方式的功率，WT332E/WT333E不但可以提供单相2线制，还可以指定单相3线制、三相3线制、三相4线制以及三相3线制(3电压3电流表法)等接线方式。

接线组

接线组是指为测量三相功率而将2个或3个输入单元组成一组的情况。以Σ符号表示。

Σ功能

接线组的测量功能被称为Σ功能。例如，“UΣ”表示分配到接线组Σ的各输入单元真有效值电压的平均。当测量模式是RMS时，表示电压的真有效值。



1.2 测量条件

电压、电流的测量模式(操作步骤见2.1节)

可以选择3种电压测量模式: RMS、MEAN(VOLTAGE MEAN)、DC。

可以选择2种电流测量模式: RMS、DC。

RMS(真有效值)

电压或电流的真有效值。

$$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt}$$

$f(t)$: 输入信号
 T : 输入信号的1个周期

MEAN(VOLTAGE MEAN、校准到有效值的整流平均值)

对电压信号的1个周期进行整流平均后再乘以系数，得到类似正弦波输入信号时的真有效值。测量正弦波时，该模式与RMS模式所得到的测量结果相同，而测量失真波形或DC波形时则不同。

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T |f(t)| dt$$

$f(t)$: 输入信号
 T : 输入信号的1个周期

DC(简单平均)

电压或电流1个周期的平均值。该模式对于求取直流输入信号的平均值或交流信号叠加直流信号的值非常有用。

$$\frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt$$

$f(t)$: 输入信号
 T : 输入信号的1个周期

接线方式(操作步骤见2.1节)

可选择的接线方式取决于仪器型号。

WT310E/WT310EH

WT310E/WT310EH只装配1个输入单元。可以选择单相2线制接线方式。因为只有1个输入单元，所以不能选择其他接线方式。

WT332E(双输入单元型)

WT332E装配了2个输入单元(单元1和单元3)。WT332E可以提供以下几种接线方式。

接线方式	说明	单元
1P3W	单相3线制	单元1、3
3P3W	三相3线制	单元1、3

选择单相2线制(1P2W)接线方式后，得到的是单元1、2和3的测量数据。
无论选择以上哪种接线方式，都可以正确测量单相2线制的测量数据。

WT333E(三输入单元型)

WT333E装配了3个输入单元(单元1、单元2和单元3)。WT333E可以提供以下几种接线方式。

接线方式	说明	单元
1P3W	单相3线制	单元1、3。单元2属于1P2W接线。
3P3W	三相3线制	单元1、3。单元2属于1P2W接线。
3P4W	三相4线制	单元1、2、3
3V3A	3电压3电流表法	单元1、2、3

选择单相2线制(1P2W)接线方式后，得到的是单元1、2和3的测量数据。
无论选择以上哪种接线方式，都可以正确测量单相2线制的测量数据。

测量量程(操作步骤见2.3节)

请根据要测量的电压或电流有效值设置测量量程。可以设置固定量程或自动量程。

固定量程

可以从几个选项选择一个量程。即使输入信号发生变化，所选量程也不会跟着改变。

当峰值因数设为3时，电压量程的最大选项是600V，最小选项是15V。

当峰值因数设为6或6A时，电压量程的最大选项是300V，最小选项是7.5V。

自动量程

本仪器根据输入信号的大小自动切换量程。可切换的量程选项与固定量程相同。

量程升档

当满足以下任一条件时量程升档。

- 峰值因数3时
Urms或Irms超过测量量程的130%。
Upk或Ipk约超过当前设置测量量程的300%。
- 峰值因数6时
Urms或Irms超过测量量程的130%。
Upk或Ipk约超过当前设置测量量程的600%。
- 峰值因数6A时
Urms或Irms超过测量量程的260%。
Upk或Ipk约超过当前设置测量量程的600%。

使用WT332E/WT333E时，输入单元中的任一单元如果满足上述条件，量程就升档。

量程降档

当满足以下所有条件时量程降档。

- 峰值因数3时
Urms或Irms小于等于测量量程的30%。
Urms或Irms小于等于下档测量量程的125%。
Upk或Ipk小于等于下档测量量程的300%。
- 峰值因数6或6A时
Urms或Irms小于等于测量量程的30%。
Urms或Irms小于等于下档测量量程的125%。
Upk或Ipk小于等于下档测量量程的600%。

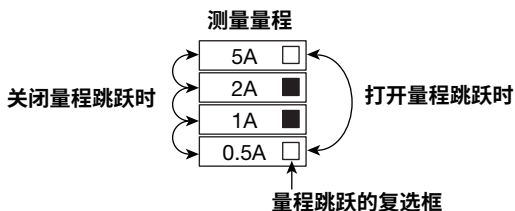
使用WT332E/WT333E时，如果所有输入单元满足上述条件，量程就降档。

量程跳跃(操作步骤见2.6节)

可以选择要跳跃的量程(量程设置)。本仪器会跳过禁用的测量量程，只在启用的测量量程间切换。例如，使用自动量程功能测量运行时5A、待机时500mA的设备时，禁用1A和2A量程。设备待机时，量程为100mA。设备开始运行时，本仪器将跳过中间的1A、2A量程，直接切换到5A量程。

量程跳跃可以减少因量程挨个切换而导致的测量数据的丢失。

可以从本仪器的显示菜单打开和关闭量程跳跃。通过向通信接口发送通信命令或利用WTViewerFreePlus软件都可以设置量程跳跃选项。



峰值超量程跳跃

设置峰值超量程时要切换的量程，同时启用自动量程功能。可以通过向通信接口发送通信命令或利用 WTVIEWERFreePlus 软件设置此功能。此功能被禁用时如果发生峰值超量程，本仪器将切换到启用的上档量程。

设置测量量程(操作步骤见2.3节)

共有2种量程设置方法。

通过测量量程菜单设置

按VOLTAGE或CURRENT调出测量量程菜单。用▼、▲键设好量程后按SET。测量量程发生变化，并重新显示测量数据。

在不显示测量量程菜单的情况下设置

按VOLTAGE或CURRENT不出现测量量程菜单。可以用▼、▲键设置量程。
按▼、▲键切换测量量程。一定时间过后显示电流量程，然后重新显示测量数据。
因为这种方法不需要按SET，所以非常适合以下场合使用。

- 频繁切换量程时。
- 需要挨个切换测量量程，并且每次都要确认测量数据时。

例: 搜索没有发生超量程或峰值超量程的测量量程

功率量程

如下表所示，有功功率、视在功率、无功功率的测量量程(功率量程)由接线方式、电压量程和电流量程决定。功率量程的具体数值请参照《附录3》。

接线方式	功率量程
1P2W (单相2线制)	电压量程×电流量程
1P3W (单相3线制)	电压量程×电流量程 × 2
3P3W (三相3线制)	
3V3A (3电压3电流表法)	电压量程×电流量程 × 3
3P4W (三相4线制)	

外部电流传感器量程(选件; 操作步骤见2.4节)

可以将分压器或电流钳等电压输出型电流传感器的输出接入单元的外部电流传感器输入接口(EXT)进行测量。
自动量程功能也适用。

外部电流传感器换算比(选件; 操作步骤见2.4节)

将电压输出型电流传感器的输出接入外部传感器输入接口(EXT)，设置用于测量此信号的换算比。设置每安电流的传感器输出mV数(换算比)。
使用电流输出型电流传感器时，将CT比作为换算比设置。

比例(操作步骤见2.5)

从外部VT(电压互感器)¹或CT(电流互感器)²输入电压或电流信号时，可以设置它们各自的系数。

- 1 VT (voltage transformer)
- 2 CT (current transformer)

VT比、CT比

设置VT比或CT比，可以换算成变压、变流前电压或电流的数值数据或波形显示数据。

功率系数

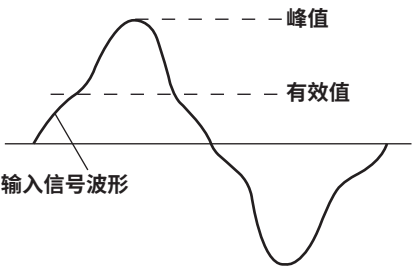
通过设置功率系数(F)，可以显示乘以系数后的有功功率、视在功率和无功功率的测量值。

测量功能	换算前的数据	换算结果	
电压U	U ₂ (VT的二次输出)	U ₂ × V	V: VT比
电流I	I ₂ (CT的二次输出)	I ₂ × C	C: CT比
有功功率P	P ₂	P ₂ × V × C × F	F: 功率系数
视在功率S	S ₂	S ₂ × V × C × F	
无功功率Q	Q ₂	Q ₂ × V × C × F	
电压的最大值/最小值Upk	Upk ₂ (VT的二次输出)	Upk ₂ × V	
电流的最大值/最小值Ipk	Ipk ₂ (CT的二次输出)	Ipk ₂ × C	

峰值因数(操作步骤见2.7节)

峰值因数是波形峰值和有效值的比值。

峰值因数(CF) = $\frac{\text{峰值}}{\text{有效值}}$



本仪器的峰值因数是最大允许峰值与测量量程的比值。

峰值因数(CF) = $\frac{\text{可以输入的峰值}}{\text{测量量程}}$

峰值因数可以设为3、6或6A。可测量的峰值因数如下：

峰值因数(CF) = $\frac{\{\text{测量量程} \times \text{CF设置值(3或6)}\}}{\text{测量值(有效值)}}$

* 但是，输入信号的峰值必须小于等于最大允许输入值。

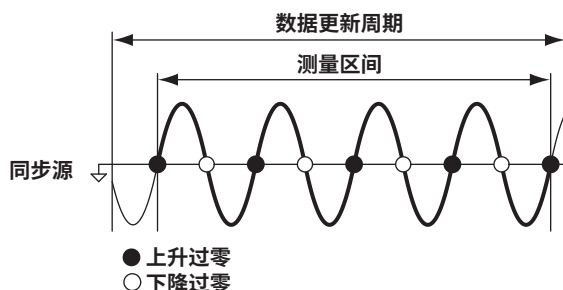
当测量信号的峰值因数比本仪器规格中的峰值因数大时(基于额定输入的峰值因数)，通过设置一个大于测量信号的量程，就可以测量峰值因数大于规格的信号。例如，虽然峰值因数设为3，但是当测量值(有效值)在量程的60%以下时，可以进行CF=5以上的测量。在峰值因数设为3的情况下，最小有效输入(量程的1%)可以实现CF=300的测量。

电压量程、电流量程、有效输入范围及测量精度取决于峰值因数的设置。详情请参照入门指南IM WT310E-02CN的第7章。

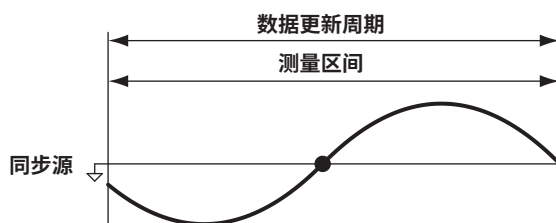
测量区间(操作步骤见2.8节)

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。



决定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,以下从电压和电流最大值求得的各测量功能也以整个数据更新周期为测量区间。

电压峰值(U_{+pk}/U_{-pk})、电流峰值(I_{+pk}/I_{-pk})和功率峰值(P_{+pk}/P_{-pk})

详见《附录5》。

谐波测量时测量功能的测量区间(选件)

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的1024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。

数据更新周期(操作步骤见2.10节)

数据更新周期是指获取采样数据、并且计算、显示、通信输出、D/A输出测量功能的周期。

可以从以下选项中选择数据更新周期。

0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s、5s、10s、20s或Auto

数值数据在每个数据更新周期被更新、存储、转换成模拟信号输出或经通信接口输出。

数据更新周期设为Auto时,每当检测到指定为同步源的输入波形的一个周期,测量数据被更新、转换成模拟信号输出或经通信接口输出。

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。

如果输入信号的周期波动较大,请选择Auto。

输入滤波器(操作步骤见2.9)

共有2种滤波器: 线路滤波器和频率滤波器。

线路滤波器

插入电压、电流和功率的测量回路, 对电压、电流和功率的测量产生直接影响(见附录7的结构图)。当打开线路滤波器时, 测量值不包含高频成分。因此, 可以去除变频器波形或失真波形的噪声, 测量电压、电流和功率。

频率滤波器

插入频率测量回路, 不仅对频率测量有影响, 而且对检测用于测量电压、电流和功率的测量区间也有影响(见附录4)。在检测测量区间时, 它也被用于精确检测同步源信号的过零点。由于该滤波器不是插到电压和电流的测量回路, 因此即便打开得到的测量值也将包含高频成分。

平均(操作步骤见2.11节)

可以对数值数据进行指数平均或移动平均。针对因电源或负载变动较大、或者因输入信号频率较低所导致的数值显示不稳定、读取困难的情况, 平均功能十分有效。

打开(ON)/关闭(OFF)平均

常规测量的测量功能

可以选择执行或不执行平均。打开平均(ON), AVG指示灯亮灯。

谐波测量的测量功能(选件)

- 如果打开平均且平均类型选择EP(指数平均), 对谐波测量功能执行平均。
- 如果打开平均但平均类型选择Lin(移动平均), 对谐波测量功能不执行平均。

平均类型

可以选择指数平均或移动平均。

指数平均

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D₁=M₁)

D_{n-1}: 经过第n-1次指数平均后显示的数值

M_n: 第n次的数值数据

K: 衰减常数(从8、16、32或64中选择)

移动平均

根据以下公式，用指定的平均个数计算移动平均值。

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

D_n : 从第 $n-(m-1)$ 次到第 n 次的 m 个数值数据线性平均后显示的数值

$M_{n-(m-1)}$: 第 $n-(m-1)$ 次的数值数据

.....

.....

M_{n-2} : 第 $n-2$ 次的数值数据

M_{n-1} : 第 $n-1$ 次的数值数据

M_n : 第 n 次的数值数据

m : 平均个数(从8、16、32或64中选择)

执行平均的测量功能

可以直接平均的测量功能如下。其他使用这些功能计算的功能也会受平均影响。关于测量功能的求法，请参阅入门指南IM WT310E-02CN的《附录1》。

常规测量的测量功能

- U、I、P、S、Q
- 用Urms、Irms、P、S和Q的平均值计算 λ 、 Φ 、Cf U、Cf I

谐波测量的测量功能(选件)

- U(k)、I(k)、P(k)
- 用P(k)和Q(k)的平均值计算 $\lambda(k)$ 和 $\Phi(k)$
- 用U(k)、I(k)、P(k)的平均值计算Uthd、Ithd、Uhdf(k)、Ihdf(k)和Phdf(k)

k: 谐波次数

Q(k): k次谐波的无功功率

不执行平均的测量功能

以下测量功能不执行平均。

常规测量的测量功能

fU、fI、U+pk、U-pk、I+pk、I-pk、P+pk、P-pk、Time、WP、WP+、WP-、q、q+、q-

谐波测量的测量功能(选件)

$\Phi U(k)$ 、 $\Phi I(k)$ 、fPLL

1.3 保持测量值和执行单次测量

保持测量值(HOLD; 操作步骤见3.1节)

保持功能将停止各数据更新周期所进行的数据测量和显示动作，保持显示所有测量功能的数据。D/A 输出的数值数据、通信输出的数值数据及其它数值均为保持时的数值。

单次测量(SINGLE; 操作步骤见3.2节)

保持状态时，按指定的数据更新周期进行1次测量后，重新进入保持状态。如果是在非保持状态下按SHIFT+HOLD (SINGLE)键，将从该时间点重新开始测量。

1.4 测量功率

显示测量数据(操作步骤见4.1~4.5节)

电压、电流、功率等测量数据在显示器上显示。显示器由4个7段红色高亮的LED显示屏组成，可以同时观测4个数值。关于显示的测量功能的符号和意义，请参照“本仪器可测量的项目”。

最大值保持(操作步骤见4.6节)

可以保持U、I、P、S、Q、U+pk、U-pk、I+pk、I-pk、P+pk和P-pk的最大值。最大值保持功能打开时，最大值被保持。

运算功能

效率(仅适用于WT332E/WT333E; 操作步骤见4.5节)

可以计算效率。

峰值因数(操作步骤见4.5节)

用峰值除以有效值计算出电压或电流的峰值因数。

四则运算(操作步骤见4.5节)

显示6种计算结果。(A+B、A-B、A*B、A/B、 A^2/B 、 A/B^2)

积分时的平均有功功率(操作步骤见4.5节)

可以计算积分时间内的平均有功功率。本仪器用瓦时(有功功率积分)除以积分时间计算平均有功功率。

1.5 积分功率(瓦时)

可以进行有功功率积分(瓦时)和电流积分(安时)。

关于积分功率(瓦时)的测量符号和意义，请参照“本仪器可测量的项目”。

积分模式(操作步骤见5.2节)

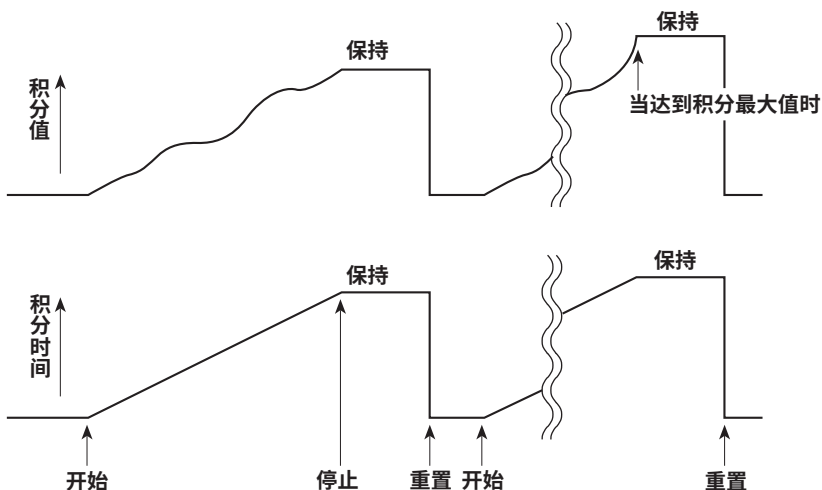
共有以下3种模式积分功能。

积分模式	开始	停止	重复
手动积分模式	操作键	操作键	---
标准积分模式	操作键	按定时器时间停止	---
循环(重复)积分模式	操作键	操作键	按定时器时间重复积分

手动积分模式

当积分模式设为标准积分模式(nor)，积分定时器设为00000:00:00时，本仪器以手动积分模式执行积分。按START开始积分后，持续积分直到按STOP为止。但是，如果满足以下任一条件，积分停止，积分时间和积分值被保持。

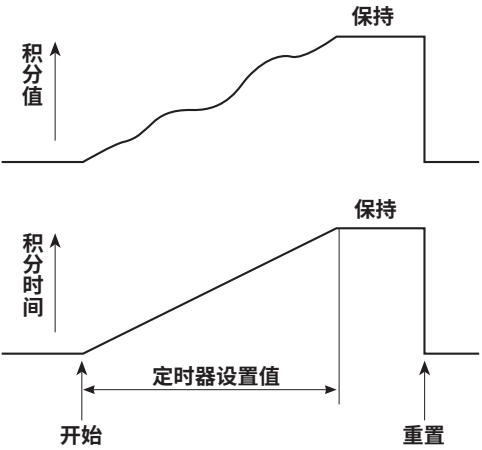
- 积分时间达到最大值(10000小时)。
- 积分值达到最大或最小显示值。



标准积分模式

可以设置相对积分时间(设置定时器)。按START后积分开始。如果满足以下任一条件，积分停止，积分时间和积分值被保持。

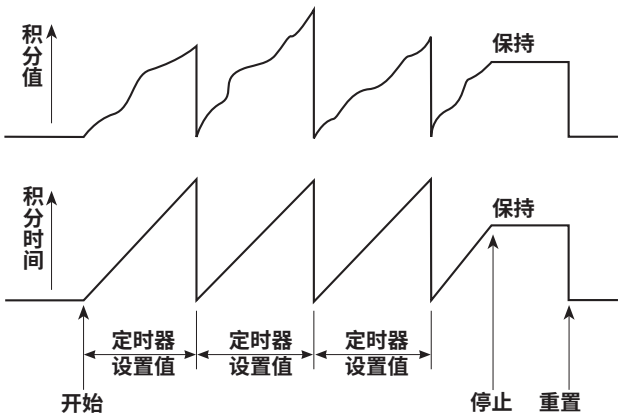
- 到定时器指定时间。
- 按STOP。
- 积分值达到最大或最小显示值。



循环积分模式

可以设置相对积分时间。按START后积分开始。当达到定时器指定时间，积分自动重置并重新开始。重复积分直到按STOP为止。如果在到指定时间前积分值达到最大或最小显示值，积分停止，积分时间和积分值被保持。

- 按STOP。
- 积分值达到最大或最小显示值。



积分方式(运算公式)

关于积分使用的公式，请参照《附录1》。

1.6 谐波测量(选件)

通过谐波测量功能，可以测量高达50次谐波的电压、电流和有功功率、各次谐波的谐波失真因数、以及各次谐波相对基波信号(1次谐波)的相位角。还可以计算电压、电流和有功功率的总有效值(基波+谐波)和总谐波失真(THD)。

关于谐波测量的测量功能的符号列表及其说明，请参照“本仪器可测量的项目”的“谐波测量功能”。

PLL源(操作步骤见6.3节)

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。为使谐波测量更稳定，请选择失真和波动较少的输入信号作为PLL 源。

关于基波、谐波、谐波次数等术语的说明，请参照《附录2》。

测量谐波次数(操作步骤见6.3节)

可以将测量谐波次数的上限值设为2 ~ 50。但上限值的设定范围取决于基波(1次谐波)频率。这是因为基波频率不同，由此计算得到的谐波上限值也将不同。默认值是50。

总谐波失真的公式(操作步骤见6.3节)

可以从以下选项中选择总谐波失真的计算公式。以下说明适用于测量次数上限值是50次的情况。如果谐波测量次数的最大值低于50次，则针对最大到指定的谐波次数进行运算。

- IEC: 计算2~50次谐波有效值与基波(1次)有效值的比率。
- CSA: 计算2~50次谐波有效值与1~50次谐波有效值的比率。

1.7 存储测量数据、保存/读取设置参数

测量数据和设置参数存储在内存中。

存储测量数据(操作步骤见7.1节)

本仪器将1个数据更新周期内的所有数据作为1个数据块进行保存。数据数量取决于安装的输入单元数量。因此，可存储的数据块数量因产品而异。不能将已存储的测量数据读取并显示到本仪器的显示器上，但是可以利用通讯功能将它们发送到PC，然后在PC上进行查看。

保存和加载设置参数(操作步骤见7.2节)

可以保存4组本仪器的设置参数。

可以加载已保存的设置参数，恢复设置。

1.8 通信功能

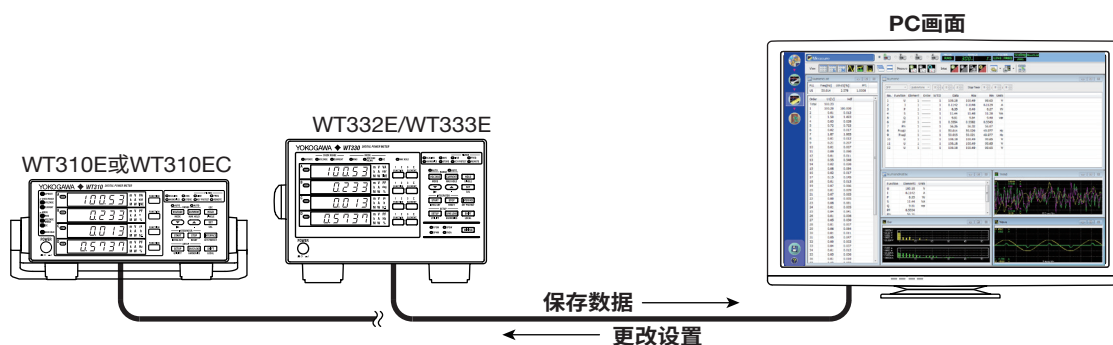
当本仪器与PC建立连接后，可以将测量数据保存到PC，并在PC上更改本仪器的设置。

本仪器可以装配以下通信接口。

- USB
- GP-IB (规格代码: -C1)
- RS-232 (规格代码: -C2)
- 以太网 (规格代码: /C7)

WTViewerFreePlus

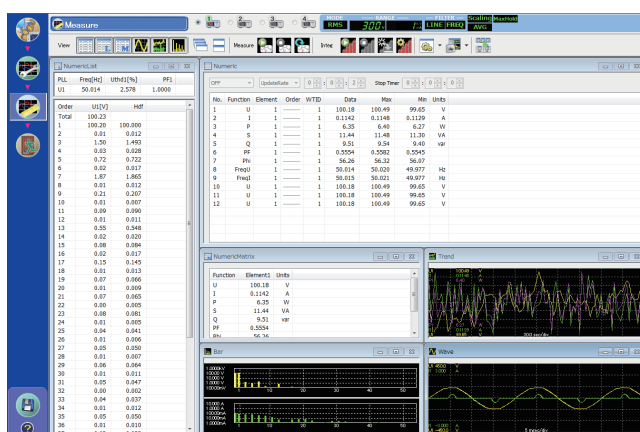
通过本仪器自带的WTViewerFreePlus应用软件，不用自创通信控制程序便可将测量数据保存到PC，或更改本仪器的设置。



本仪器的设置画面



测量数据窗口



1.9 其它功能

初始化设置参数(操作步骤见8.2节)

用此功能可以将设置参数恢复成出厂默认设置。

零电平补偿(操作步骤见8.3节)

零电平补偿是指通过本仪器内部电路创建一个输入信号为零的状态，并将此刻电平设为零电平的功能。为使仪器满足规格指标，必须执行零电平补偿。如果测量量程发生改变，仪器将自动执行零电平补偿。但是，如果测量量程长时间不变，零电平会随着仪器周围环境的变化而变化。此时，建议手动进行零电平补偿。

D/A输出(选件; 操作步骤见8.4节)

可以用 $\pm 5V$ 满刻度直流电压输出电压、电流、有功功率、视在功率、无功功率、功率因数、相位角、频率、电压峰值、电流峰值和积分值。WT310E/WT310EH支持4通道输出，WT332E/WT333E支持12通道输出。

远程控制(选件; 参照入门指南IM WT310E-02CN的第5章)

在安装/DA4或/DA12选件的机型上，可以用TTL负脉冲逻辑信号控制本仪器，输出逻辑信号。

外部输入

共有以下5种控制信号。

- EXT HOLD
保持显示数据或解除保持状态。
- EXT TRIG
更新保持的显示数据。
- EXT START
开始积分。
- EXT STOP
停止积分。
- EXT RESET
重置积分结果。

外部输出

积分时输出以下信号。

INTEG BUSY

从积分开始到结束期间持续输出信号。

键保护(操作步骤见8.5节)

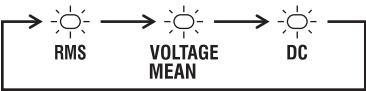
可以禁用所有面板键，除电源开关和KEY PROTECT开关。

2.1 设置测量模式

WTVIEWERFreePlus

步骤

按SHIFT+VOLTAGE (MODE)，选择测量模式。
每按一次SHIFT+VOLTAGE (MODE)，按以下顺序切换测量模式。



说明

测量模式

可以为电压和电流测量选择以下一种测量模式。默认设置是RMS。

指示灯	电压	电流
RMS	真有效值	真有效值
VOLTAGE MEAN	校准到有效值的整流平均值	真有效值
DC	简单平均	简单平均

理论方程式

RMS

选择此模式显示电压和电流的真有效值。

$$\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T f(t)^2 dt}$$

$f(t)$: 输入信号
 T : 输入信号的1个周期

VOLTAGE MEAN

选择此模式显示校准到有效值的整流平均值。因为是利用正弦波将测量值校准到有效值，所以测量正弦波时该模式与RMS模式得到的测量结果相同。测量失真波形或DC波形等非正弦波的波形时，与RMS模式得到的测量值不同。

$$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{T} \int_0^T |f(t)| dt$$

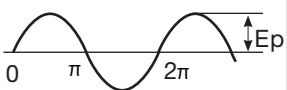
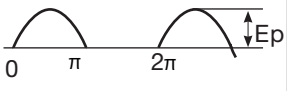
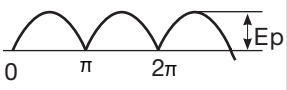
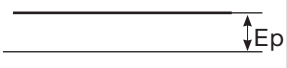
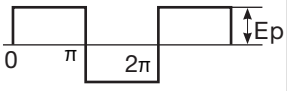
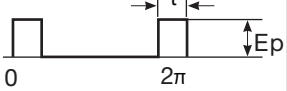
$f(t)$: 输入信号
 T : 输入信号的1个周期

DC

输入直流电压或电流时选择此模式。对输入信号进行简单平均，显示结果。

典型波形类型和因测量模式产生的测量结果差异

本仪器不支持下表中的整流平均值测量模式。

名称	测量模式		有效值	整流平均值	校准到有效值的 整流平均值	简单平均
	显示	波形				
正弦波		$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$	$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	0	
半波整流		$\frac{E_p}{2}$	$\frac{E_p}{\pi}$	$\frac{E_p}{2\sqrt{2}}$	$\frac{E_p}{\pi}$	
全波整流		$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$	$\frac{E_p}{\sqrt{2}}$	$\frac{2}{\pi} \cdot E_p$	
直流		E_p	E_p	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	E_p	
三角波		$\frac{E_p}{\sqrt{3}}$	$\frac{E_p}{2}$	$\frac{\pi}{4\sqrt{2}} \cdot E_p$	0	
方波		E_p	E_p	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	0	
脉冲		$\sqrt{\frac{\tau}{2\pi}} \cdot E_p$	$\frac{\tau}{2\pi} \cdot E_p$	$\frac{\pi \tau}{4\pi\sqrt{2}} \cdot E_p$	$\frac{\tau}{2\pi} \cdot E_p$	
		当占空比 $D (= \frac{\tau}{2\pi})$, 则 $\sqrt{D} \cdot E_p$	$D \cdot E_p$	$\frac{\pi D}{2\sqrt{2}} \cdot E_p$	$D \cdot E_p$	

2.2 设置接线方式(仅限WT332E/WT333E)

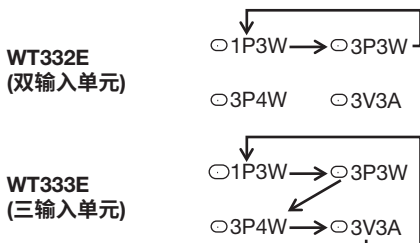
WTViewerFreePlus

步骤

按WIRING，选择接线方式。

每按一次WIRING键，按以下顺序切换接线方式。

WT310E和WT310EH只有一个输入单元，没有可以选择的其他接线方式。



说明

接线方式

可选择的接线方式取决于仪器型号。

WT310E和WT310EH

WT310E和WT310EH只装配1个输入单元。可以选择单相2线制接线方式。因为只有1个输入单元，所以不能选择其他接线方式。

WT332E(双输入单元型)

WT332E装配了2个输入单元(单元1和单元3)。WT332E可以提供以下几种接线方式。

接线方式	说明	单元
1P3W	单相3线制	单元1、3
3P3W	三相3线制	单元1、3

选择单相2线制(1P2W)接线方式后，得到的是单元1和3的测量数据。

无论选择以上哪种接线方式，都可以正确测量单相2线制的测量数据。

WT333E(三输入单元型)

WT333E装配了3个输入单元(单元1、单元2和单元3)。WT333E可以提供以下几种接线方式。

接线方式	说明	单元
1P3W	单相3线制	单元1、3。单元2属于1P2W接线。
3P3W	三相3线制	单元1、3。单元2属于1P2W接线。
3P4W	三相4线制	单元1、2、3
3V3A	3电压3电流表法	单元1、2、3

选择单相2线制(1P2W)接线方式后，得到的是单元1、2和3的测量数据。

无论选择以上哪种接线方式，都可以正确测量单相2线制的测量数据。

提示

- 请选择符合实际测量电路的接线方式。根据选择的接线方式，本仪器的内部处理方法会有所不同。如果选择的接线方式不符合实际电路，测量和运算将不正确。
- 关于接线方式与测量或运算结果的求法，请参照《附录1》。

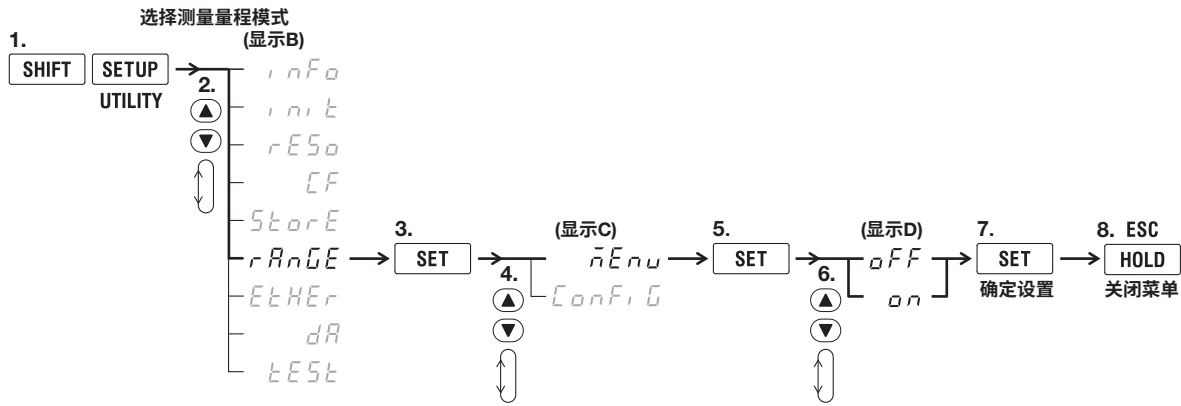
2.3 设置使用直接输入时的测量量程

WTVIEWERFreePlus

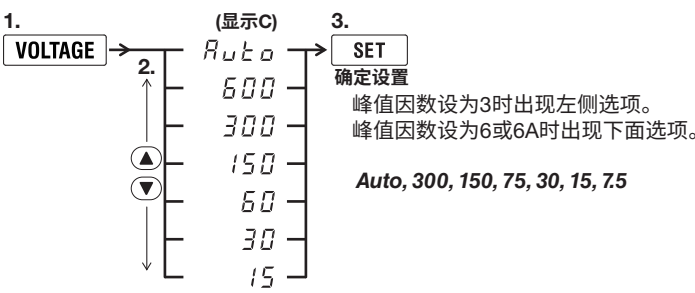
步骤

按下图菜单中的粗线操作。

测量量程模式

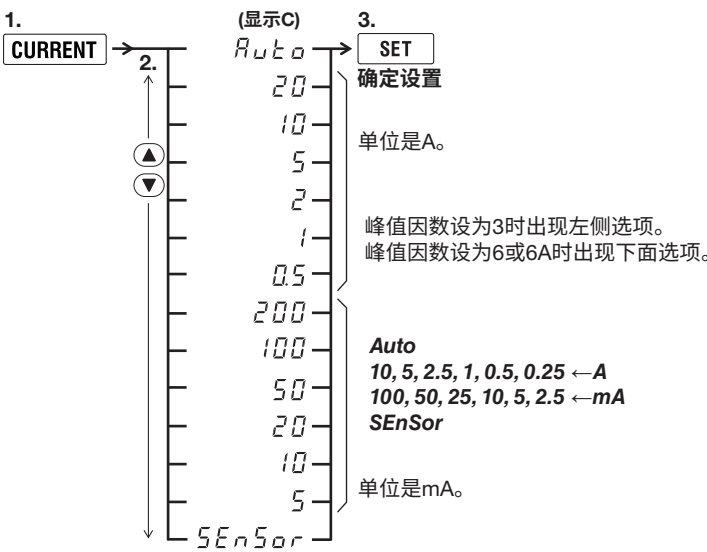


菜单设置模式的电压量程

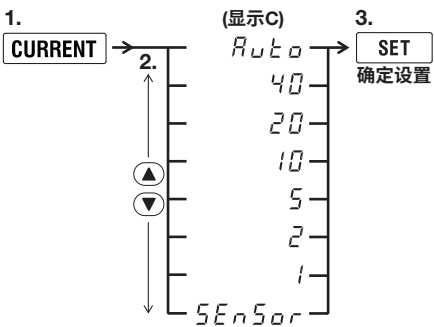


菜单设置模式的电流量程

WT310E



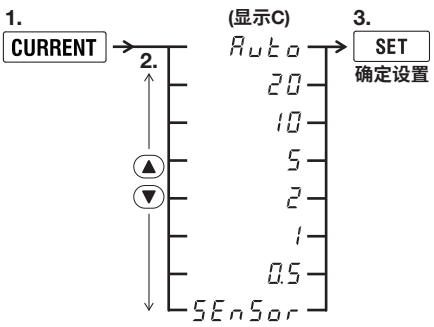
WT310EH



峰值因数设为3时出现以上选项。
峰值因数设为6或6A时出现以下选项。

Auto, 20, 10, 5, 2.5, 1, 0.5, SEnSor

WT332E/WT333E



峰值因数设为3时出现以上选项。
峰值因数设为6或6A时出现以下选项。

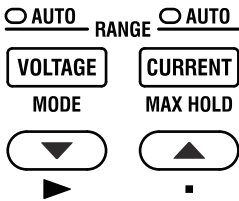
Auto, 10, 5, 2.5, 1, 0.5, 0.25, SEnSor

提示

SEnSor只在安装外部电流传感器输入选件时才显示。选择SEnSor的步骤详见2.4节。

快速设置模式的电压和电流量程

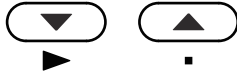
1. 按VOLTAGE或CURRENT键。
在快速设置模式下，VOLTAGE或CURRENT键与▼和▲键亮灯。显示区域内没有菜单显示。在显示B(电压量程)或显示D(电流量程)临时显示当前设置量程后，返回测量数据显示。



2.3 设置使用直接输入时的测量量程

2. 用▲或▼选择量程。

改变量程时，显示B和显示D分别临时显示电压量程和电流量程。



3. 按SHIFT+▲ (■)，打开或关闭自动量程功能。



4. 按VOLTAGE或CURRENT键完成设置。

VOLTAGE或CURRENT键、▼、▲键灭灯。

说 明

测量量程模式

测量量程的设置模式共有2种: 菜单设置模式(on)和快速设置模式(off)。默认设置是菜单设置模式(on)。

菜单设置模式(on)

显示量程设置菜单。可以在显示C选择测量量程。设置时不显示测量数据。

快速设置模式(off)

可以在显示测量数据的同时切换测量量程或启用自动量程功能。可选设置与菜单设置模式相同。在以下场合下该模式有效。

- 频繁切换测量量程时
- 需要逐个切换量程，确认每个量程的显示(搜索不发生过量程和峰值超量程的测量量程时)

提示

- 在快速设置模式下，按VOLTAGE或CURRENT键后，VOLTAGE或CURRENT键和▼、▲键亮灯。
- 在快速设置模式下，按SETUP或其他菜单键后，快速设置模式会被暂时禁用。返回测量数据显示后，快速设置模式又能使用。

固定(手动)量程和自动量程

根据有效值大小设置测量量程。可以设置固定量程或自动量程。默认设置是自动量程。

固定量程

可以从以下选项中选择固定电压量程。即使输入信号的大小发生变化，选择的电压量程也不会改变。请根据输入信号的有效值选择量程。

电压量程

- 峰值因数设为3时，可以选择600V、300V、150V、60V、30V、15V。
- 峰值因数设为6或6A时，可以选择300V、150V、75V、30V、15V、7.5V。

电流量程

WT310E

- 峰值因数设为3时，可以选择20A、10A、5A、2A、1A、0.5A、200mA、100mA、50mA、20mA、10mA、5mA。
- 峰值因数设为6或6A时，可以选择10A、5A、2.5A、1A、0.5A、0.25A、100mA、50mA、25mA、10mA、5mA、2.5mA。

WT310EH

- 峰值因数设为3时，可以选择40A、20A、10A、5A、2A、1A。
- 峰值因数设为6或6A时，可以选择20A、10A、5A、2.5A、1A、0.5A。

WT332E/WT333E

- 峰值因数设为3时，可以选择20A、10A、5A、2A、1A、0.5A。
- 峰值因数设为6或6A时，可以选择10A、5A、2.5A、1A、0.5A、0.25A。

提示

如果使用以下一个固定电流量程进行测量，并且在一定时间内输入过大，那么为保护输入电路，WT310E会把电流量程强制切换到1A(峰值因数6时，0.5A)，同时将量程模式从固定量程换到自动量程。

- 峰值因数设为3时，可以选择200mA、100mA、50mA、20mA、10mA、5mA。
- 峰值因数设为6时，可以选择100mA、50mA、25mA、10mA、5mA、2.5mA。

自动量程(Auto)

本仪器根据输入信号的大小自动切换量程。

量程升档

当满足以下任一条件时量程升档。

- 峰值因数3时
Urms或Irms超过测量量程的130%。
Upk或Ipk约超过当前设置测量量程的300%。
- 峰值因数6时
Urms或Irms超过测量量程的130%。
Upk或Ipk约超过当前设置测量量程的600%。
- 峰值因数6A时
Urms或Irms超过测量量程的260%。
Upk或Ipk约超过当前设置测量量程的600%。

使用WT332E/WT333E时，输入单元中的任一单元如果满足上述条件，量程就升档。

量程降档

当满足以下所有条件时量程降档。

- 峰值因数3时
Urms或Irms小于等于测量量程的30%。
Urms或Irms小于等于下档测量量程的125%。
Upk或Ipk小于等于下档测量量程的300%。
- 峰值因数6或6A时
Urms或Irms小于等于测量量程的30%。
Urms或Irms小于等于下档测量量程的125%。
Upk或Ipk小于等于下档测量量程的600%。

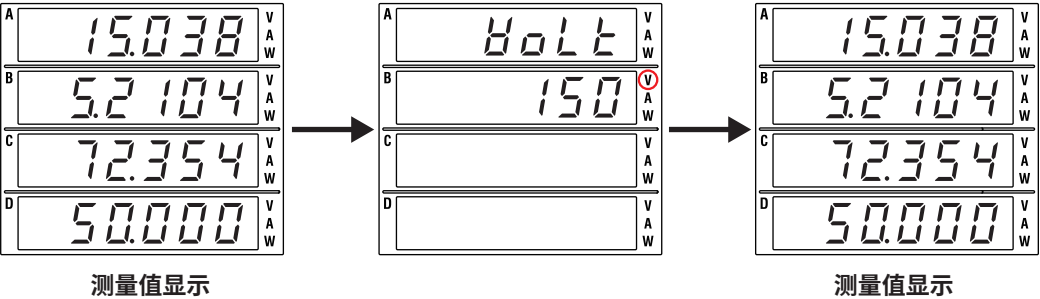
使用WT332E/WT333E时，如果所有输入单元满足上述条件，量程就降档。

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。

检查量程

按VOLTAGE或CURRENT可以检查测量中当前设置的量程。设置量程出现在显示屏上。
再按一次相同键，回到测量设置模式的测量结果显示。在快速设置模式下，达到与数据更新周期等长的时间后才会返回测量数据显示。



功率量程

有功功率、视在功率和无功功率的测量量程(功率量程)由接线方式、电压量程、电流量程决定，具体如下。

接线方式	功率量程
1P2W (单相2线制)	电压量程 × 电流量程
1P3W (单相3线制)	电压量程 × 电流量程 × 2
3P3W (三相3线制)	
3V3A (3电压3电流表法)	
3P4W (三相4线制)	电压量程 × 电流量程 × 3

- 最大显示是99999(显示位数设为5时)。
- 电压量程 × 电流量程的结果达到或超过1000W时，显示单位变成“kW”。超过1000kW时，单位变成“MW”。
- 具体电压量程和电流量程的组合以及功率量程数值，请参照《附录3》。

提示

- 在自动量程模式下，因为电压量程和电流量程是按照量程升档和降档条件分别进行切换，所以相同测量或运算值的功率量程可能不同。
- 如果电压输入端子开路，50/60Hz商用电源频率噪声会混入电压输入端子，电压值最大显示到0.3V。这是因为电压输入端子的高输入电阻所致。将端子短路就可以使电压值变成0V。

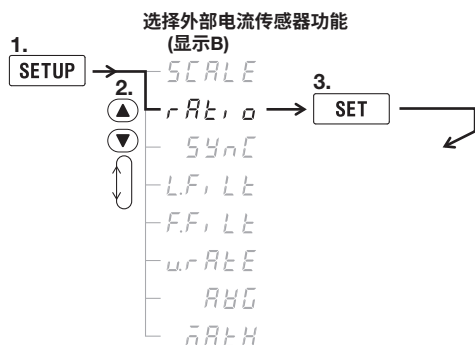
2.4 设置使用外部电流传感器(选件)时的测量量程

WTViewerFreePlus

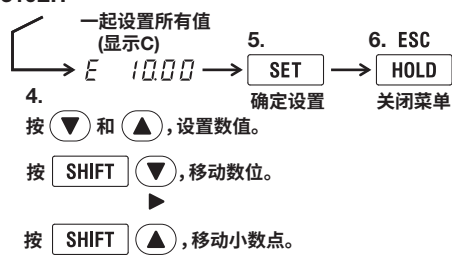
步骤

按下图菜单中的粗线操作。

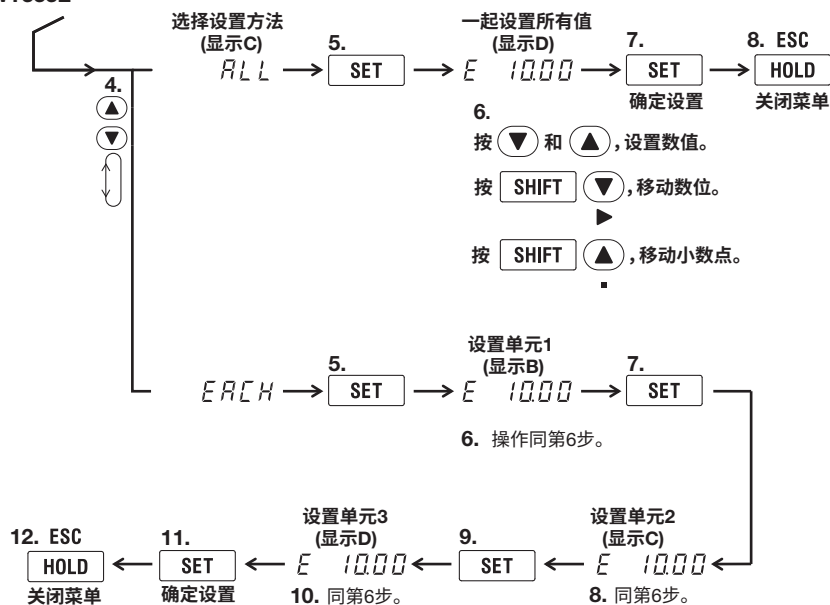
外部电流传感器的比例常数



WT310E/WT310EH



WT332E/WT333E



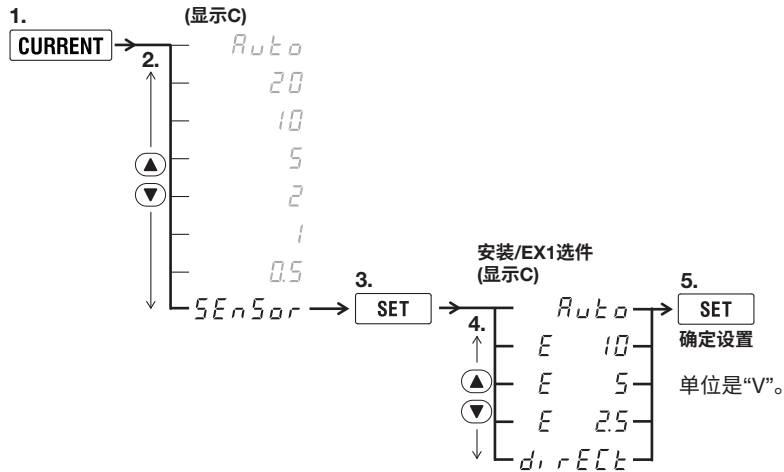
提示

WT310E或WT310EH上不显示设置方法的选择菜单(允许选择ALL或EACH)。

2

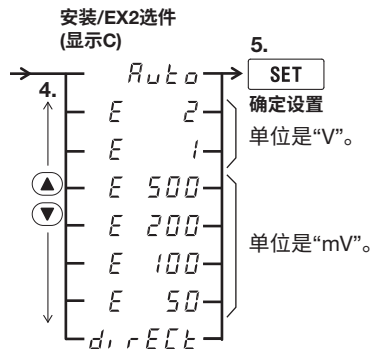
测量条件

菜单设置模式的外部电流传感器测量量程



以上是峰值因数设为3时的选项。
以下是峰值因数设为6或6A时的选项。

Auto, E 5, E 2.5, E 1.25, dirECt



以上是峰值因数设为3时的选项。
以下是峰值因数设为6或6A时的选项。

Auto, E 1, E 0.5, E 250, E 100, E 50, E 25, dirECt

上述菜单适用于WT332E/WT333E。

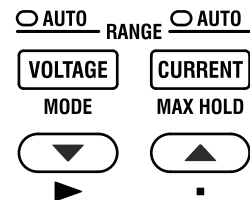
WT310E上的SEnSor出现在5mA量程之后。

WT310EH上的SEnSor出现在1A量程之后。

快速设置模式的外部电流传感器测量量程

1. 按CURRENT。

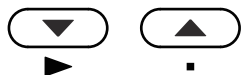
在快速设置模式下，CURRENT键、▼和▲键亮灯。菜单上没有显示。



2. 按**SHIFT+▼(▶)**，在直接输入和外部电流传感器输入之间切换。



3. 用**▲**或**▼**选择量程。
更改量程时，会在显示D中临时显示量程。



4. 按**CURRENT**确定设置。
CURRENT和▼、▲键灭灯。

提示

关于测量量程的菜单设置模式与快速设置模式的切换方法，请参照2.3节。

说明

外部电流传感器

可以将分流器、电流钳等电压输出型电流传感器的输出输入到单元的外部电流传感器输入接口(EXT)进行测量。使用外部传感器进行测量时，请根据外部传感器的换算比设置比例常数和测量量程。

提示

使用电流输出型电流传感器时，请将换算比作为CT比设置。

外部电流传感器的比例常数

设置每安电流的传感器输出mV数。将比例常数设成换算比。

比例常数的求法

例如，如果使用横河96030钳式探头，换算比为2.5mV/A，1A电流的传感器输出即为2.5mV。比例常数应设为2.500。

同样，使用96031时，换算比为1mV/A，比例常数应设为1.000。

使用96001时，换算比为10mV/A，比例常数应设为10.00。

提示

用本仪器替代WT110、WT110E、WT130、WT200、WT210或WT230与外部传感器一起使用时，因为两者比例常数的计算方法不同，所以需要改变比例常数。请按照上述说明设置正确的比例常数。

一起设置或分别设置(WT332E/WT333E)

使用WT332E/WT333E时，比例常数的设置方法有2种，ALL和EACH。默认值是ALL。设置方法选择菜单在WT310E或WT310EH上不出现。

- ALL: 选择此键将各单元所有比例常数都设成相同值。
- EACH: 选择此键分别设置各单元的比例常数。

比例常数

根据选择的设置方法，比例常数的设置步骤会有所不同。设置范围是0.001~9999。默认设置是10.00。使用WT310E和WT310EH时，在显示C设置比例常数。

- 设置方法设为ALL时
在显示D可以设置所有单元的比例常数。
- 设置方法设为EACH时
 - 在显示B可以设置单元1的比例常数。
 - 在显示C可以设置单元2的比例常数。WT332E不显示单元2的设置菜单。
 - 在显示D可以设置单元3的比例常数。

外部电流传感器的测量量程

设好比例常数后，可以选择外部电流传感器的额定输出作为测量量程，也可以选择自动量程。

在菜单设置模式下，可以从电流测量量程设置菜单设置测量量程。在快速设置模式下，可以在测量数据 displays 的状态下设置测量量程。

关于菜单设置模式和快速设置模式的选择方法，请参照2.3节。

选择电流量程(外部电流传感器量程)

例1:

用96030钳式探头(换算比2.5mV/A)测量200A电流时，探头的输出电压为 $2.5\text{mV/A} \times 200\text{A} = 500\text{mV}$ 。因此，安装/EX2选件时，本仪器电流量程(外部电流传感器量程)应设为500mV量程。

例2:

用96030钳式探头(换算比2.5mV/A)测量60A电流时，探头的输出电压为 $2.5\text{mV/A} \times 60\text{A} = 150\text{mV}$ 。因此，安装/EX2选件时，本仪器电流量程(外部电流传感器量程)应设为200mV量程。

例3:

用96031钳式探头(换算比1mV/A)测量200A电流时，探头的输出电压为 $1\text{mV/A} \times 200\text{A} = 200\text{mV}$ 。因此，安装/EX2选件时，本仪器电流量程(外部电流传感器量程)应设为200mV量程。

例4:

用96001钳式探头(换算比10mV/A)测量200A电流时，探头的输出电压为 $10\text{mV/A} \times 200\text{A} = 2000\text{mV} = 2\text{V}$ 。因此，安装/EX1选件时，本仪器电流量程(外部电流传感器量程)应设为2.5V量程。

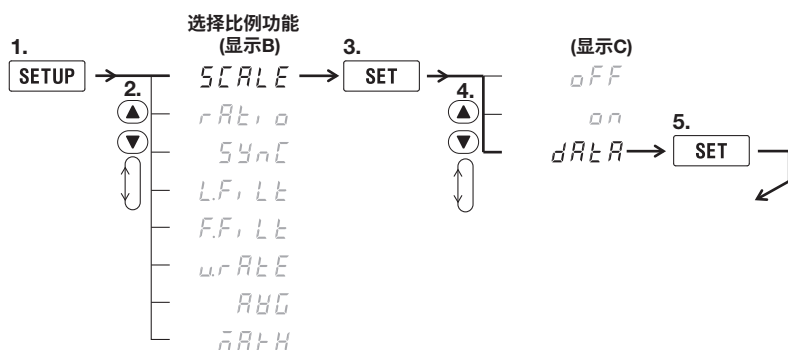
2.5 设置使用VT/CT时的比例功能

WTVIEWerFreePlus

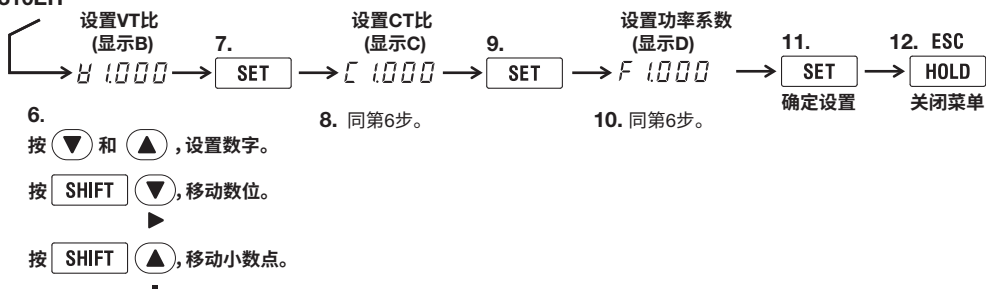
步骤

按下图菜单中的粗线操作。

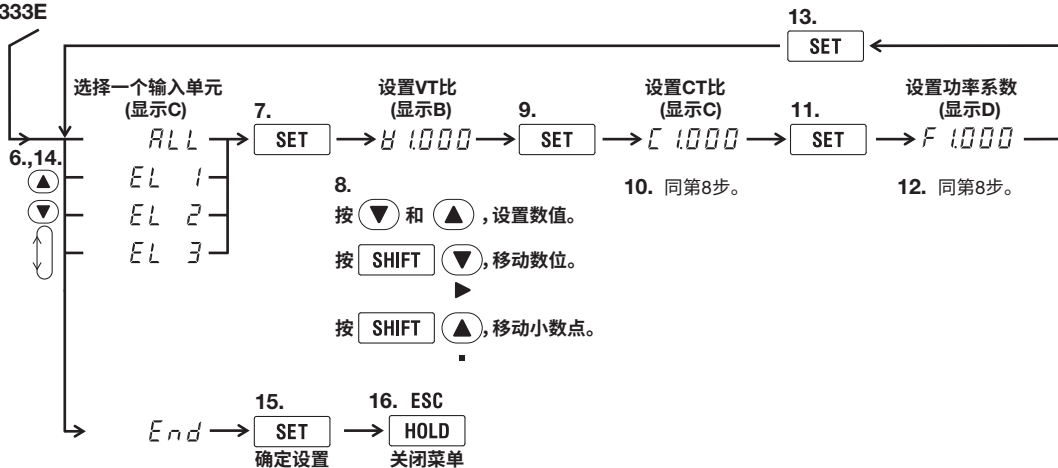
比例系数



WT310E/WT310EH



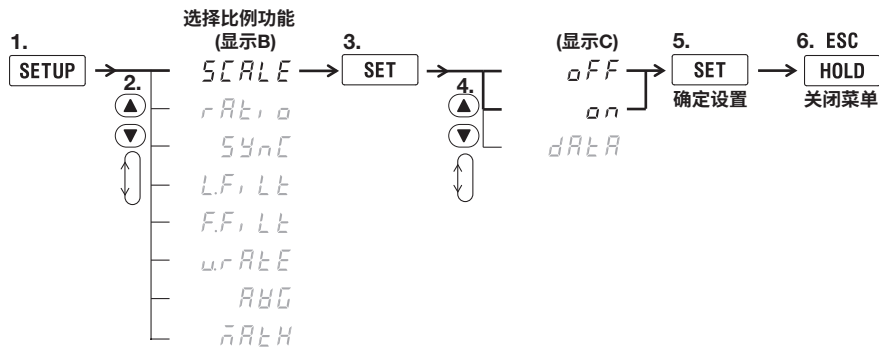
WT332E/WT333E



提示

输入单元选择菜单(ALL/EL1/EL2/EL3/End)不出现在WT310E或WT310EH上。

打开/关闭比例



说明

比例

从外部电压互感器¹或电流互感器²输入电压或电流信号时，可以设置各自系数。
可设置的比例系数包括VT比、CT比和功率系数(SF)。

- 1 VT (Voltage Transformer: 电压互感器)
- 2 CT (Current Transformer: 电流互感器)

VT比和CT比

通过设置VT比或CT比，可以将测量数据换算成电压/电流转换前的电压/电流的数值数据或波形显示数据。

功率系数

通过设置功率系数(F)，可以显示乘以系数之后的有功功率、视在功率和无功率的测量值。

测量功能	换算前的数据	换算结果	
电压U	U_2 (VT的二次输出)	$U_2 \times V$	V: VT比
电流I	I_2 (CT的二次输出)	$I_2 \times C$	C: CT比
有功功率P	P_2	$P_2 \times V \times C \times F$	F: 功率系数
视在功率S	S_2	$S_2 \times V \times C \times F$	
无功功率Q	Q_2	$Q_2 \times V \times C \times F$	
电压最大值/最小值Upk	Upk ₂ (VT的二次输出)	Upk ₂ × V	
电流最大值/最小值Ipk	Ipk ₂ (CT的二次输出)	Ipk ₂ × C	

比例系数

一起设置或分别设置

使用WT332E/WT333E时，可以选择要设置系数的单元。默认设置是ALL。设置方法的选择菜单不出现于WT310E或WT310EH上。

- ALL: 选择该项将各单元所有系数都设成相同值。
- EL1: 选择该项设置单元1的系数。
- EL2: 选择该项设置单元2的系数。WT332E上不出现此选项。
- EL3: 选择该项设置单元3的系数。
- End: 设置结束或不设置时选择该项。

系数种类和设置顺序

按照以下顺序设置系数。设置范围是0.001~9999。默认设置是1.000。

- V: 在显示B设置VT比。
- C: 在显示C设置CT比。
- F: 在显示D设置功率系数。

使用WT310E和WT310EH时，按照V、C、F的顺序设置系数。完成设置后，请按SET。使用WT332E/WT333E时，完成设置后，请按输入单元选择菜单的End。

打开/关闭比例

设好系数后，选择on或oFF打开/关闭比例功能。默认设置是oFF。

- on: 执行比例，SCALING指示灯亮灯。
- oFF: 停止比例，SCALING指示灯灭灯。

提示

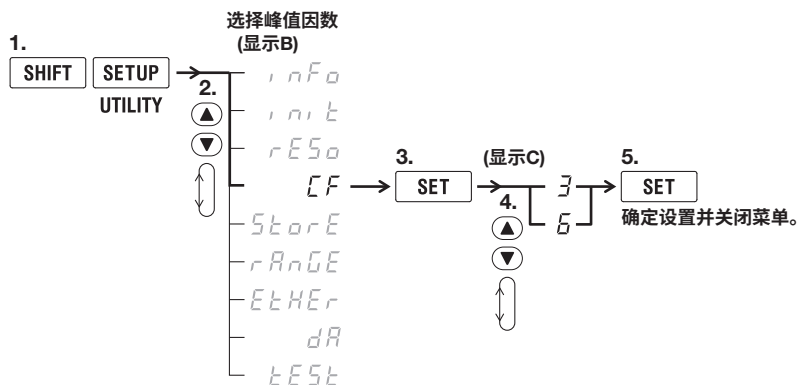
- 当系数 $\times$ 测量量程的结果超过9999M(10^6)时，显示运算溢出(--oF--)。
- 在使用外部电流传感器进行测量的同时启用比例功能时，外部电流传感器的比例常数将再乘以VT比或CT比。比例常数不同于本节介绍的比例功能。详见2.4节。

2.7 设置峰值因数

WTVIEWERFreePlus

步骤

按下图菜单中的粗线操作。



说明

峰值因数

峰值因数是波形峰值和有效值的比值。

$$\text{峰值因数(CF)} = \frac{\text{峰值}}{\text{有效值}}$$

本仪器的峰值因数表示可以输入测量量程的多少倍峰值，可以选择3、6或6A。默认设置是3。

与峰值因数设为6时相比，峰值因数设为6A时，测量量程的输入范围将扩大(如下)。在自动量程模式下测量失真波形时，这样可以抑制频繁的量程更改。

- 自动量程模式下量程升档的条件(详见2.3节)
电压或电流超过当前设置测量量程的260%。
- 导致超量程显示(“---oL-”)的条件(详见入门指南IM WT310E-02CN7.4节)
测量电压或电流超过额定量程的280%*。
* WT310EH最大量程(峰值因数6时20A量程)时为220%。

提示

- 在固定量程下设置峰值因数时，电压量程和电流量程会设成它们的最大量程。
- 在自动量程下设置峰值因数时，电压量程和电流量程会设成它们的最大量程，然后才启用自动量程。
- 为满足IEC62018等要求的峰值因数大于等于5的测量条件，请将峰值因数设为6。
- 电压量程、电流量程、有效输入量程以及测量精度由峰值因数的值决定。详见入门指南IM WT310E-02CN的第7章。

2

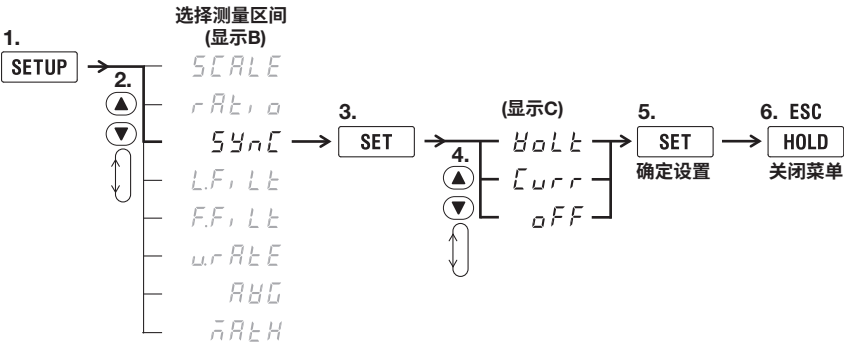
测量条件

2.8 设置测量区间

WTVIEWERFreePlus

步骤

按下图菜单中的粗线操作。



说明

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。

同步源

因为输入信号的周期是从电压信号和电流信号检测出的,所以同步源可以设为电压信号(VoLt)或电流信号(Curr)。WT310E和WT310EH的默认设置是VoLt, WT332E/WT333E的默认设置是Curr。

- VoLt
优先检测电压信号的周期,将电压信号作为同步源使用。把每个单元的电压信号作为各自单元的同步源使用。不能检测到电压信号的周期时,将电流信号作为同步源使用。如果连电流信号的周期也无法检测到,测量区间将设为整个数据更新周期。
- Curr
优先检测电流信号的周期,将电流信号作为同步源使用。把每个单元的电流信号作为各自单元的同步源使用。不能检测到电流信号的周期时,将电压信号作为同步源使用。如果连电压信号的周期也无法检测到,测量区间将设为整个数据更新周期。
- oFF
不与电压或电流信号同步执行测量。相反,将选择整个数据更新周期作为测量区间。

提示

- 求取峰值电压或峰值电流的测量区间始终是整个数据更新周期。
- 测量区间的设置详见《附录4》。
- 数据更新周期(请参照2.10节)设为Auto时,测量区间取决于2.10节中通过菜单设置的同步源。
- 关于谐波测量(选件)的测量功能的测量区间,请参照6.3节。

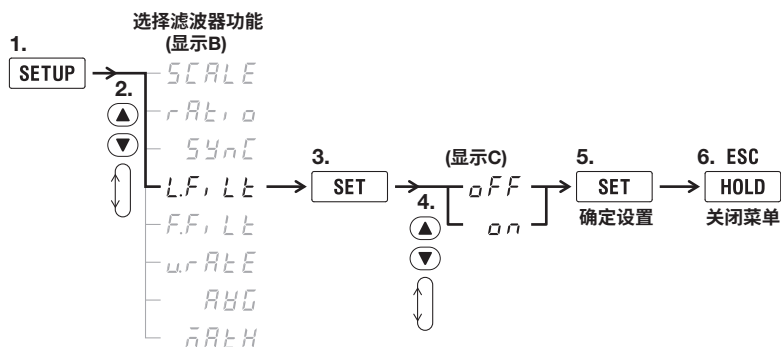
2.9 设置输入滤波器

WTVIEWerFreePlus

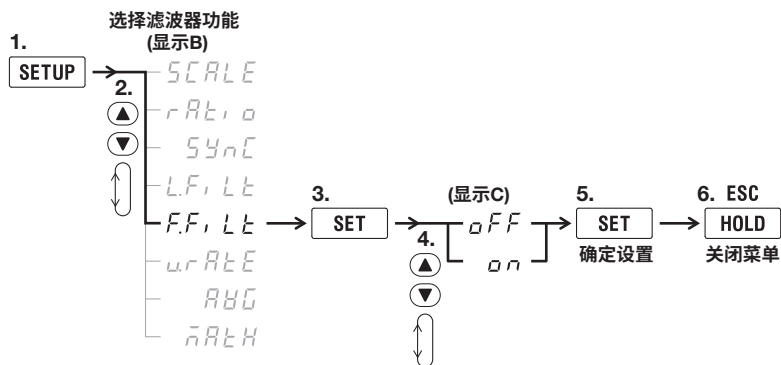
步骤

按下图菜单中的粗线操作。

打开/关闭输入滤波器



打开/关闭频率滤波器



说明

共有2种输入滤波器: 线路滤波器和频率滤波器。可以用来降低变频器波形、失真波形等的噪声, 获得稳定的测量结果。

线路滤波器

线路滤波器只能在测量回路里使用, 可以去除输入信号的噪声成分。

截止频率是500Hz。默认设置是OFF。

- on: 启用线路滤波器, LINE指示灯亮灯。
- off: 禁用线路滤波器, LINE指示灯灭灯。

频率滤波器

频率滤波器只能在频率测量回路里使用。截止频率是500Hz。因为本仪器基于输入信号同步进行，务必正确测量输入信号的频率。默认设置是oFF。

- on: 启用频率滤波器，FREQ指示灯亮灯。
- oFF: 禁用频率滤波器，FREQ指示灯灭灯。

即使启用频率滤波器，电压和电流的测量值也会包含谐波成分。

提示

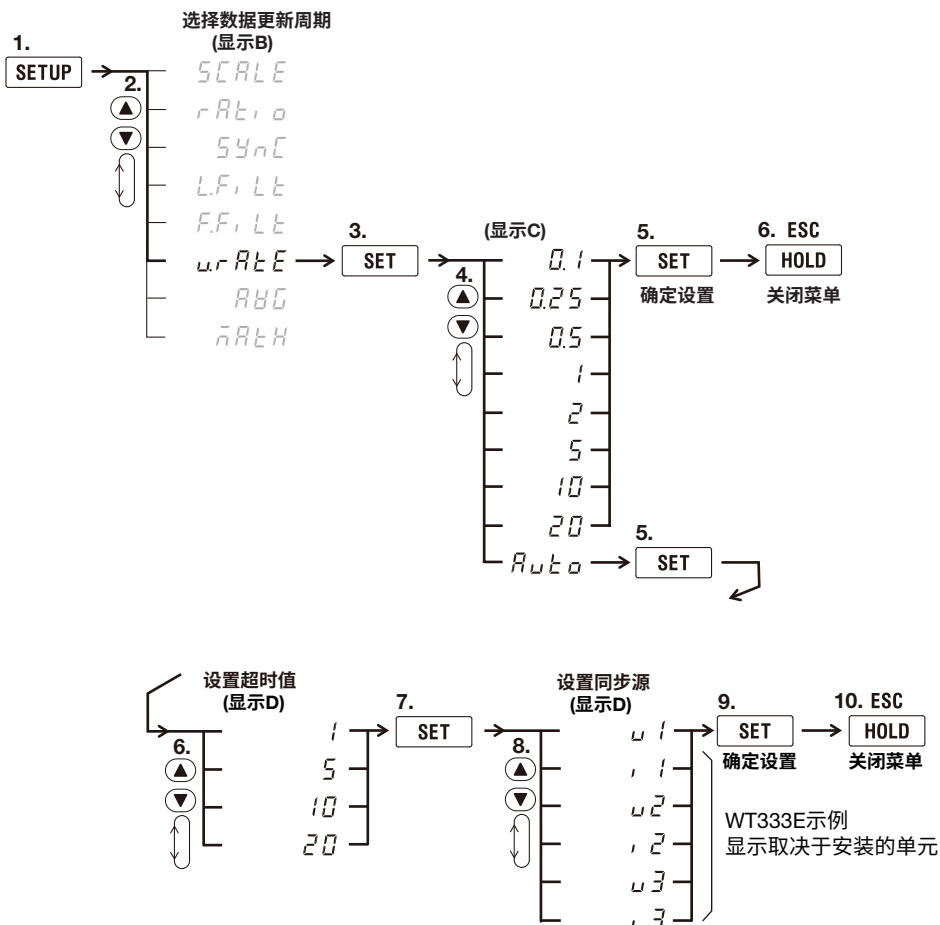
从开始积分到停止/重置积分的这段时间内不能启用或禁用输入滤波器。

2.10 设置数据更新周期

WTVIEWerFreePlus

步骤

按下图菜单中的粗线操作。



说明

数据更新周期

数据更新周期是测量功能采样数据的更新间隔。

可以从以下选项中选择数据更新周期。默认设置是0.25s。

0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s、5s、10s、20s或Auto

- 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、或转换成模拟信号输出。
- UPDATE指示灯与选择的周期同步闪烁。
- 数据更新周期设为Auto时，每当检测到指定为同步源(稍后介绍)的输入波形的一个周期*，UPDATE指示灯开始闪烁，测量数据被更新、转换为模拟信号输出或经通信接口输出。

* 100ms或更高。

- 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。
- 如果输入信号的周期波动较大，请选择Auto。

数据更新周期设为Auto时的设置

设置以下项目。

同步源

- 本节中要设置的同步源是数据更新周期设为Auto时的专用同步源。*
* 同步源详见2.8节。
- 可以从以下选项中选择同步源。
WT310E/WT310EH的默认设置是U1，WT332E/WT333E的默认设置是I1。
- U1: 将单元1的电压设为同步源。
- I1: 将单元1的电流设为同步源。
- U2: 将单元2的电压设为同步源。(仅限WT333E)
- I2: 将单元2的电流设为同步源。(仅限WT333E)
- U3: 将单元3的电压设为同步源。(WT332E和WT333E)
- I3: 将单元3的电流设为同步源。(WT332E和WT333E)

超时

- 超时是检测输入波形周期的时间限制。
- 选择1s、5s、10s或20s。默认值为1s。
- 输入信号频率低、无法在超时时间内检测到同步源的周期时，频率数据将超出测量量程并导致错误。
常规测量的测量功能将到超时为止的整个周期作为测量区间来求取测量值。

功能限制

数据更新周期设为Auto时，将产生以下限制。

- 不能使用积分功能。如果试图启用该功能，将提示错误886。
- 不能使用测量数据存储功能。如果试图启用该功能，将提示错误886。

2.11 设置平均

WTViewerFreePlus

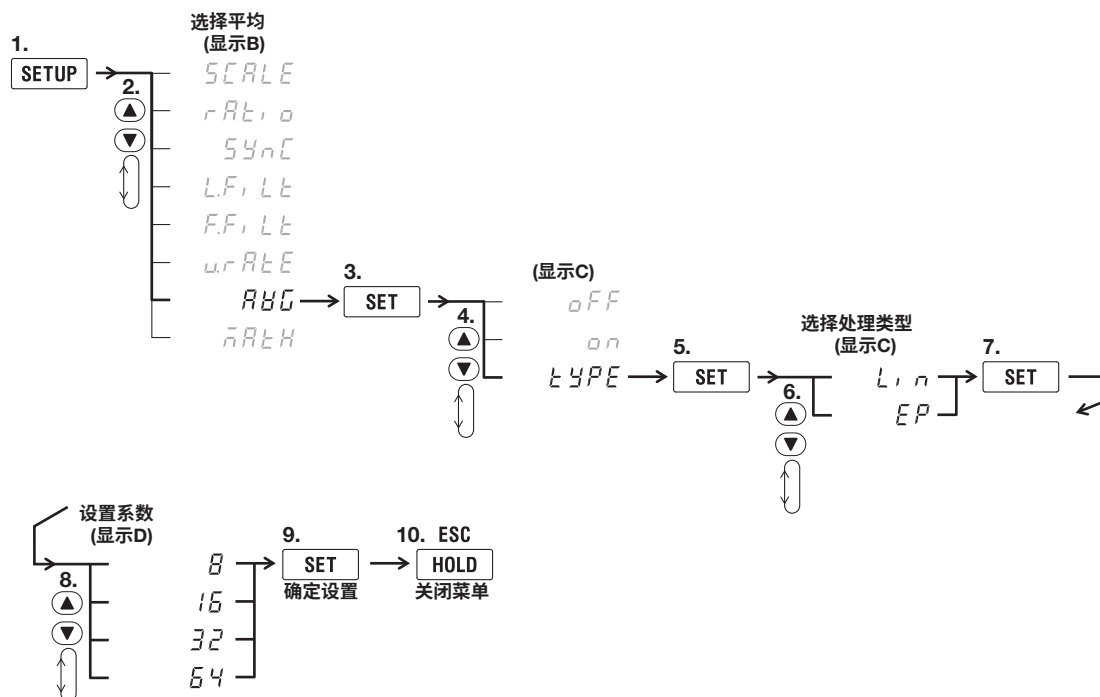
步骤

按下图菜单中的粗线操作。

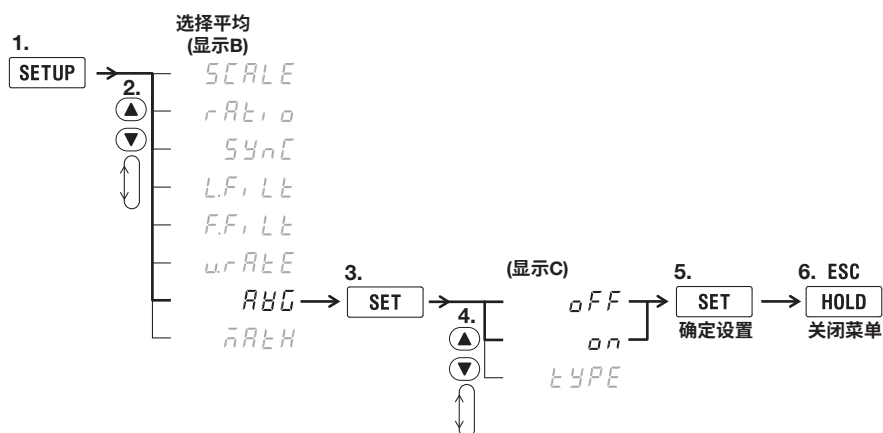
2

测量条件

平均类型



打开/关闭平均



说 明

平均

可以对数值数据进行指数平均或移动平均。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。

执行平均的测量功能

可以直接平均的测量功能如下。其他使用这些功能进行运算的功能也受平均影响。

- U、I、P、S、Q
- 由Urms、Irms、P、S、Q的平均值计算出的 λ 、 Φ 、Cf U、Cf I。

不执行平均的测量功能

平均后会失去本身意义的测量功能，如峰值(Upk和Ipk)，不执行平均。

- fU、fI、U+pk、U-pk、I+pk、I-pk、P+pk、P-pk、Time、WP、WP+、WP-、q、q+、q-

平均类型

可以使用指数(EP)或移动(Lin)平均。默认设置是Lin。

指数平均(EP)

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次的数值数据

K: 衰减常数

移动平均(Lin)

根据以下公式，用指定的平均个数计算移动平均值。

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

D_n : 从第n-(m-1)次到第n次的m项数值数据线性平均后显示的数值

$M_{n-(m-1)}$: 第n-(m-1)次的数值数据

.....

M_{n-2} : 第n-2次的数值数据

M_{n-1} : 第n-1次的数值数据

M_n : 第n次的数值数据

m: 平均个数

平均系数(衰减常数或平均个数)

可以从以下选项中选择衰减常数(指数平均)或平均个数(移动平均)。默认设置均为8。
8、16、32、64

提示

可以分别设置指数平均和移动平均的平均系数。

打开/关闭平均

设好平均系数后(衰减常数或平均个数)，选择是否设置平均。默认设置是oFF。

- on: 开始平均，AVG指示灯亮灯。
- oFF: 停止平均，AVG指示灯灭灯。

提示

- 积分开始后，平均不可用。即使停止或重置积分后，平均也不能自动恢复。
- 谐波测量时只有指数平均可用。详见6.1节。

3.1 保持测量值

WTVIEWERFreePlus 

步 骤

保持测量值

按**HOLD**，HOLD键亮灯。保持测量值的显示。

HOLD

解除保持状态

测量值正在保持时按**HOLD**，保持键灯熄灭，显示被更新。

HOLD

说 明

保持

可以使用保持操作停止测量和显示每个数据更新周期的测量数据，保持所有测量功能数据的显示。D/A输出、通信输出等值即为被保持的数值数据。

提示

关于积分时的保持功能，请参照5.1节。

3.2 执行单次测量

WTVIEWERFreePlus 

步 骤

单次测量

测量值正在保持时按**SHIFT+HOLD**(SINGLE)，执行单次测量。然后，本仪器保持测量值。

SHIFT

HOLD

SINGLE

说 明

单次测量

显示被保持时，只执行一次测量。测量数据被更新后，重新保持显示。显示没有保持时如果按**SHIFT+HOLD**(SINGLE)，从该点重新开始测量。

按住SHIFT键至少两秒钟，保持转换状态(SHIFT锁定功能)。如果经常执行单次测量，可以启用SHIFT锁定并按HOLD键执行单次测量。按SHIFT键可以禁用SHIFT锁定功能。

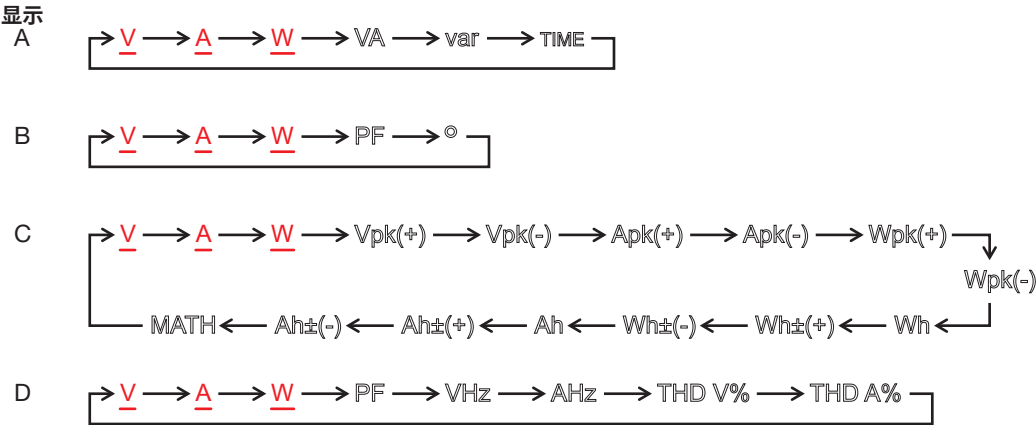
4.1 显示电压、电流和有功功率

WTVIEWERFreePlus

步骤

显示功能

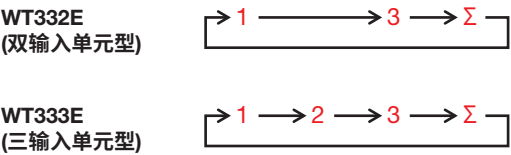
按FUNCTION，选择V(电压)、A(电流)或W(有功功率)。
每按一次FUNCTION，按以下顺序切换显示功能。



- Vpk、Apk、Wpk、Wh±和Ah±显示两次。第一次是正测量，第二次是负测量。
- MATH、THD显示在7段LED显示屏的左侧。
- 按SHIFT后再按FUNCTION，功能将按相反的顺序显示。

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

按ELEMENT选择要显示的单元。
每按一次ELEMENT，按以下顺序切换输入单元。
WT310E和WT310EH只有一个输入单元，没有可以选择的其他单元。



说明

显示功能

选择要在显示屏上显示的测量功能。

- V: 显示电压U。
- A: 显示电流I。
- W: 显示有功功率P。

连续最大允许输入

电压

峰值为1.5kV或电压有效值为1.0kV，取两者较小值。

电流

直接输入

- **WT310E或WT332E/WT333E**

峰值因数3时: 0.5A ~ 20A

峰值因数6或6A时: 0.25A ~ 10A

峰值为100A或电流有效值为30A，取两者较小值。

- **WT310E**

峰值因数3时: 5mA ~ 200mA

峰值因数6或6A时: 2.5mA ~ 100mA

峰值为30A或电流有效值为20A，取两者较小值。

- **WT310EH**

峰值因数3时: 1A ~ 40A

峰值因数6或6A时: 0.5A ~ 20A

峰值为100A或电流有效值为44A，取两者较小值。

外部电流传感器输入

峰值不得超过额定量程的5倍。

最大显示值、单位和单位前缀

- 最大显示值: 电压、电流、有功功率均为99999(显示位数设为5时)
- 单位: 电压 V、电流 A、有功功率 W
- 单位前缀: m、k或M

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

可选择的单元由机型决定。选择单元时请确认机型。

- 1、2或3: 显示单元1、2、3的测量值。
- Σ : 根据显示功能和接线方式，显示值变化如下。

接线方式	$U\Sigma$	$I\Sigma$	$P\Sigma$	$S\Sigma$	$Q\Sigma$
1P3W	$\frac{U_1+U_3}{2}$	$\frac{I_1+I_3}{2}$	P_1+P_3	$U_1I_1+U_3I_3$	Q_1+Q_3
3P3W	$\frac{U_1+U_3}{2}$	$\frac{I_1+I_3}{2}$	P_1+P_3	$\frac{\sqrt{3}}{2}(U_1I_1+U_3I_3)$	Q_1+Q_3
3P4W	$\frac{U_1+U_2+U_3}{3}$	$\frac{I_1+I_2+I_3}{3}$	$P_1+P_2+P_3$	$U_1I_1+U_2I_2+U_3I_3$	$Q_1+Q_2+Q_3$
3V3A	$\frac{U_1+U_2+U_3}{3}$	$\frac{I_1+I_2+I_3}{3}$	P_1+P_3	$\frac{\sqrt{3}}{3}(U_1I_1+U_2I_2+U_3I_3)$	Q_1+Q_3

接线方式	$\lambda\Sigma$	$\Phi\Sigma$
1P3W		
3P3W	$\frac{P\Sigma}{S\Sigma}$	$\cos^{-1}\lambda\Sigma$
3P4W		
3V3A		

4.2 显示视在功率、无功功率和功率因数

WTVIEWERFreePlus 

步骤

显示功能

按显示A、B或D的**FUNCTION**键，选择VA(视在功率)、var(无功功率)、PF(功率因数)。每按一次FUNCTION，按以下顺序切换显示功能。

显示

A

→ V → A → W → VA → var → TIME

B

→ V → A → W → PF → °

D

→ V → A → W → PF → VHz → AHz → THD V% → THD A%

- MATH和THD显示在7段LED显示屏的左侧。
- 按SHIFT后再按FUNCTION，功能将按相反的顺序显示。

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

按显示A、B或D中选择的显示功能的**ELEMENT**键，选择输入单元。

输入单元的选择步骤与4.1节的步骤相同。

WT310E和WT310EH只有一个输入单元，没有可以选择的其他单元。

说明

显示功能

选择要在显示屏上显示的测量功能。

- VA: 显示视在功率S。
- var: 显示无功功率Q。
- PF: 显示功率因数 λ 。

最大显示值、单位和单位前缀

- 视在功率和无功功率的最大显示值: 99999(显示位数设为5时)
- 功率因数显示范围: -1.0000~1.0000 (显示位数设为5时)
- 单位: 视在功率 VA、无功功率 var、功率因数没有单位
- 单位前缀: m、k或M

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

可选择的单元由机型决定。选择单元时请确认机型。

- 1、2或3: 显示单元1、2或3的测量值。
- Σ : 请参照4.1节。

提示

- 关于功率因数显示，在1.0001 ~ 2.0000时显示1.0000；2.0001或超过2.0001时显示错误(“Error”)；-2.0000 ~ -1.0001时显示-1.0000；-2.0001或低于-2.0001时显示错误(“Error”)。
 - 即使输入信号相同，测量模式(RMS、VOLTAGE MEAN或DC)一旦发生变化，显示也会有所不同。测量模式详见2.1节。
 - 电压或电流中无论哪个跌至测量量程的0.5%或以下(峰值因数6或6A时，1%以下)时，功率因数都显示错误(Error)。
-

4.3 显示相位角和频率

WTViewerFreePlus 

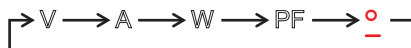
步骤

显示功能

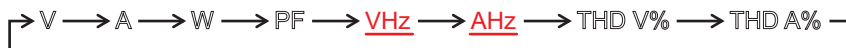
按显示B或D的**FUNCTION**键，选择°(相位角)、V Hz(电压频率)或A Hz(电流频率)。每按一次FUNCTION，按以下顺序切换显示功能。

显示

B



D



- MATH和THD显示在7段LED显示屏的左侧。
- 按SHIFT后再按FUNCTION，功能将按相反的顺序显示。

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

按显示B或D中选择的显示功能的**ELEMENT**键，选择输入单元。

输入单元的选择步骤与4.1节的步骤相同。

WT310E和WT310EH只有一个输入单元，没有可以选择的其他单元。

说明

显示功能

选择要在显示屏上显示的测量功能。

- °: 显示相位角 Φ 。
- V Hz: 显示电压频率 f_U 。
- A Hz: 显示电流频率 f_I 。

最大显示值、单位和单位前缀

- 相位角的显示范围: G180.0~d180.0(G是电流滞后电压、d是电流超前电压)
- 频率的最大显示值: 99999(显示位数设为5时)
- 单位: 相位角 °、频率 Hz
- 单位前缀: m或k(仅限频率)

频率测量范围

- 测量量程根据数据更新周期(参照2.10节)的变化而变化。

数据更新周期	带宽
0.1s	20Hz ~ 100kHz
0.25s	10Hz ~ 100kHz
0.5s	5Hz ~ 100kHz
1s	2.0Hz ~ 100kHz
2s	1.0Hz ~ 100kHz
5s	0.5Hz ~ 100kHz
10s	0.2Hz ~ 100kHz
20s	0.1Hz ~ 100kHz
Auto*	0.1Hz ~ 100kHz

* 数据更新周期设为Auto时，可测量频率下限如下所示，取决于超时设置(参照2.10节)。

超时	频率下限值
1s	2.0Hz
5s	0.5Hz
10s	0.2Hz
20s	0.1Hz

- 本仪器可在6个量程间自动切换: 1Hz、10Hz、100Hz、1kHz、10kHz、100kHz
- WT332E/WT333E可同时测量显示D中选择的单元的电压频率和电流频率。

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

可选择的单元由机型决定。选择单元时请确认机型。

- 1、2或3: 显示单元1、2、3的测量值。
- Σ: 关于相位角正在测量时的显示，请参照4.1节。当正在测量频率时，将用(-----)代替测量值显示。

提示

相位角

- 即使输入信号相同，测量模式(RMS、VOLTAGE MEAN或DC)一旦发生变化，显示也会有所不同。测量模式详见2.1节。
- 电压或电流中无论哪个跌至测量量程的0.5%或以下(峰值因数6或6A时，1%以下)时，相位角都显示错误 (“Error”)。
- 只有当电压与电流均为正弦波且电压输入与电流输入相对测量量程的比值没有太大差异时，超前相/滞后相才可以被正确识别。
- 当功率因数大于1时，相位角显示如下。
 - 当功率因数在1.0001~2.0000范围内时，相位角显示0.0。
 - 当功率因数在-1.0001~-2.0000范围内时，相位角显示180.0。
 - 当功率因数大于等于2.0001或小于等于-2.0001时，相位角显示 “Error” 。

频率

- 如果交流振幅太小，就无法检测出周期。关于频率测量的检测电平，请参照入门指南IM WT310E-02CN第7章《频率测量》的“精度”。
- 本仪器采用输入信号同步方式测量频率。测量变频波形或高噪声波形时，建议打开频率滤波器。但是，根据信号的频率和电平，频率可能会显示成 “Error”。这是因为滤波器有500Hz的截止频率，可能会使信号电平衰减到无法被识别。
- 即使频率滤波器被禁用，在频率超过量程且因内部电路导致信号电平衰减到无法被识别时，频率也有可能显示 “Error” 。

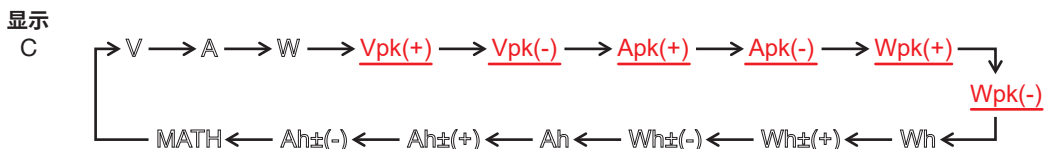
4.4 显示峰值

WTViewerFreePlus

步骤

显示功能

按显示C的**FUNCTION**键，选择Vpk(电压峰值)、Apk(电流峰值)或Wpk(功率峰值)。每按一次FUNCTION，按以下顺序切换显示功能。



- Vpk、Apk、Wpk、Wh±和Ah±显示两次。第一次是正测量，第二次是负测量。
- MATH显示在7段LED显示屏的左侧。
- 按SHIFT后再按FUNCTION，功能将按相反的顺序显示。

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

按显示C的**ELEMENT**键，选择要显示的单元。

输入单元的选择步骤与4.1节的步骤相同。

WT310E和WT310EH只有一个输入单元，没有可以选择的其他单元。

说明

显示功能

选择要在显示屏上显示的测量功能。

- Vpk: 显示峰值电压。选择U+pk显示电压最大值，U-pk显示电压最小值。
- Apk: 显示峰值电流。选择I+pk显示电流最大值，I-pk显示电流最小值。
- Wpk: 显示峰值功率。选择P+pk显示功率最大值，P-pk显示功率最小值。

最大显示值、单位和单位前缀

- 最大显示值: 99999(显示位数设为5时)
- 单位: 峰值电压 V、峰值电流 A、峰值功率 W
- 单位前缀: m、k或M

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

可选择的单元由机型决定C。选择单元时请确认机型。

- 1、2或3: 显示单元1、2、3的测量值。
- Σ: 显示(-----)，取代测量值。

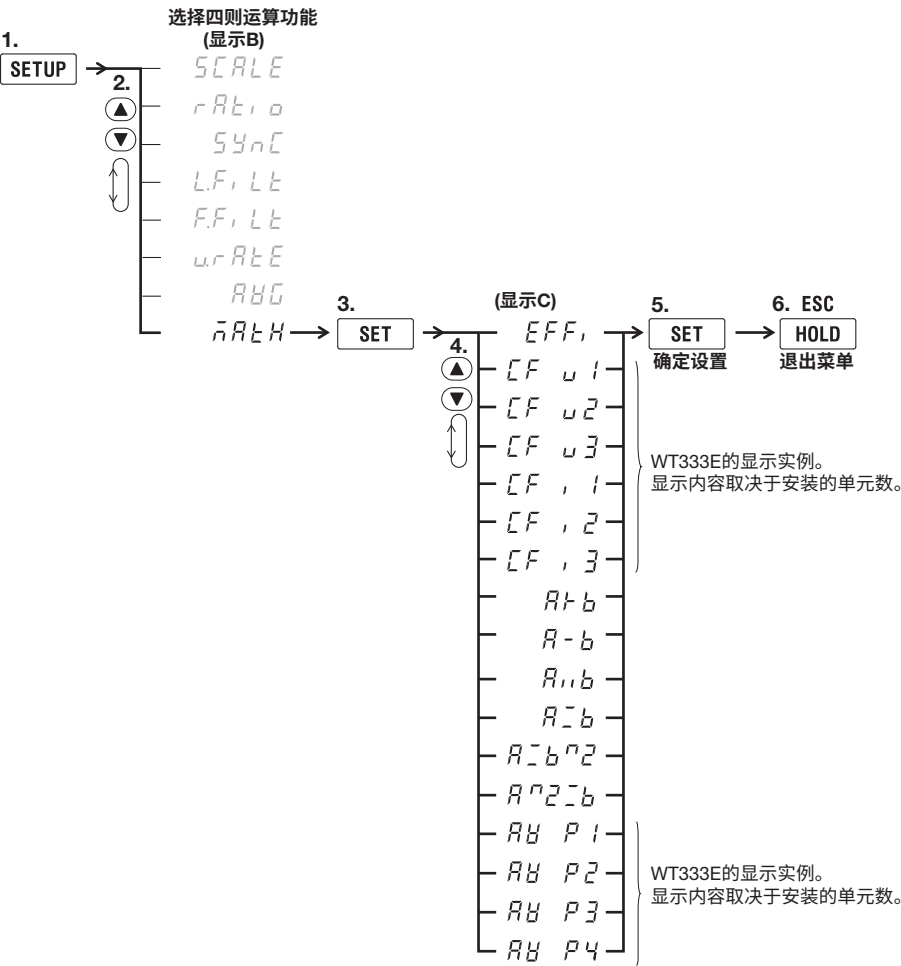
4.5 显示效率(WT332E/WT333E)、峰值因数、四则运算结果和平均有功功率

WTVIEWERFreePlus

步骤

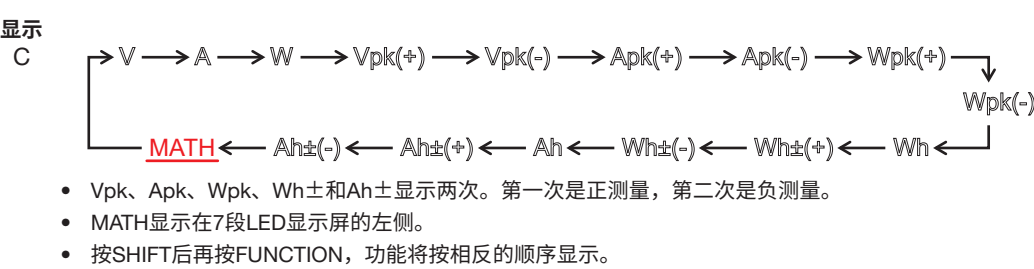
运算功能

按下图菜单中的粗线操作。



显示功能

按显示C的FUNCTION键，选择MATH(运算功能)。
每按一次FUNCTION，按以下顺序切换显示功能。



当显示功能设为MATH时，没有单元指示。
即使按ELEMENT也没用。

说明

运算功能

共有4种运算功能: 效率(仅限WT332E/WT333E)、峰值因数、四则运算和平均有功功率。WT310E/WT310EH的默认设置是峰值因数功能(CF u1)、WT332E/WT333E的默认设置是效率功能(EFFi)。

效率(EFFi; 仅限WT332E/WT333E)

计算被测设备的效率。

效率公式

- WT332E
WT332E/WT333E将单元1测得的有功功率P1作为变换器一次侧输入的有功功率，单元3测得的有功功率P3作为变换器二次侧消耗的功率，计算效率。



公式

$$\text{效率} = \frac{P3}{P1} \times 100 (\%)$$

- WT333E
WT333E将单元2测得的有功功率P2作为变换器一次侧输入的有功功率，单元1和3测得的有功功率P1和P3作为变换器二次侧消耗的功率，计算效率。



公式

$$\text{效率} = \frac{P1+P3}{P2} \times 100 (\%)$$

提示

上述公式中的分母小于等于额定量程的0.0001%时，效率显示错误 (“Error”)。

峰值因数(CF U、CF I)

本仪器采用峰值除以有效值的方式求取电压或电流的峰值因数。

峰值因数的公式和显示内容

- CF u1: 显示(U1峰值)/(U1有效值)的计算结果。
- CF u2: 显示(U2峰值)/(U2有效值)的计算结果(仅限WT333E)。
- CF u3: 显示(U3峰值)/(U3有效值)的计算结果(WT332E和WT333E)。
- CF i1: 显示(I1峰值)/(I1有效值)的计算结果。
- CF i2: 显示(I2峰值)/(I2有效值)的计算结果(仅限WT333E)。
- CF i3: 显示(I3峰值)/(I3有效值)的计算结果(WT332E和WT333E)。

提示

- 当有效值跌至0.5%或以下(峰值因数6或6A时, 1%)时, 峰值因数会显示错误(“Error”)。
 - 即使测量模式选择VOLTAGE MEAN或DC, 也可以计算峰值因数。
-

四则运算

可以执行6种不同的运算($A + B$ 、 $A - B$ 、 $A \times B$ 、 $A \div B$ 、 $A^2 \div B$ 、 $A \div B^2$)。

显示A和显示B的值用于运算, 运算结果显示在显示C。

$A + B$: $A + B$

$A - B$: $A - B$

$A \times B$: $A \times B$

$A \div B$: $A \div B$

$A \div B^2$: $A \div B^2$

$A^2 \div B$: $A^2 \div B$

提示

- 显示符号的含义如下。

$+$: + (加法)

$-$: - (减法)

$\times$: $\times$ (乘法)

$\div$: $\div$ (除法)

$^$: ^ (指数)

- 当显示A显示的功能是积分经过时间(TIME), 计算结果将显示(-----), 没有数据。
 - 除法时, 如果显示B功能的值小于等于额定值的0.0001%, 运算值显示错误(“Error”)。
-

例

A+B: 显示显示A与显示B相加的结果(总功率)。

运算例:

显示A	显示B	显示C	接线方式
P1	P2或P3	P1+P2 或P1+P3	任意



A-B: 显示显示A与显示B相减的结果(功率损耗)。

运算例1:

显示A	显示B	显示C	接线方式
P1	P3	P1-P3	任意



运算例2:

显示A	显示B	显示C	接线方式
$P\Sigma(=P1+P3)$	P2	$P\Sigma-P2$	3P3W



运算例3:

显示A	显示B	显示C	接线方式
P2	$P\Sigma(=P1+P3)$	$P2-P\Sigma$	3P3W



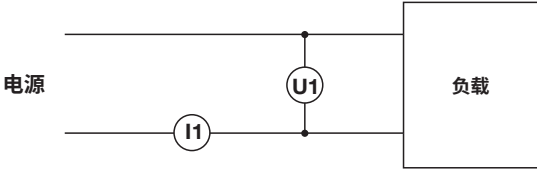
4.5 显示效率(仅限WT332E/WT333E)、峰值因数、四则运算结果和平均有功功率

A×B: 显示显示A与显示B相乘的结果。
当希望在显示A显示VA(视在功率S)以外的功能，在显示C显示视在功率S时，该功能非常有用。
运算例:

显示A	显示B	显示C	接线方式
U1rms	I1rms	U1rms × I1rms	任意

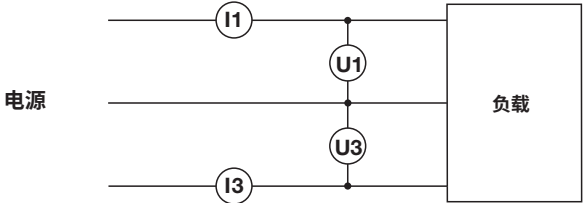
A÷B: 显示显示A与显示B相除的结果。
计算阻抗绝对值时
运算例1:

显示A	显示B	显示C	接线方式
U1rms	I1rms	$ Z = \frac{U1rms}{I1rms}$	任意



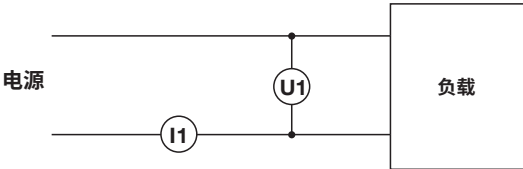
计算三相接线的线电压比和线电流比时
运算例2:

显示A	显示B	显示C	接线方式
U1rms	U3rms	$\frac{U1rms}{U3rms}$	3P3W
I1rms	I3rms	$\frac{I1rms}{I3rms}$	



A÷B²: 显示显示A与显示B的平方相除的结果。
计算阻抗(Z)、电阻(R)或电抗(X)
运算例:

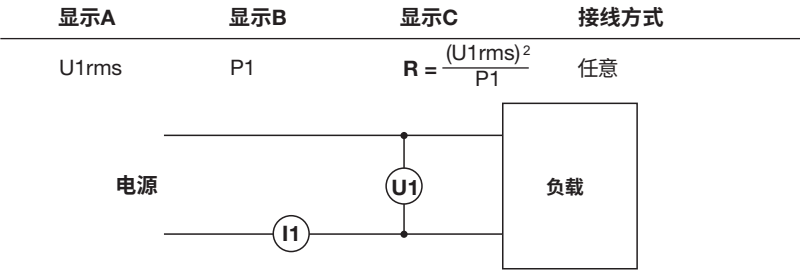
显示A	显示B	显示C	接线方式
S1 (VA)	I1rms	$ Z = \frac{S1}{(I1rms)^2}$	任意
P1 (W)	I1rms	$R = \frac{P1}{(I1rms)^2}$	
Q1 (var)	I1rms	$ X = \frac{Q1}{(I1rms)^2}$	



A²÷B: 显示显示A的平方与显示B相除的结果。

计算电阻时(R)

运算例:



积分时的平均有功功率(AV P)

计算积分时间内的平均有功功率。本仪器采用瓦时(积分功率)除以积分时间的方式计算平均有功功率。

积分时的平均有功功率(W) = $\frac{\text{瓦时(Wh)}}{\text{积分时间(h)}}$

积分时的平均有功功率的运算公式和显示内容

- AV P1: 显示单元1的瓦时(WP1)与积分时间相除的结果。
- AV P2: 显示单元2的瓦时(WP2)与积分时间相除的结果(仅限WT333E)。
- AV P3: 显示单元3的瓦时(WP3)与积分时间相除的结果(WT332E和WT333E)。
- AV P4: 显示单元Σ的瓦时(WPΣ)与积分时间相除的结果(WT332E和WT333E)。
* 瓦时WPΣ的值取决于接线方式。结果与4.1节表中的“P”换成“WP”后的计算结果相同。

提示

此运算功能只在积分期间(积分中或取消积分后)有用。如果重置积分，瓦时和积分时间的值会变成零，结果显示(-----)，没有数据。关于积分详见第5章。

显示功能

当选择MATH时，指定运算(效率、峰值因数、四则运算或平均有功功率)的结果显示在显示C上。
只有WT332E/WT333E可以计算效率。

最大值显示、单位和单位前缀

- **最大值显示(显示范围)**
 - 效率: 0.000~99.999至100.00~999.99(%)
 - 其他运算(峰值因数、四则运算和平均有功功率): 99999
- **单位**
 - 平均有功功率: 单位是W，但不出现显示屏上。
 - 效率: 单位是%，但不出现显示屏上。
 - 峰值和四则运算: 没有单位
- **单位前缀**
 - 四则运算和平均有功功率: m、k或M
 - 其他运算(效率和峰值因数): 没有前缀

显示功能设为MATH时，没有单元指示。
即使按ELEMENT也没用。

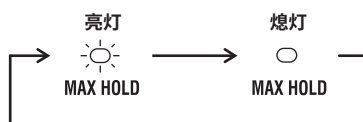
4.6 设置最大值保持功能

WTViewerFreePlus

步骤

按**SHIFT+CURRENT**(MAX HOLD)，打开/关闭最大值保持。

每按一次SHIFT+CURRENT(MAX HOLD)，最大值保持功能在打开与关闭间切换。



说明

最大值保持

保持最大值保持功能启用期间的最大值。如果测量得到的值比当前保持值更大，将保持较大值。

可以保持以下最大值。默认设置是oFF。

U(电压)、I(电流)、P(有功功率)、S(视在功率)、Q(无功功率)、U+pk/U-pk(峰值电压)、I+pk/I-pk(峰值电流)、P+pk/P-pk(峰值功率)

- on: MAX HOLD指示灯亮灯，启用最大值保持功能。
- oFF: MAX HOLD指示灯灭灯，禁用最大值保持功能。

提示

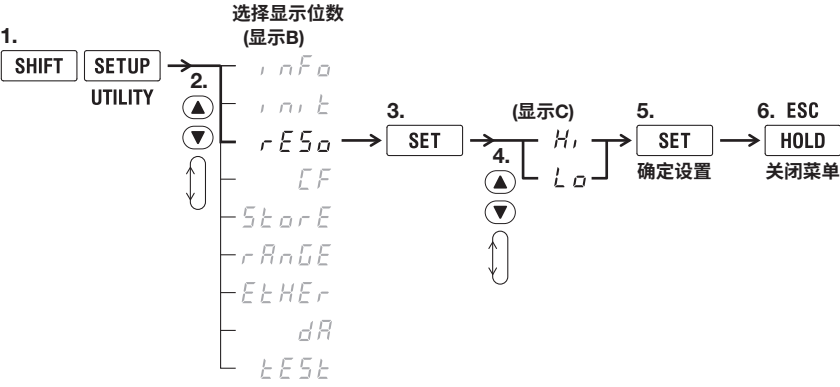
D/A输出、通信输出的值也是被保持的最大值。

4.7 设置显示位数

WTVIEWERFreePlus

步骤

按下图菜单中的粗线操作。



说明

显示位数

可以选择显示功能(除相位角、积分值、积分时间以外)的最大显示位数。默认设置是Hi。

- Hi: 显示5位(99999)。
- Lo: 显示4位(9999)。

提示

- 根据电压量程和电流量程的组合以及自动增位，实际显示数位可能比最大显示位数少。
- 相位角、积分值和积分时间不受本节显示位数设置的影响。相关内容请参照相关章节。

5.1 积分功能

可以执行有功功率积分(瓦时)和电流积分(安时)。
积分期间可以显示积分值(瓦时或安时)、积分时间以及其他测量或运算值。
此外，还可以分别显示正积分值和负积分值。显示正方向消耗的瓦时(安时)和负方向返回电源的瓦时(安时，仅限测量模式设为DC时)。

积分模式

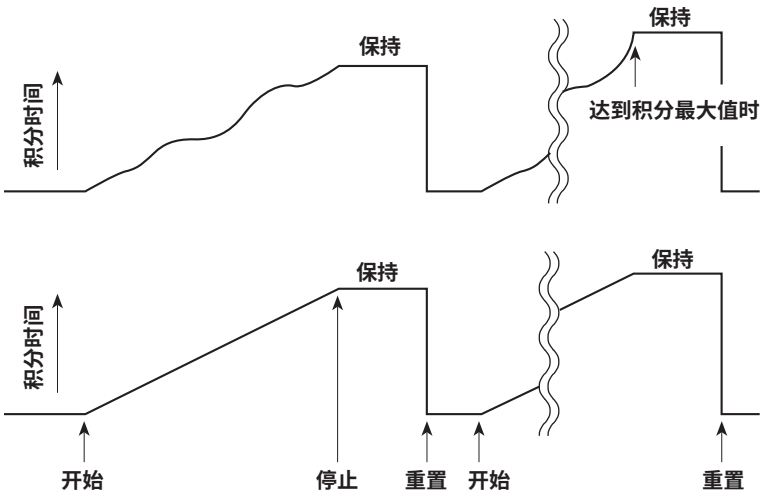
共有以下3种积分模式。

积分模式	开始	停止	重复
手动积分模式	操作键	操作键	---
标准积分模式	操作键	按定时器时间或操作键停止	---
循环(重复)积分模式	操作键	操作键	按定时器时间重复积分

手动积分模式

当积分模式设为标准积分模式(nor)，积分定时器设为00000:00:00时，本仪器以手动积分模式执行积分。按START开始积分后，持续积分直到按STOP为止。但是，如果满足以下任一条件，积分停止，积分时间和积分值被保持。

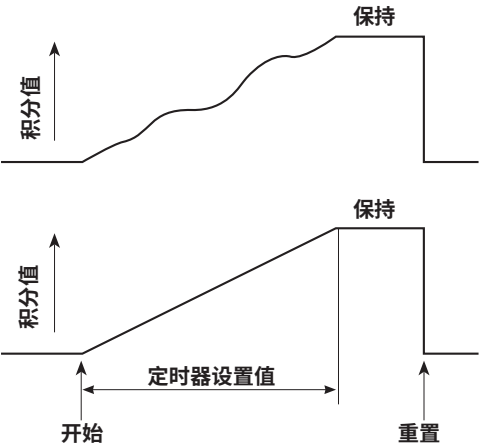
- 积分时间达到最大值(10000小时)。
- 积分值达到最大或最小显示值。



标准积分模式

可以设置相对积分时间(设置定时器)。按START后积分开始。如果满足以下任一条件，积分停止，积分时间和积分值被保持。

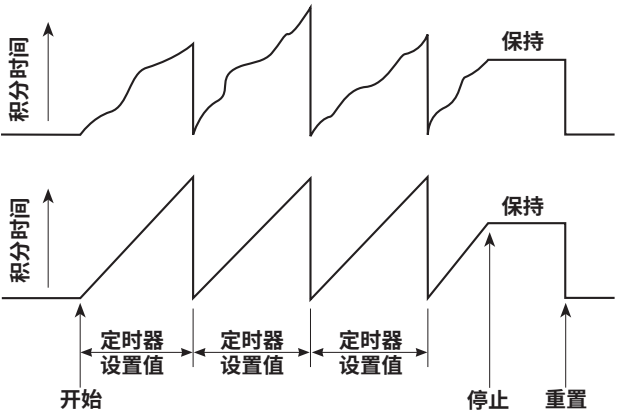
- 到定时器指定时间。
- 按STOP。
- 积分值达到最大或最小显示值。



循环积分模式

可以设置相对积分时间。按START后积分开始。当达到定时器指定时间，积分自动重置并重新开始。重复积分直到按STOP为止。如果在到指定时间前积分值达到最大或最小显示值，积分停止，积分时间和积分值被保持。

- 按STOP。
- 积分值达到最大或最小显示值。



积分方式

使用以下公式。用时间转换显示结果。

功率积分		$\sum_{i=1}^n u_i \cdot i_i$
电流积分	RMS	$\sum_{i=1}^N I_i$
	DC	$\sum_{i=1}^n i_i$

u_i 和 i_i 是瞬时电压和瞬时电流。
 n 是采样数。
 I_i 是每个数据更新周期的测量电流。
 N 是数据更新次数。

在功率积分和电流积分(测量模式设为DC时)下，对瞬时电压和瞬时电流执行积分。当测量模式设为RMS时，对每个数据更新周期(参照2.10节)的测量电流执行积分。

提示

如果停止积分，在上次显示更新的积分值和积分时间停止积分进程。从上次显示更新到停止积分这段时间内的测量值不算入积分。

积分期间的显示分辨率

积分值的显示分辨率通常是99999(计数)。单位MWh或MAh时，显示分辨率可以达到999999(计数)。当积分值变大且达到100000计数时，小数点会自动移动。例如，在9.9999mWh加上0.0001mWh后，显示切换到10.000mWh。

积分值的显示功能

根据选择的显示功能，可以按极性分别显示积分值。

显示功能	测量模式	显示内容
Wh	RMS、VOLTAGE MEAN、DC	正负瓦时总和
Wh $\pm^1$	RMS、VOLTAGE MEAN、DC	正瓦时
Wh $\pm^1$	RMS、VOLTAGE MEAN、DC	负瓦时
Ah	RMS、VOLTAGE MEAN	安时总和
	DC	正负安时总和
Ah $\pm^2$	RMS、VOLTAGE MEAN	总安时(同Ah)
	DC	正安时
Ah $\pm^2$	RMS、VOLTAGE MEAN	显示-0
	DC	负安时

- 1 当显示功能是Wh时，无论是按一次或两次FUNCTION键，显示功能仍会显示Wh $\pm$ 。按一次FUNCTION键切换到Wh $\pm$ 后，显示正瓦时。再按一次FUNCTION键选择Wh $\pm$ 后，显示负瓦时。显示负瓦时时，显示值带“-”。
- 2 当显示功能是Ah时，无论是按一次或两次FUNCTION键，显示功能仍会显示Ah $\pm$ 。按一次FUNCTION键切换到Ah $\pm$ 后，显示正安时。再按一次FUNCTION键选择Ah $\pm$ 后，显示负安时。显示负安时时，显示值带“-”。

提示

- 显示负积分值时，因为要带“-”显示，所以最小积分显示值变成-99999MWh/MAh。
- 在积分开始到重置的这段时间内，其他功能的更改操作会受限。详见5.4节。

通过外部信号控制积分(选件)

安装D/A输出选件(/DA4或/DA12)的机型，可以使用远程控制功能通过外部信号开始、停止和重置积分。关于远程控制功能，请参照入门指南IM WT310E-02CN的5.2节。

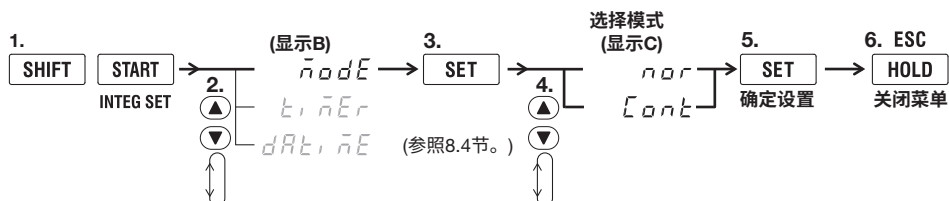
5.2 设置积分模式和定时器

WTVIEWERFreePlus

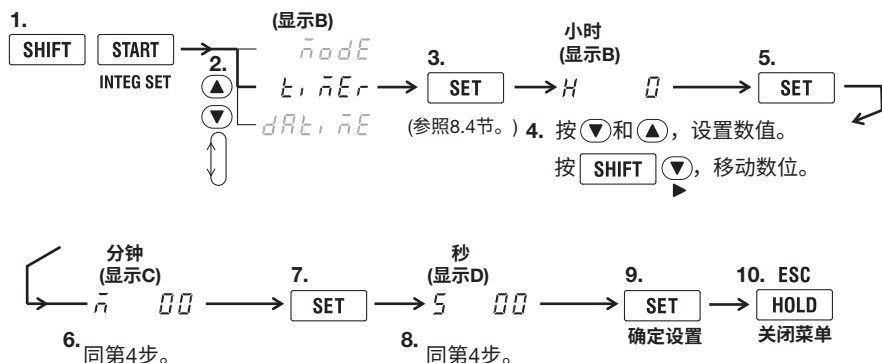
步骤

按下图菜单中的粗线操作。

积分模式



积分定时器



说明

积分模式

可以从以下选项中选择积分模式。默认设置是nor。

- nor: 设置手动或标准积分模式时选择此项。
本仪器会根据积分定时器的设置自动判断合适的模式。
- 当积分定时器设为0.00.00时，模式设为手动积分模式。
- 当积分定时器设为0.00.00以外的值时，模式设为标准积分模式。
- Cont: 设置重复积分模式时选择此项。

积分定时器

设置积分时间。设置范围是0.00.00(0小时0分0秒)~10000.00.00(10000小时0分0秒)。默认设置是0.00.00。

- 0.00.00: 当积分模式设为nor时，本仪器设为手动积分模式。当积分模式设为Cont，尝试开始积分后本仪器会显示错误，积分不能被执行。
- 0.00.01~10000.00.00: 设置标准积分模式或重复积分模式的积分时间。可以在积分模式菜单选择标准积分模式或重复积分模式。

5.3 显示积分值

WTVIEWERFreePlus

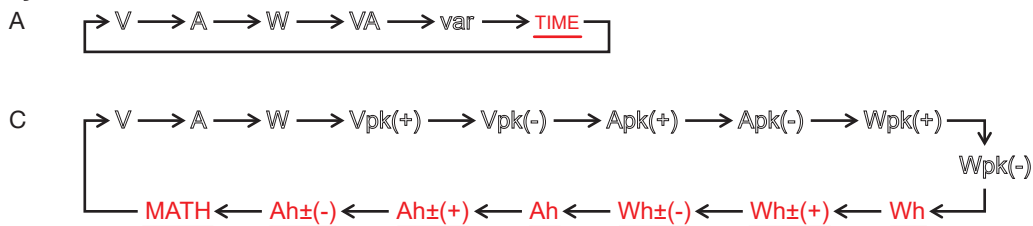
步骤

显示功能

按显示A或C的**FUNCTION**键，选择TIME(积分时间)、Wh/Wh±(积分功率)、Ah/Ah±(电流积分)或MATH(积分时的平均有功功率)。

每按一次FUNCTION，按以下顺序切换显示功能。

显示



- Vpk、Apk、Wpk、Wh±和Ah±显示两次。第一次是正测量，第二次是负测量。
- MATH显示在7段LED显示屏的左侧。
- 按SHIFT后再按FUNCTION，功能将按相反的顺序显示。

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

按显示C的**ELEMENT**键，选择要显示的单元。

输入单元的选择步骤与4.1节的步骤相同。

WT310E和WT310EH只有一个输入单元，没有可以选择的其他单元。

开始和停止积分

1. 按START。

START键亮灯，积分开始。积分值(或积分时的平均有功功率)显示在显示C内，积分时间显示在显示A内。

START

2. 按HOLD。

HOLD键亮灯，显示值被保持。

HOLD

3. 测量值被保持时按HOLD。

HOLD键灯熄灭，保持状态解除，积分结果显示被更新。

HOLD

4. 测量值被保持时按SHIFT+HOLD(SINGLE)。

本仪器执行单次测量，更新显示，保持新的显示值。

SHIFT

HOLD
SINGLE

5. 按STOP。

积分停止。START键灯熄灭，STOP键亮灯。显示的积分值被保持。

STOP

6. 按**SHIFT+STOP(RESET)**可以重置积分。
STOP键灯将熄灭，显示A、C显示连字符号(-----)。



说 明

显示功能

- 显示要在显示屏上显示的测量功能。
- TIME: 显示经过的积分时间。
 - Wh: 显示总瓦时WP。
 - Wh±: 显示正、负瓦时。正瓦时是WP+，负瓦时是WP-。
 - Ah: 显示总安时q。
 - Ah±: 显示总安时或显示正、负安时。正安时是q+，负安时是q-。
 - MATH: 当运算功能设为积分时的平均有功功率，显示积分期间的平均有功功率。

最大显示值、单位和单位前缀

- 最大值显示
经过的积分时间: 10000
积分值: 99999(单位是MWh或MAh时, 999999)或显示负值时, 为-99999。
- 单位: 积分功率(瓦时) Wh、积分电流(安时) Ah
- 单位前缀: m、k或M(积分值)

积分时间的显示和分辨率

用最高9位显示积分时间的小时、分和秒。本仪器在显示A中显示积分时间。因为显示A的最大显示位数是6位，所以有时候不能完全显示积分时间的所有位数。
根据积分时间，显示的时间位数变化如下。

积分时间	显示A的显示	显示分辨率
0 ~ 99h59m59s	0.00.00 ~ 99.59.59	1秒
100h ~ 9999h59m59s	100.00 ~ 9999.59	1分
10000小时	10000	1小时

提示

- 关于Wh、Wh±、Ah、Ah±详见5.1节。
- 关于积分时的平均有功功率详见4.5节。
- 本仪器通过相加每个数据更新周期内的测量值计算并显示积分值，与最大值保持功能无关。

输入单元(仅限WT332E/WT333E)

可选择的单元取决于机型。选择单元时请确认机型。

- 1、2或3: 显示单元1、2或3的积分结果。
- Σ : 显示所有安装单元的积分总和。总和运算公式取决于接线方式。运算公式与4.1表中的“P”换成“WP”或“q”后的公式相同。

提示

当显示A的显示功能是TIME(经过的积分时间)时，显示A没有指示灯。即使按显示A的ELEMENT键也没用。

开始和停止积分

开始积分

积分开始后，有功功率(瓦时)的积分运算和电流(安时)的积分运算也随之开始。

提示

数据更新周期设为Auto时，不能使用积分功能。

保持显示值

- 当积分被保持时，显示不更新，但是积分继续在仪器内部进行。因为UPDATE指示灯会跟随内部数据的更新而闪烁，所以会一直闪烁。当解除显示值的保持后，将显示解除时间点的积分结果(积分值和积分时间)。
- 关于显示值与START/STOP键的关系，请参照5.4节。

停止积分

如果停止积分，在上次显示更新的积分值和积分时间停止积分进程。从上次显示更新到停止积分这段时间内的测量值不进行积分。

重置积分

- 积分被重置后，积分值回到积分开始前的状态。
- SHIFT+STOP(RESET)键在积分停止后有效。
- 关于显示值与START/STOP键的关系，请参照5.4节。

积分溢出时的显示

- 当积分值达到最大值(999999MWh/MAh)或最小值(-999999MWh/MAh)时，积分停止，保持此时显示的积分结果。
- 当经过的积分时间达到最大积分时间(10000小时)时，积分停止，保持此时显示的积分结果。
- 当发生积分溢出时，START键和STOP键都亮灯。

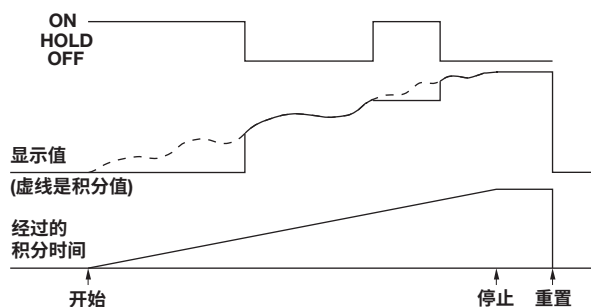
5.4 积分使用提示

积分保持与START/STOP键之间的关系

按HOLD键保持显示后，虽然积分结果显示和通信输出被保持，但是积分仍在继续。积分保持与START/STOP键的关系如下所述。

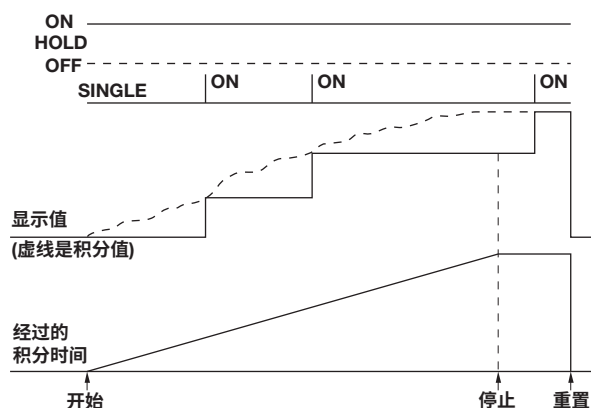
- 显示保持时开始积分

显示和通信输出不变。如果解除保持或者执行单次测量(按SHIFT+HOLD(SINGLE))，显示并通信输出该时间点的积分结果。



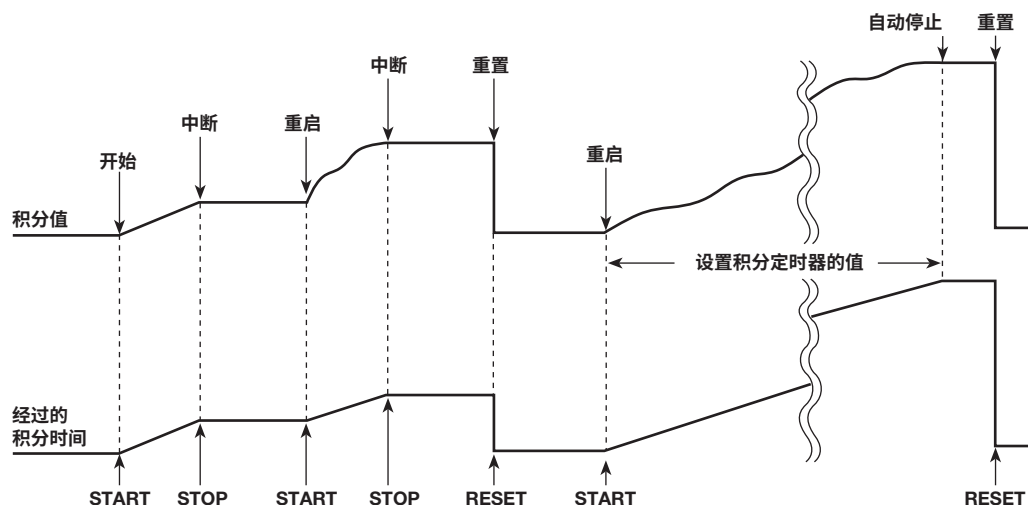
- 显示保持时停止积分

显示和通信输出的值保持保持时的值不变。如果解除显示值的保持或者执行单次测量，显示并通信输出积分停止时的积分结果。



重置积分与START/STOP键之间的关系

关系如下图所示。



积分期间断电时的数据

- 即使在积分期间发生断电，积分结果也会保留在存储器中。断电后如果电源恢复，本仪器将处于以下状态。
 - 积分处于停止状态。
 - START与STOP键都亮灯。
 - 显示到断电发生时间点的积分结果。
- 电源恢复后，不能马上重启积分。请先重置再开始积分。

电源恢复后的积分重启功能

电源恢复后的积分重启功能设为ON后，如果积分期间断电后又重新恢复电源，可以重启积分操作。

说明

如果此功能设为ON、并且在积分执行期间(START键亮灯)或积分暂停期间(STOP键亮灯)断电后又重新恢复电源，本仪器将执行以下操作。

- 显示断电前的积分结果，本仪器进入积分暂停状态(STOP键亮灯)。
- 可以通过START键或命令重启积分。
- 重启后的积分数据将加到断电前的积分结果之上。

将此功能设为ON

边按**SHIFT+FUNCTION A+VOLTAGE**键，边打开电源。

显示启动信息“WT300E/SYSTEM/START”后，所有LED亮灯。

一直按着上述操作键，直到所有LED亮灯。

然后，显示“OPT.01/ON”。

将此功能设为OFF

此功能打开状态下执行以上操作后，将关闭此功能。

此时，显示“OPT.01/OFF”。

检查此功能的On/Off状态

在菜单上按顺序选择**UTILITY(SHIFT+SETUP)** → “inFo” → “Ver”。

如何从菜单上选择，请参照8.1节。

此功能设为ON时，显示D将显示“OPT.01”。

积分时对变更设置的限制

积分期间可变更的设置如下所示。

	START 键 STOP 键	积分状态	
		积分重置	正在积分
		正在积分	积分暂停
		亮灯	灭灯
		灭灯	亮灯
功能			
测量模式	Yes	No	No
接线方式(限WT332E/WT333E)	Yes	No	No
测量量程	Yes	No ¹	No ¹
比例	Yes	No	No
峰值因数	Yes	No	No
测量同步源	Yes	No	No
输入滤波器	Yes	No	No
数据更新周期	Yes	No	No
平均	Yes ²	No	No
保持	Yes	Yes	Yes
单次	Yes	Yes	Yes
显示功能	Yes	Yes	Yes
输入单元(限WT332E/WT333E)	Yes	Yes	Yes
最大值保持	Yes	Yes	Yes
显示位数	Yes	Yes	Yes
积分			
积分模式	Yes	No	No
积分定时器	Yes	No	No
开始	Yes	No	Yes
停止	×	Yes	No
重置	Yes	No	Yes
谐波测量(选件)			
显示的ON/OFF	Yes	Yes	Yes
PLL源	Yes	No	No
测量次数	Yes	No	No
失真率的运算公式	Yes	No	No
存储	Yes	Yes	Yes
零电位补偿	Yes	No	No

- Yes: 设置可以改变。
 - No: 设置不能改变。尝试改变时会出现错误代码。
- 1 可以通过自动量程功能改变量程，但不能进行手动操作。
- 2 开始积分后，平均被禁用。即使积分停止并重置，也不能启用平均。

自动量程功能和量程跳跃

在自动量程状态下开始积分时，积分时将一直启用自动量程。

- 启用自动量程后，电压和电流的测量量程将根据输入信号大小自动进行切换。
- 关于量程自动升档或降档条件，请参照2.3节。

同样，开启自动量程功能后，可以启用量程跳跃，跳过不用的量程，本仪器在启用的测量量程间切换。详情请参照2.6节。

提示

当输入周期不规则的脉冲波形时，可能无法保持稳定量程。此时，请使用固定量程。

因自动量程发生量程变化时的数据补偿

在自动量程功能正在切换量程时不执行测量。量程确定好后，首个测量值和不测量期间将被追加到积分值里。

- 量程升档时
在满足量程升档条件之前的积分值上立即追加量程确定后的首个测量数据，每次升档最多可追加3次。
- 当量程降档时
在满足量程降档条件之前的积分值上立即追加量程确定后的首个测量数据，每次降档最多可追加2次。

因自动量程发生量程变化时的确认方法

在积分期间，发生因自动量程功能而导致的量程变化时，经通信输出的量程信息前会带连字符号“-”。

测量值超过测量限值时的积分运算(固定量程时)

当采样的瞬时电压或瞬时电流约超过量程的333%(峰值因数6或6A时，666%)时，这些超出的值将处理成量程333%(峰值因数6或6A时，约666%)的值。

电流输入较小时的积分

当测量模式是RMS或VOLTAGE MEAN且输入电流小于等于额定量程的0.5%(峰值因数6或6A时，1%)时，将电流值当作零进行积分。

积分的有效频率范围

采样率约为100kHz。积分的有效电压/电流信号的频率如下表所示。

积分项目		积分的有效频率范围
有功功率		DC~45kHz
电流	测量模式是RMS时	DC、由数据更新周期决定的下限频率~45kHz
	测量模式是VOLTAGE MEAN时	DC、由数据更新周期决定的下限频率~45 kHz
	测量模式是DC时	DC~45kHz

6.1 谐波测量功能

之前章节介绍了电压、电流和功率的常规测量。本章将介绍谐波测量功能。
使用谐波测量功能可以计算各次谐波(最高50次)的: (1)电压、电流和有功功率; (2)谐波失真因数; (3)相对基波(1次谐波)的相位角。此外, 还可以计算基波和谐波的电压有效值、电流有效值、功率有效值, 以及总失真因数(THD)。

显示项目

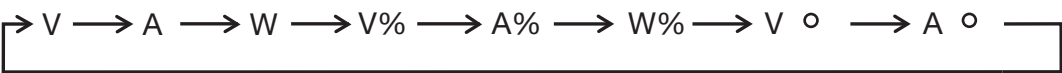
本仪器显示电压、电流和有功功率的谐波成分。根据显示功能设置, 显示A、B、C和D的变化如下。

显示
A



显示功能关闭: 显示谐波次数(1~50)
显示功能 V、A、W: 显示1~50次的电压、电流和有功功率的总有效值(运算值)。

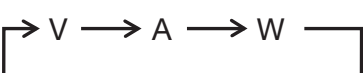
显示
B



显示功能

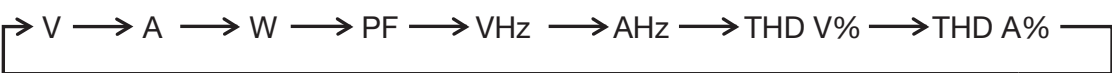
- V : 显示显示A中谐波次数的电压的测量值。
- A : 显示显示A中谐波次数的电流的测量值。
- W : 显示显示A中谐波次数的有功功率的测量值。
- V % : 显示显示A中谐波次数的电压的失真因数。
- A % : 显示显示A中谐波次数的电流的失真因数。
- W % : 显示显示A中谐波次数的有功功率的失真因数。
- V ° :
 - 当显示A显示1次谐波时(基波)
显示1次电流相对基波电压的相位角。
 - 当显示A显示2~50次谐波时
显示谐波电压相对基波电压的相位角。
- A ° :
 - 当显示A显示基波时
显示1次电压相对基波电流的相位角(同V°)。
 - 当显示A显示2~50次谐波时
显示谐波电流相对基波电流的相位角。

显示
C



显示功能 V、A、W : 显示1~50次的电压、电流和有功功率的总有效值(运算值)。

显示
D



显示功能

- V、A、W : 显示1~50次的电压、电流和有功功率的总有效值(运算值)。
- PF : 显示基波(1次谐波)的功率因数。
- VHz : 显示电压频率。
- AHz : 显示电流频率。
- THD V % : 显示总电压失真因数。
- THD A % : 显示总电流失真因数。

自动量程操作

显示谐波测量数据时的自动量程操作与常规测量时的操作相同。详见2.3节。

提示

在自动量程模式下如果量程经常变换，PLL源就会丢失，会进行反复再同步。这样本仪器便无法得到正确的测量值，还会导致量程更加不稳定。此时请设置适合测量值的固定量程。

数据更新周期、保持测量值和更新显示数据

内容与常规测量相同。

错误显示

当PLL源的基波频率超出测量量程之外时

PLL源的基波频率范围是10~1200Hz。如果频率不在这个范围内，所有谐波测量将显示无数据(-----)。

提示

谐波测量的谐波频率测量量程与常规测量的频率测量量程相同。详见入门指南IM WT310E-02CN的7.3节。

超量程指示

谐波测量没有超量程指示(---oL-)和测量值过小时的提示。

* 请参照入门指南IM WT310E-02CN的1-12页的“测量值过小时的提示”。

测量中断/无数据显示(连字符号显示)

以下情况会显示连字符号。

- 在显示谐波测量数据期间没有可显示的分析数据时
- 打开谐波测量数据显示后的瞬间
- 当PLL源丢失再重新同步时
- 设置改变后直到采集到首个测量数据
- 当显示A的谐波次数超过由基波频率决定的测量谐波上限值时

平均

如果平均类型设为EP(指数平均)，就用指定的衰减常数执行平均。

混淆现象的影响

本仪器没有反混淆滤波器。在以下情况下会发生混淆错误。

基波频率f(Hz)	发生混淆现象的条件
$10 \leq f < 75$	存在512次或更高次谐波成分
$75 \leq f < 150$	存在256次或更高次谐波成分
$150 \leq f < 300$	存在128次或更高次谐波成分
$300 \leq f < 600$	存在64次或更高次谐波成分
$600 \leq f < 1200$	存在32次或更高次谐波成分

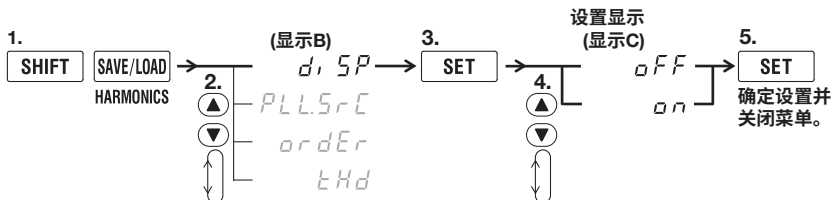
6.2 显示谐波测量数据

WTViewerFreePlus

步骤

打开/关闭谐波测量数据显示

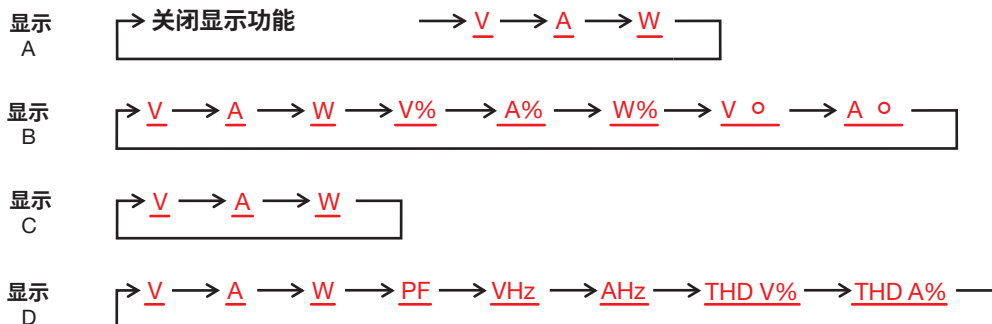
按下图菜单中的粗线操作。



显示功能

按FUNCTION，选择谐波测量数据。

每按一次FUNCTION，按以下顺序切换显示功能。



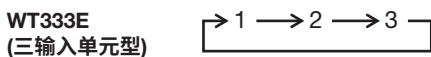
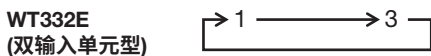
- THD显示在7段LED显示屏的左侧。
- 按SHIFT后再按FUNCTION，功能将按相反的顺序显示。

源单元(仅限WT332E/WT333E)

按ELEMENT选择要显示的单元。

每按一次ELEMENT，按以下顺序切换输入单元。

WT310E和WT310EH只有一个输入单元，没有可以选择的其他单元。



说明

打开/关闭谐波测量数据显示

- on: 打开谐波测量数据显示，HARMONICS指示灯亮灯。
- oFF: 关闭谐波测量数据显示，显示常规测量数据。HARMONICS指示灯灭灯。

显示功能

选择要显示的测量功能。

以下说明适用于谐波测量次数上限值是50次的情况。小于50次时，测量执行到上限值，显示运算结果。

显示A

- 显示功能关闭: 显示谐波次数(1~50)。
- V: 显示1~50次谐波的总电压有效值(运算值)。与以下显示C相同。
- A: 显示1~50次谐波的总电流有效值(运算值)。与以下显示C相同。
- W: 显示1~50次谐波的总有功功率有效值(运算值)。与以下显示C相同。

显示B

- V: 显示显示A中谐波次数的电压的测量值。
- A: 显示显示A中谐波次数的电流的测量值。
- W: 显示显示A中谐波次数的有功功率的测量值。
- V%: 显示显示A中谐波次数的电压的失真因数。当显示位数是5时，显示范围是0.000~99.999至100.00~999.99%。
- A%: 显示显示A中谐波次数的电流的失真因数。当显示位数是5时，显示范围是0.000~99.999至100.00~999.99%。
- W%: 显示显示A中谐波次数的有功功率的失真因数。当显示位数是5时，显示范围是0.000~99.999至100.00~999.99%。
- V°:
 - 当显示A显示1次谐波(基波)时
显示基波电流相对基波电压的相位角。当电流滞后电压时，值前面带G显示；当电流超前电压时，带d显示。
 - 当显示A显示2~50次谐波时
显示谐波电流相对基波电压的相位角。当谐波滞后基波时，值前面带(-)显示。显示范围是-180.0~180.0°。
- A°:
 - 当显示A显示1次谐波(基波)时
内容同上述V°。
 - 当显示A显示2~50次谐波时
显示谐波电流相对基波电流的相位角。当谐波滞后基波时，值前面带(-)显示。显示范围是-180.0~180.0°。

显示C

- V: 显示1~50次谐波的总电压有效值(运算值)。
- A: 显示1~50次谐波的总电流有效值(运算值)。
- W: 显示1~50次谐波的总有功率有效值(运算值)。

公式

$$V=\sqrt{\sum_{k=1}^n(U_k)^2}$$

$$A=\sqrt{\sum_{k=1}^n(I_k)^2}$$

$$W=\sum_{k=1}^n P_k$$

- U_k、I_k、P_k: 1~50次电压、电流、有功功率的谐波成分
- k: 测量次数
- n: 测量次数上限值，由PLL源的基波频率决定。

显示D

- V: 显示1~50次谐波的总电压有效值(运算值)。与显示C相同。
- A: 显示1~50次谐波的总电流有效值(运算值)。与显示C相同。
- W: 显示1~50次谐波的总有功率有效值(运算值)。与显示C相同。
- PF: 显示基波(1次谐波)的功率因数。
- VHz: 显示电压频率。
- AHz: 显示电流频率。
- THD V%: 显示电压失真因数。共有2个公式，详见6.3节。显示范围是0.000~99.999至100.00~999.99%。
- THD A%: 显示电流失真因数。共有2个公式，详见6.3节。显示范围是0.000~99.999至100.00~999.99%。

提示

- 如果按显示A的FUNCTION键，把显示功能设为V、A或W，显示A将显示与显示C、D相同的测量项目，如V、A或W。
- 最大显示值、显示范围、单位和单位前缀等内容，本节没有提及时与常规测量相同。

源单元(仅限WT332E/WT333E)

设置要显示谐波测量数据的单元。可选择的单元类型取决于机型。选择时请先确定机型。

- 1/2/3: 显示单元1、2或3的测量数据。

提示

如果谐波测量数据显示设为ON(打开)，即使按ELEMNT键，单元显示也不会移到Σ。

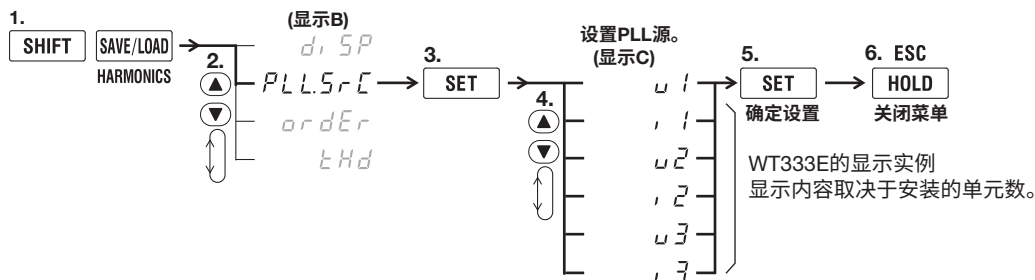
6.3 设置PLL源、测量谐波次数、THD公式

WTVIEWERFreePlus

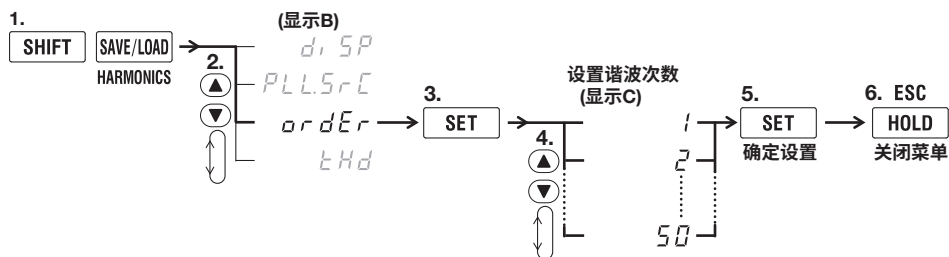
步骤

按下图菜单中的粗线操作。

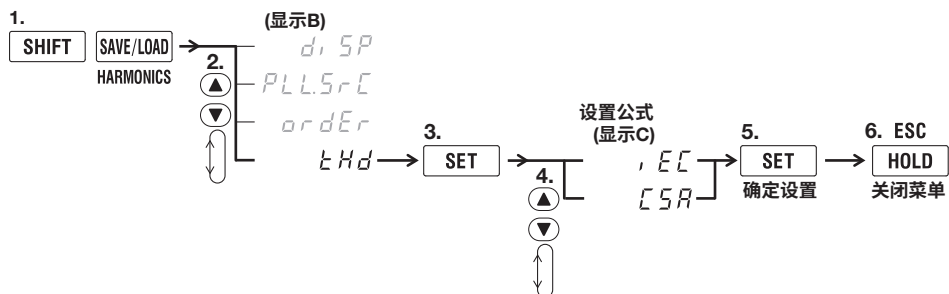
PLL源



测量次数



THD公式



说明

PLL源

设置用于决定基波频率的PLL(Phase Locked Loop; 频率同步)源，基波频率是谐波测量的测量次数的基准。默认设置是U1。

请确保指定信号的周期与谐波测量源波形的周期相同。选择失真或波动较小的输入信号作为PLL源可以使谐波测量更稳定。

- U1: PLL源设为单元1的电压。
- I1: PLL源设为单元1的电流。
- U2: PLL源设为单元2的电压(仅限WT333E)。
- I2: PLL源设为单元2的电流(仅限WT333E)。
- U3: PLL源设为单元3的电压(WT332E和WT333E)。
- I3: PLL源设为单元3的电流(WT332E和WT333E)。

提示

- 如果因信号波动或失真导致无法测量PLL源的基波频率，那么也无法得到正确的测量结果。建议将PLL源设为电压信号，它的失真比电流信号要小。
- 如果基波频率在200Hz或以下且包含高频成分，建议打开频率滤波器(截止频率为500Hz)。
- 如果作为PLL源的输入信号的振幅电平相比额定量程较小，PLL源可能失效。请改变测量量程，使得PLL源的振幅电平至少超过额定量程的50%(峰值因数6或6A时，100%)。

测量谐波次数

可以在2~50次范围内设置测量谐波次数。但是，范围由基波(1次谐波)频率决定。这是因为分析次数上限值取决于基波频率。默认设置是50次。

例

- 当基波频率为50Hz时，最高到50次。
- 当基波频率为1.2kHz时，最高到4次。

提示

- 当谐波次数超过指定的上限值时，显示B显示连字符号(-----)。
- 关于测量谐波次数的上限值，详见入门指南IM WT310E-02CN的7.3节。

THD公式

从以下选择THD公式。默认值是IEC。
以下说明适用于谐波测量次数上限值是50次的情况。小于50次时，测量执行到上限值。

- IEC: 计算2~50次谐波有效值与基波(1次)有效值的比率。
- CSA: 计算2~50次谐波有效值与1~50次谐波有效值的比率。

公式

IEC

$$\left[\sqrt{\sum_{k=2}^n (C_k)^2} \right] / C_1 \times 100$$

CSA

$$\left[\sqrt{\sum_{k=2}^n (C_k)^2} \right] / \left[\sqrt{\sum_{k=1}^n (C_k)^2} \right] \times 100$$

- C_1 : 基波(1次谐波)成分
- C_k : 基波或谐波成分
- k : 测量谐波次数
- n : 测量谐波次数的上限值，由PLL源的基波频率决定。

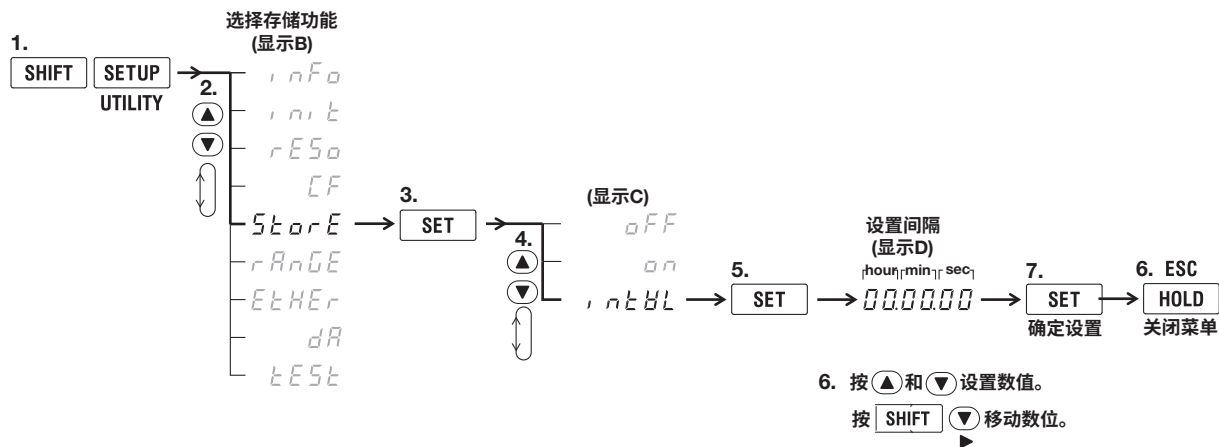
7.1 存储测量数据

WTVIEWerFreePlus

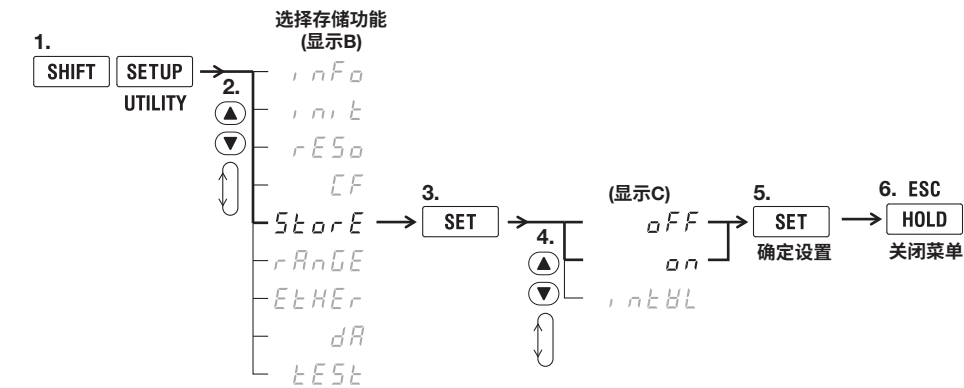
步骤

按照下图菜单中的粗线操作。

测量数据的存储间隔



打开/关闭测量数据存储



说明

存储测量数据

可将测量数据存储到内部存储器。

存储项目

存储所有的测量数据、运算数据、积分数据和频率(电压和电流)。
安装了谐波测量选件时，如果谐波数据显示设为ON(6.2节)，将存储包含谐波测量的所有测量数据、运算数据、积分数据和频率(电压和电流)。

7
存储测量数据、保存、读取设置参数

可存储块数

1个显示更新周期内的所有数据作为1个块保存。数据数与输入单元的安装数量有关。因此，型号不同，可存储块数也不同。

可存储到内部存储器的块数如下所示：

型号	常规测量数据	常规测量数据+谐波测量数据*
WT310E、WT310EH	9000块	700块
WT332E	4000块	300块
WT333E	3000块	200块

* 安装谐波测量选件且谐波数据显示设为ON时。

停止存储

以下情况下将停止存储。

- 上述存储块全满时；
- 存储设为“oFF”时(存储过程中)

提示

- 已存储的测量数据不能在本仪器屏幕上调出。
- 通过通信功能，可以将已存储的测量数据传输到PC并在PC上查看。详见通信接口操作手册IM WT310E-17EN。

存储间隔

设置重复存储的时间间隔。默认值为00.00.00。

- 设置范围: 00.00.00(00小时00分00秒) ~ 99.59.59(99时59分59秒)

设为00.00.00时，存储间隔与指定的数据更新间隔相同。

打开/关闭存储

设置存储间隔后，选择是否打开存储功能，默认值是oFF。

- on: 存储开始，存储过程中STORE指示灯闪烁。
- oFF: 存储停止，STORE指示灯熄灭。

提示

- 停止存储后如果重新开始存储，内部存储器中的数据将被覆盖。
- 以下操作将会删除已存储的数据：
 - 关闭电源。
 - 初始化设置(5.2节)。
 - 读取设置参数(7.2节)。
- 如果基波频率很高，谐波测量数据不到50次谐波，不存在的谐波数据将显示为无数据(“no-data”)。
- 存储数据中，除测量量程以外其他测量条件都不能更改。
- 存储数据时，如果按HOLD键保持显示，测量操作和存储间隔时间计数将被保持(暂停)，数据存储也被保持。执行积分时，本仪器将在内部继续执行测量和积分。
- 打开最大值保持功能(4.6节)时，U(电压)、I(电流)、P(有功功率)、S(视在功率)、Q(无功功率)、U+pk/U-pk(电压峰值)、I+pk/I-pk(电流峰值)、P+pk/P-pk(功率峰值)的显示值将保持最大值。D/A输出和通信输出等的值也将保持最大值。已存储的测量数据也保持最大值。
- 存储数据时，请勿改变最大值保持功能的设置。
- 如果数据更新周期设为Auto，则不能保存测量数据。

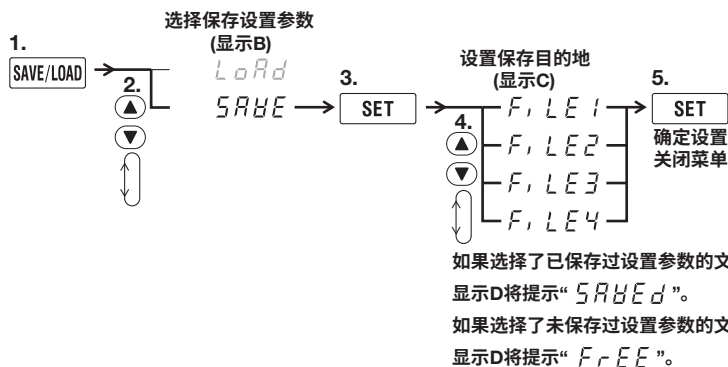
7.2 保存/读取设置参数

WTVIEWERFreePlus

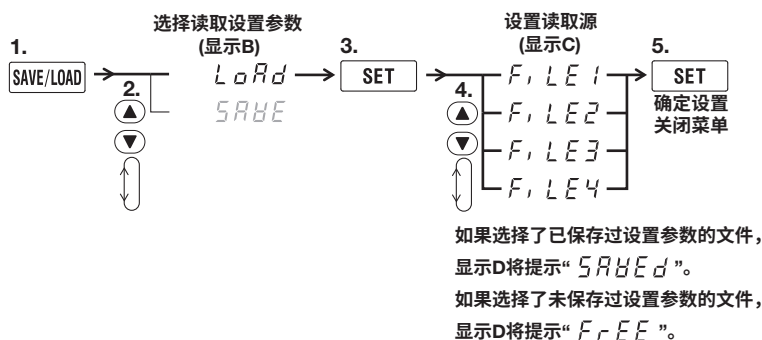
步骤

按照下图菜单中的粗线操作。

保存设置参数



读取设置参数



说明

保存设置参数

可以在内部存储器中保存4套设置参数，保存目的地分别设到FILE1、FILE2、FILE3、FILE4。以下当前设置参数将被保存。

测量量程、测量模式、测量同步源、比例设置、平均设置、输入滤波器设置、最大值保持打开/关闭设置、运算设置、显示位数、显示更新周期、峰值因数、积分设置、谐波设置、存储设置、通信设置等等。

提示

- 文件中如果有之前保存的数据，显示D将提示“SAVED”。此时，按SET键将覆盖之前保存的设置参数。
- 设置参数不与测量数据保存在同一内部存储器中。
- 已保存的设置参数由电池备份。关于锂电池的续航能力，详见入门指南IM WT310E-02CN的5.3节。

读取设置参数

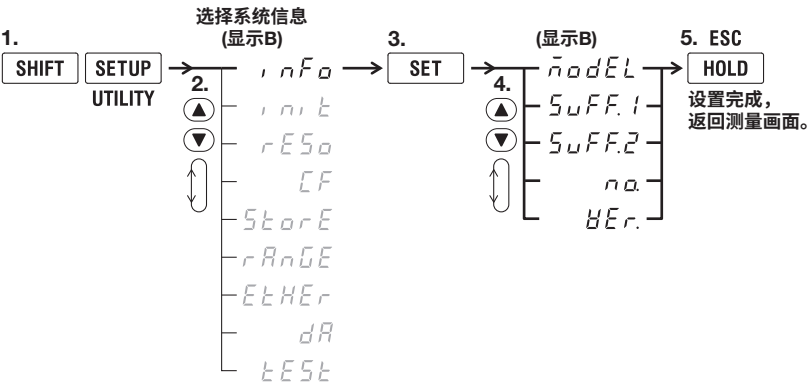
可以读取保存的设置参数并恢复设置。本仪器按照已读取的设置参数对仪器进行各项设置。读取设置数据后，本仪器开始测量。

8.1 查看系统信息

WTViewerFreePlus

步骤

按照下图菜单中的粗线操作。



说明

系统信息

可以显示本仪器的相关信息，具体如下。

项目	含义
Model	型号
Suff.1	后缀代码
Suff.2	后缀代码的其余部分
No.	仪器编号
Ver.	固件版本

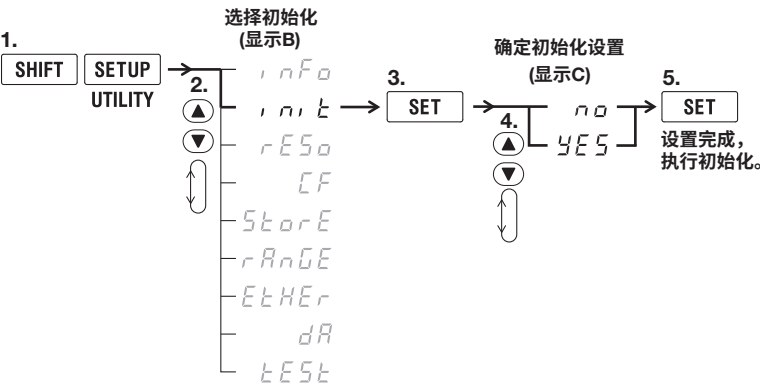
关于型号和后缀代码，详见入门指南IM WT310E-02CN的第ii页。

8.2 初始化设置

WTVIEWERFreePlus

步骤

按照下图菜单中的粗线操作。



说明

初始化设置参数

可以初始化设置参数，使其返回出厂默认值。要取消所有的设置或者要重新开始执行测量时，此功能非常有用。出厂默认设置具体如下。

项目	默认设置
显示A	显示功能: V、输入单元: 1
显示B	显示功能: A、输入单元: 1
显示C	显示功能: W、输入单元: 1
显示D	显示功能: PF、输入单元: 1
显示位数	Hi(5位)
数据更新周期	0.25s
	设为Auto时
	同步源
	WT310E/WT310EH: U1
	WT332E/WT333E: I1
	超时: 1s
线路滤波器	OFF
频率滤波器	OFF
测量同步源	WT310E/WT310EH: VoLt(电压)
	WT332E/WT333E: Curr(电流)
测量量程	自动量程
测量量程跳跃	OFF
测量模式	RMS
接线方式(仅限WT332E/WT333E)	1P3W
保持	OFF
最大值保持	OFF
比例	V:1.000、C: 1.000、F: 1.000
	比例ON/OFF: OFF
外部电流传感器比例常数	10.00
平均	平均类型: Lin(移动平均)、平均系数: 8
	平均ON/OFF: OFF
峰值因数	3
MATH公式	WT310E/WT310EH: 电压峰值因数
	WT332E/WT333E: 效率
频率	输入单元1的电压频率和电流频率
积分	重置条件、积分模式: 手动
	积分定时器设置时间: 0小时00分00秒
谐波测量(选件)	PLL源: U1、总谐波失真公式: iEC、最大测量谐波次数: 50
	谐波测量数据显示ON/OFF: OFF
存储	间隔: 0小时00分00秒、存储ON/OFF: OFF
D/A输出(选件)	输出项目: 默认常规测量项目、额定积分时间: 0小时00分00秒

项目	默认设置
GP-IB	地址: 1
RS-232	握手方式: 0、数据格式: 0、波特率: 9600、终端器: Cr+Lf
以太网(选件)	DHCP: ON DHCP设为OFF时 IP地址: 192.168.0.100 子网掩码: 255.255.255.0 默认网关: 192.168.0.1
命令模式	WT300E

不能返回出厂默认值的项目

- 通信相关设置(GP-IB、RS-232、以太网和命令模式)

数据

- 已存储的测量数据
初始化设置时，已存储的测量数据将丢失。
- 设置参数
存储在内存中的设置参数不会因初始化而丢失。

提示

确保所有设置可以返回默认值以后，再对本仪器执行初始化。初始化以后，不能撤销。在初始化本仪器之前，建议先保存好设置参数(详见7.2节)。

通过通信命令执行初始化

通过通信命令(*RST命令)初始化设置参数时，与上述用UTILITY键执行初始化是一样的。

打开电源时执行初始化

按SET键的同时打开电源开关后，本仪器将按照默认设置启动仪器。
按住SET键，直到所有亮灯的LED灭灯(入门指南IM WT310E-02CN的2-10页“开机信息”第2步之前)。
包括通信设置在内的所有设置参数都将被初始化。
此时将出现“CodE.3”，提示设置已被初始化，这不是仪器故障。

8.3 执行零电平补偿

WTVIEWERFreePlus 

步 骤

按SHIFT+SINGLE (CAL)，执行零电平补偿。

SHIFT

SET

CAL

说 明

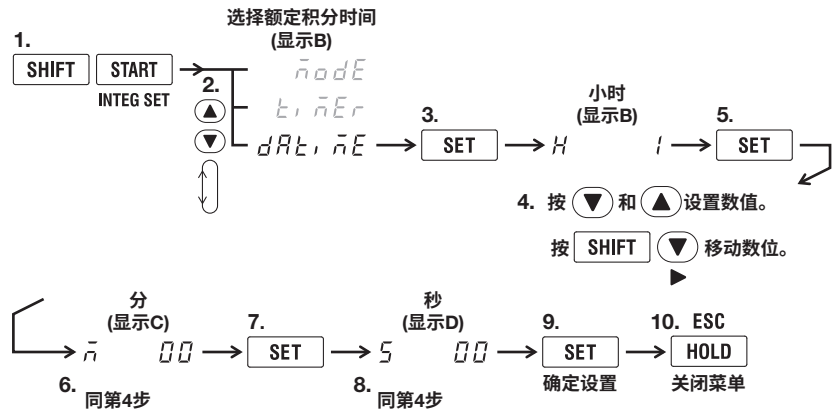
零电平补偿

零电平补偿是指通过本仪器内部电路创建一个输入信号为零的状态，并将此刻电平设为零电平。本仪器自动执行零电平补偿，以使设备达到规格指标(详见入门指南IM WT310E-02CN的第7章)。改变测量量程后会自动执行零电平补偿。

提示

- 为确保准确的测量，建议将仪器预热半小时以后再执行零电平补偿。另外，周围温度应保持平稳并在指定范围内(详见入门指南IM WT310E-02CN的第7章)。
- 如果测量量程保持长时间不变，零电平会随仪器环境的变化而变化。此时，建议对仪器执行零电平补偿。

额定积分时间



说明

D/A输出

可以用±5VFS的直流模拟电压输出电压、电流、有功功率、视在功率、无功功率、功率因数、相位角、频率、电压峰值、电流峰值和积分值。

通道数

通道数取决于已安装选件的规格。

- WT310E/WT310EH的/DA4选件: 4通道
- WT332E/WT333E的/DA12选件: 12通道

输出格式

可以选择预设的输出格式，也可以自定义格式。

使用默认设置

输出预设(默认)的项目时，选择此设置。

常规测量的默认值: dFLt-n

输出常规测量值时选择此设置，输出设置如下。

	后缀代码	/DA4		/DA12	
	产品名称	WT310E	WT310EH	WT332E	WT333E
输出通道	ch1	U1		U1	U1
	ch2	I1		-	U2
	ch3	P1		U3	U3
	ch4	fU		UΣ	UΣ
	ch5	1		I1	I1
	ch6			-	I2
	ch7			I3	I3
	ch8			IΣ	IΣ
	ch9			P1	P1
	ch10			-	P2
	ch11			P3	P3
	ch12			PΣ	PΣ

- 1 不能设置这些通道。
- 2 数字表示输入单元1、2和3。

积分默认值: dFLt-i
输出积分值时选择此设置，输出设置如下。

	后缀代码	/DA4		/DA12	
	产品名称	WT310E	WT310EH	WT332E	WT333E
输出通道	ch1	P1		P1	P1
	ch2	WP1		-	P2
	ch3	q1		P3	P3
	ch4	fU		PΣ	PΣ
	ch5	1		WP1	WP1
	ch6			-	WP2
	ch7			WP3	WP3
	ch8			WPΣ	WPΣ
	ch9			q1	q1
	ch10			-	q2
	ch11			q3	q3
	ch12			qΣ	qΣ

- 1 不能设置这些通道。
- 2 数字表示输入单元1、2和3。

设置原始输出格式

可以为每个输出通道设置输出项目(输出功能和单元)。

输出功能(设置D/A输出格式步骤说明第8步中的区域A)

可以选择以下项目。
u(电压U)、i(电流I)、P(有功功率P)、VA(视在功率S)、
VAr(无功功率Q)、PF(功率因数λ)、dEG(相位角Φ)、
uFrq(电压频率fU)、iFrq(电流频率fI)、
uP(电压峰值Upk)、iP(电流峰值Ipk)、
Ph(瓦时之和Wp)、Ph+(正瓦时Wp+)、Ph-(负瓦时Wp-)、
Ah(安时之和q)、Ah+(正安时* q+)、Ah-(负安时* q-)、MATH(运算)
----(0V D/A输出; 无单元设置)

* 关于正安时，详见5.1节“积分值的显示功能”。

单元(设置D/A输出格式步骤说明第10步中的区域B)

产品名称	单元
WT310E或WT310EH	1
WT332E	1、3或4
WT333E	1、2、3或4

单元编号4表示Σ。

额定积分时间

在积分值的D/A输出中，本仪器假设在指定时间内连续输入的额定值(与测量量程相同的值)为100%，此时D/A输出为5V。

默认设置为1.00.00(1小时0分0秒)。

- 量程: 0.00.00(00小时00分00秒) ~ 10000.00.00(10000小时00分00秒)

额定积分时间设为0.00.00时，D/A输出值将变为0V。

关于积分的D/A输出测量值和电压之间的关系，详见“输出项目和D/A输出电压之间的关系”。

提示

- 最大值保持功能(详见操作手册IM WT310-01CN的4.6节)打开时，显示下一个项目的最大保持值(MAX值)。最大保持值(MAX值)也是D/A输出值。
电压、电流、有功功率、视在功率、峰值电压、峰值电流
- 输入电压、电流和功率的额定量程值时，按100%(5V)执行各个输出项目的D/A输出。
- 给电压、电流或功率设置比例系数(VT比、CT比或功率系数)且将比例功能设为ON，当比例测量值与比例额定值(测量量程×比率系数)相同时，本仪器将按100%(5V)执行D/A输出。
- 即使每个单元设定了不同的比例常数且将单元设为Σ，向各单元输入额定量程值时，本仪器将按100%(5V)执行D/A输出。
- 所有运算功能的D/A输出为0V，以下项目除外。
效率、积分时的平均有功功率

D/A输出的量程模式(Range Mode)

可以从以下选项中选择D/A输出的量程模式。默认设置是Fixed(固定)。

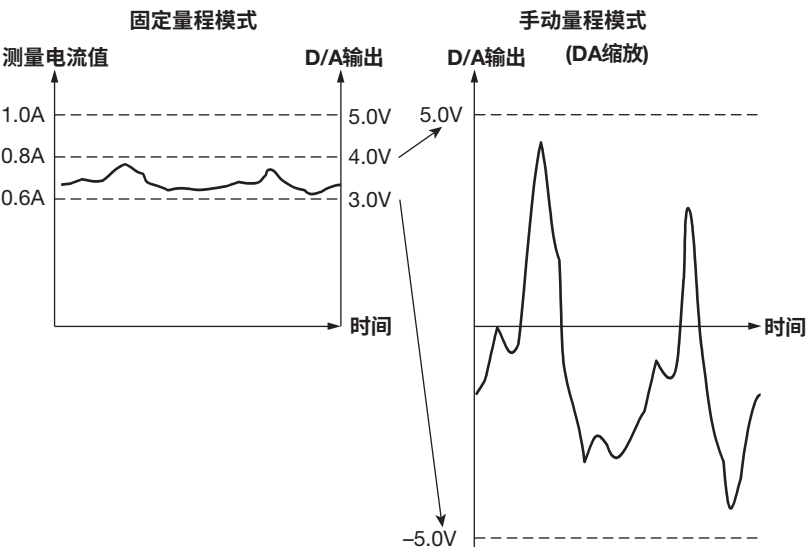
通过通信接口发送通信命令，可以设置此功能，不能在本仪器的显示菜单上进行设置。详情请参照通信接口操作手册(IM WT310E-17EN)。

Fixed(固定量程模式)

输入测量功能的额定值后，输出+5V。详见8-10页“输出项目和D/A输出电压之间的关系”。

Manual(手动量程模式)

D/A输出时，可以任意设置输出-5V和+5V时的测量功能显示值。通过此设置，可以放大或缩小(缩放)每通道的D/A输出。例如，测量(1A量程)在0.6A ~ 0.8A之间波动的电流时，D/A输出的量程模式设为Fixed、D/A输出电压将在3.0V ~ 4.0V之间波动。如果要更进一步观测这一波动，可以使用D/A缩放功能。如果将D/A输出的量程模式设为Manual(手动)，并将最小值设为0.6、最大值设为0.8，本仪器将在测量电流值为0.6A时输出-5V、在测量电流值为0.8A时输出+5V。



Compare (比较器模式)

通过与比较器限值的比较，本仪器输出+5V、0V或-5V的电压。如要像WT210/WT230比较器功能一样换为继电器接点输出，请自备继电器和继电器驱动回路。

- 低于下限值: -5V输出
- 下限值以上、上限值以下: 0V输出
- 上限值以上: +5V输出

手动量程模式的最大/最小值、比较器模式的比较上限/下限值

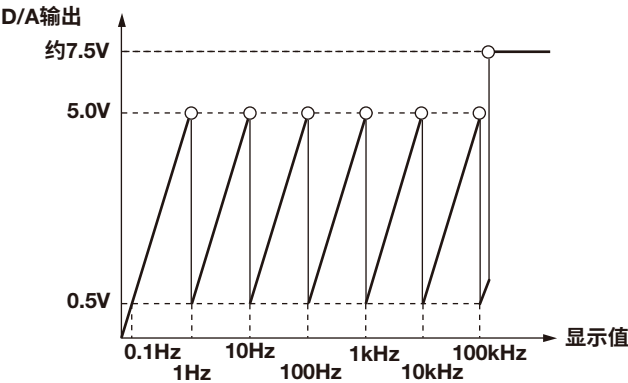
可以在-9.999E+12 ~ 9.999E+12之间选择。

默认设置如下:

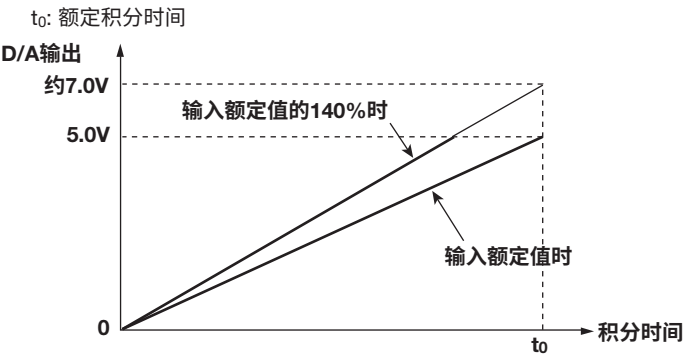
手动量程模式	最大值	100.0
	最小值	-100.0
比较器模式	比较上限值	100.0
	比较下限值	-100.0

输出项目和D/A输出电压之间的关系

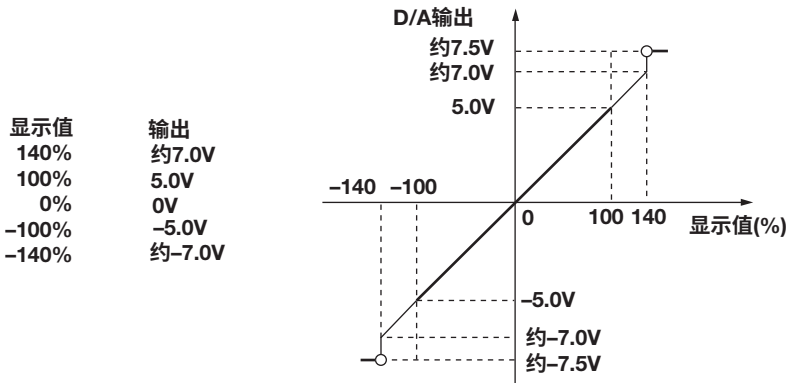
频率



积分值



其它项目



- λ 和 Φ 时，在+5 ~ +7V和-5 ~ -7V范围内不能输出。发生错误时，输出约为±7.5V。
- 运算功能设为效率时，+5V表示100%。
- Upk和Ipk时，±5V表示输入额定量程值的3倍(峰值因数设为6或6A时是6倍)。
- 输出功能选择“----”时，或者没有数值数据时，输出为0V。

8.5 打开键保护

步 骤

键保护

按**SHIFT+INTERFACE**(KEY PROTECT)后，KEY PROTECT指示灯亮灯，除电源开关和KEY PROTECT OFF以外，其它键均无效。



关闭键保护

在键保护状态下，按**SHIFT+INTERFACE**(KEY PROTECT)后，KEY PROTECT指示灯熄灭，所有键恢复使用。



说 明

键保护

可以锁定前面板操作键，以下开关和键除外。

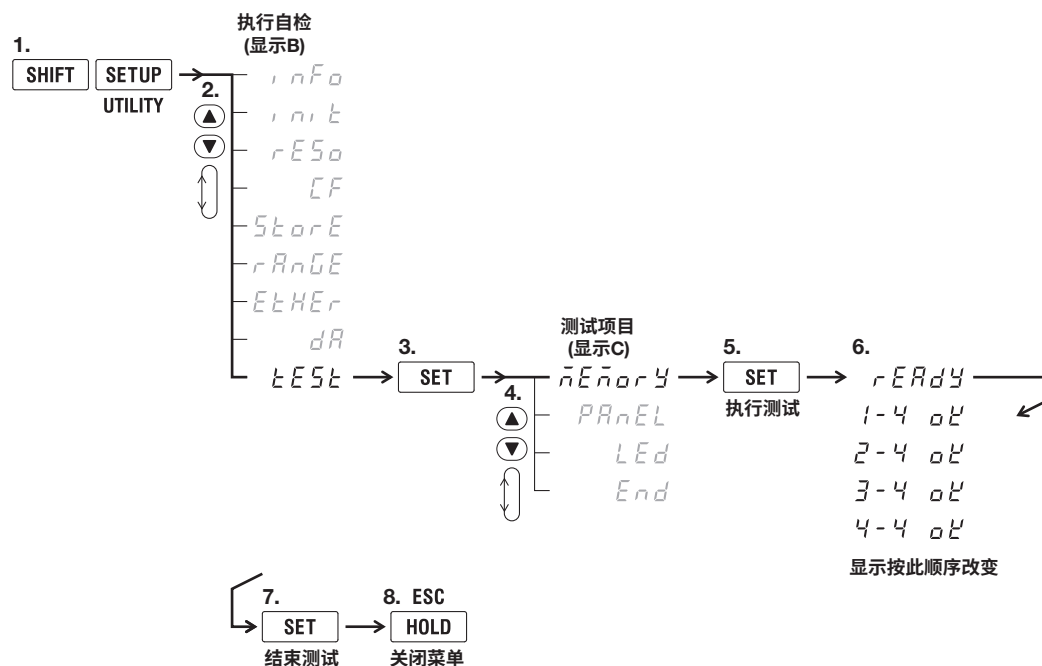
- 电源开关
- KEY PROTECT(键锁定无效)

8.6 执行自检(Selftest)

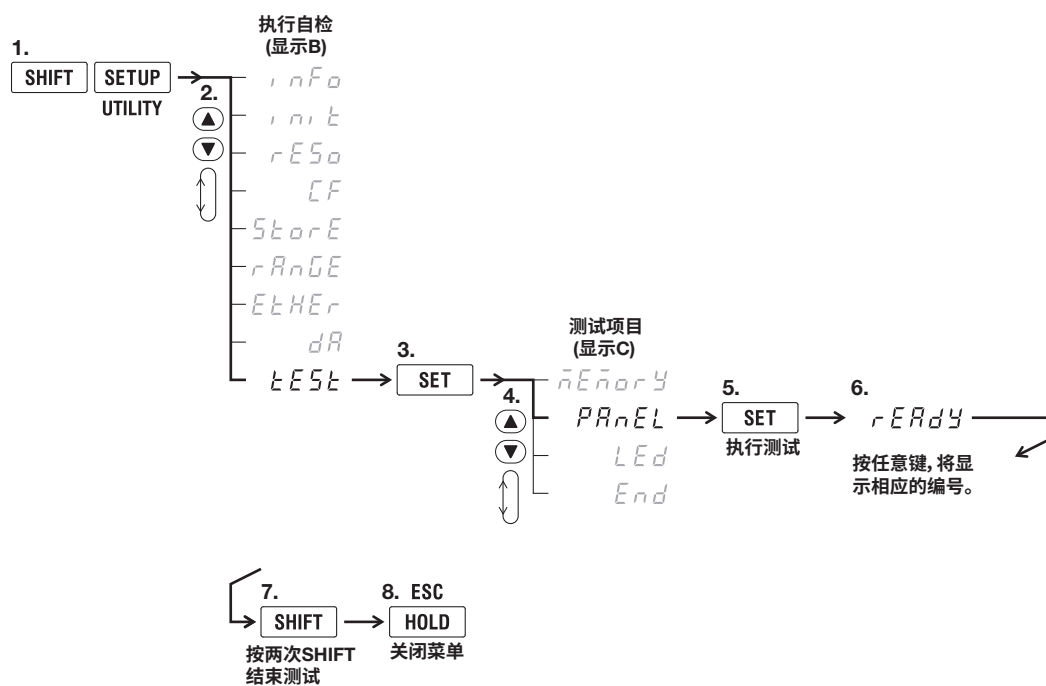
步骤

按照下图菜单中的粗线操作。

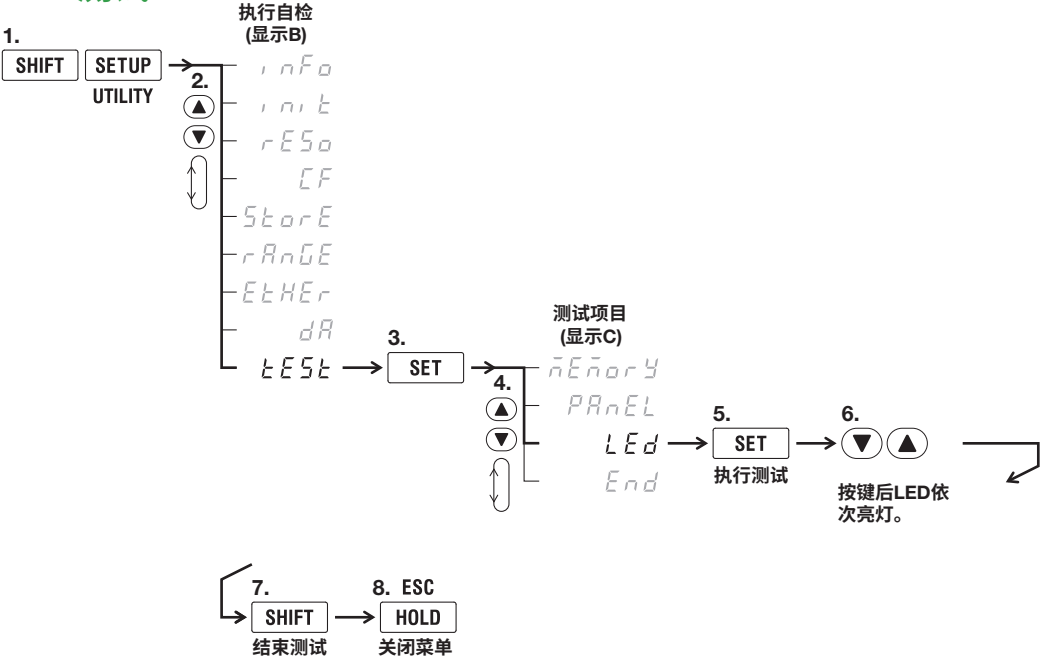
存储器测试



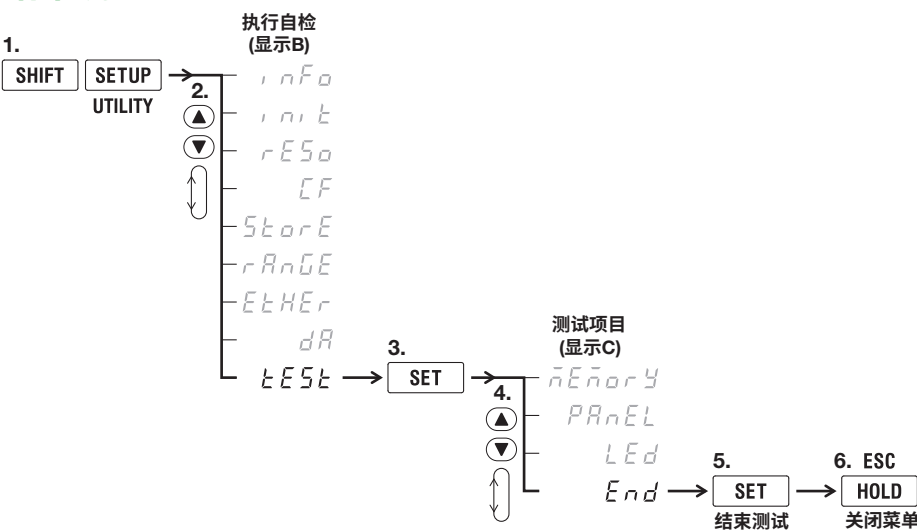
面板键测试



LED测试



结束测试



说 明

自检(Selftest)

可以测试存储器、操作键和LED是否正常。

存储器测试(MEMorY)

存储器测试可以检查内存是否正常。如果按顺序出现以下信息，说明正常。

- rEAdy
- 1-4 oK
- 2-4 oK
- 3-4 oK
- 4-4 oK

面板键测试(PAnEL)

- 面板键测试可以检查前面板操作键是否正常。如果显示相应键编号，说明正常。
- 按两次SHIFT可退出键测试。

LED测试(LEd)

- LED测试可以检查前面板指示灯。按▲▼键后如果前面板LED依次亮灯或熄灭，说明正常。
- 按SHIFT可退出LED测试。

结束自检(End)

自检结束。

自检中发生错误时

任何测试试过几次后，如果仍然提示出错，应立即与横河公司联系。

附录1 测量功能的符号和求法

常规测量的测量功能

(表1/2)

测量功能		运算公式和求法 关于公式符号的相关信息, 请参照下页“提示”。		
电压 U [V] 真有效值 Urms 校准到有效值的整流平均值 Umn 简单平均值 Udc	Urms	Umn	Udc	
	$\sqrt{\text{AVG}[u(n)^2]}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \text{AVG}[u(n)]$	AVG[u(n)]	
电流 I [A] 真有效值 Irms 简单平均值: Idc	Irms		Idc	
	$\sqrt{\text{AVG}[i(n)^2]}$		AVG[i(n)]	
有功功率P [W]		AVG[u(n) • i(n)]		
视在功率S [VA]		从Urms • Irms、Umn • Irms和Udc • Idc中选择		
无功功率Q [var]		$s \cdot \sqrt{S^2 - P^2}$ s在电流超前电压时为-1, 电流滞后电压时为1。		
功率因数λ		$\frac{P}{S}$		
相位差Φ [°]		$\cos^{-1}\left(\frac{P}{S}\right)$ 相位角显示超前(D)和滞后(G)。		
电压频率: fU(FreqU) [Hz] 电流频率: fI(FreqI) [Hz]		通过过零检测测量电压频率(fU)和电流频率(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		电压峰值因数CfU = $\frac{Upk}{Urms}$ Upk= U+pk 或 U-pk , 取两者较大值。 电流峰值因数CfI = $\frac{Ipk}{Irms}$ Ipk = I+pk 或 I-pk , 取两者较大值。		

(下页继续)

(表 2/2)

测量功能		运算公式和求法 关于公式符号的相关信息, 请参照本页“提示”。			
积分	积分时间 [h:m:s] Time	从积分开始到积分结束的时间			
	瓦时 [Wh] WP WP+ WP-	$\left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{u(n) \cdot i(n)\} \right] \cdot \text{Time}$ 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$u(n) \cdot i(n)$之和, WP-是负$u(n) \cdot i(n)$之和。			
	安时 [Ah] rms	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N I(n) \cdot \text{Time}$ I(n)是第n次电流的测量值, N是数据更新次数, 时间单位是小时。			
	q q+ q- dc	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i(n) \cdot \text{Time}$ 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。			
Σ 功能	接线方式	单相3线制 1P3W	三相3线制 3P3W	3电压3电流表法 3V3A	三相4线制 3P4W
	UΣ [V]	(U1 + U3) / 2		(U1 + U2 + U3) / 3	
	IΣ [A]	(I1 + I3) / 2		(I1 + I2 + I3) / 3	
	PΣ [W]	P1 + P3			P1 + P2 + P3
	SΣ [VA]	S1 + S3	$\frac{\sqrt{3}}{2} (S1 + S3)$	$\frac{\sqrt{3}}{3} (S1 + S2 + S3)$	S1 + S2 + S3
	QΣ [var]	Q1 + Q3			Q1 + Q2 + Q3
	WPΣ	WP1 + WP3			WP1 + WP2 + WP3
	WPΣ [Wh] WP+Σ	WP+1 + WP+3			WP+1 + WP+2 + WP+3
	WP-Σ	WP-1 + WP-3			WP-1 + WP-2 + WP-3
	qΣ	q1 + q3			q1 + q2 + q3
	qΣ [Ah] q+Σ	q+1 + q+3			q+1 + q+2 + q+3
	q-Σ	q-1 + q-3			q-1 + q-2 + q-3
	λΣ	$\frac{P\Sigma}{S\Sigma}$			
	ΦΣ [°]	$\cos^{-1} \left(\frac{P\Sigma}{S\Sigma} \right)$			

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输入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UΣ、IΣ、PΣ、SΣ、QΣ、WPΣ和qΣ的运算公式中表示为数字1、2和3。

- 使用本仪器时， 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 时，如果电流相位超前电压， Q 值为负(-)；如果电流相位滞后电压， Q 值为正(+)。 $Q\Sigma$ 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(选件)的测量功能

(表 1/2)

测量功能	运算公式和求法		
	谐波次数		所有成分的真有效值 (总值)
	1 (基波)	2 ~ max (谐波)	
电压U() [V]	$U(k) = \sqrt{U_r(k)^2 + U_j(k)^2}$		$U = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} U(k)^2}$
电流I() [A]	$I(k) = \sqrt{I_r(k)^2 + I_j(k)^2}$		$I = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} I(k)^2}$
有功功率P() [W]	$P(k) = U_r(k) \cdot I_r(k) + U_j(k) \cdot I_j(k)$		$P = \sum_{k=1}^{\max} P(k)$
功率因数λ ()	$\lambda(1) = \frac{P(1)}{S(1)}$	—	—
相位差 ΦU() [°]	I(1)和U(1)之间的相位差	ΦU(k) = U(k)和U(1)之间的 相位差	—
相位差 ΦI() [°]	同上	ΦI(k) = I(k)和I(1)之间的 相位差	—
PLL源的频率 fU、fI [Hz]	设为PLL源的电压或电流的基波频率。		

(下页继续)

提示

- k是谐波次数，r是实数部分，j是虚数部分。
- U(k)、Ur(k)、Uj(k)、I(k)、Ir(k)和Ij(k)用有效值表示。
- max代表最大谐波次数，可以选择自动设置或指定最大测量谐波次数，取二者较小值。
- 谐波测量的测量功能仅限输入单元，不测量Σ功能。

(表 2/2)

测量功能	运算公式和求法	
	失真因数运算式的分母是总值时(CSA)	失真因数运算式的分母是基波时(IEC)
电压的谐波失真因数 Uhdf() [%]	$\frac{U(k)}{U(\text{总值})^*} \cdot 100$	$\frac{U(k)}{U(1)} \cdot 100$
电流的谐波失真因数 Ihdf() [%]	$\frac{I(k)}{I(\text{总值})^*} \cdot 100$	$\frac{I(k)}{I(1)} \cdot 100$
有功功率的谐波失真因数 Phdf() [%]	$\frac{P(k)}{P(\text{总值})^*} \cdot 100$	$\frac{P(k)}{P(1)} \cdot 100$
电压的总谐波失真因数 Uthd [%]	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} U(k)^2}}{U(\text{总值})^*} \cdot 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} U(k)^2}}{U(1)} \cdot 100$
电流的总谐波失真因数 Ithd [%]	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} I(k)^2}}{I(\text{总值})^*} \cdot 100$	$\frac{\sqrt{\sum_{k=2}^{\max} I(k)^2}}{I(1)} \cdot 100$

* $U(\text{总值}) = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} U(k)^2}$, $I(\text{总值}) = \sqrt{\sum_{k=1}^{\max} I(k)^2}$, $P(\text{总值}) = \sum_{k=1}^{\max} P(k)$

提示

- k是谐波次数。
- max代表最大谐波次数，可以选择自动设置或指定最大测量谐波次数，取二者较小值。

附录2 功率基础(功率、谐波和交流回路的RLC)

本节对功率、谐波和交流回路的RLC等基础进行说明。

功率

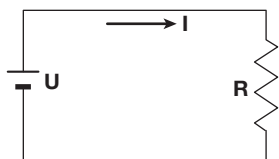
电能可以转变成其他形式能量，如电热器和电气炉的热能、电机转动动能及荧光灯和水银灯的光能等而被使用。对这类负载，电流在单位时间内所做的功(电能)叫电功率(electric power)，单位用W(瓦特)表示。1W等效于1秒钟做1焦耳的功。

直流功率

直流功率P[W]等于电压U[V]和电流I[A]乘积。即，

$$P = UI[W]$$

在下图中，由上述公式求得的电能来自电源，并且每秒钟被电阻R[Ω](负载)所消耗。

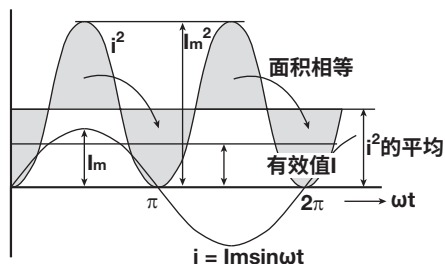


交流

通常，电力公司提供的是波形为正弦波的交流电。可以用瞬时值、最大值、有效值、平均值等来表示电流的大小。但是，通常采用有效值表示。

正弦交流电流瞬时值*i*用 $I_m \sin \omega t$ (I_m 是电流最大值， ω 是角速度且 $\omega = 2\pi f$ ， f 是正弦交流电的频率)表示。交流电流热作用*与 i^2 成比例，变化如下图所示。

* 电流流经电阻，电能转化成热能。



有效值(effective value)是指与交流电流产生相同热作用的直流值。假设产生相同热作用的直流值为*I*，*I*公式如下：

$$I = \sqrt{i^2 \text{ 的1周期的平均}} = \sqrt{\frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} i^2 d\omega t} = \frac{I_m}{\sqrt{2}}$$

由于该值是先将1个周期里的每个瞬时值平方求得它们的平均值后再求平方根，因此通常就用符号“rms”表示有效值。

关于平均值(mean value), 如果只取正弦波1个周期的平均值, 结果将为零。因此要在取绝对值后再进行平均。与有效值一样, 如果将瞬时电流 $i = I_m \sin \omega t$ 的平均值电流设为 I_{mn} , 那么:

$$I_{mn} = |i| \text{ 1周期的平均} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} |i| d\omega t = \frac{2}{\pi} I_m$$

这些关系同样适用于正弦波电压。

正弦波交流的最大值、有效值、平均值之间存在如下关系。峰值因数和波形因数用于说明交流波形的走向。

$$\begin{aligned} \text{峰值因数(crest factor)} &= \frac{\text{最大值}}{\text{有效值}} \\ \text{波形因数(form factor)} &= \frac{\text{有效值}}{\text{平均值}} \end{aligned}$$

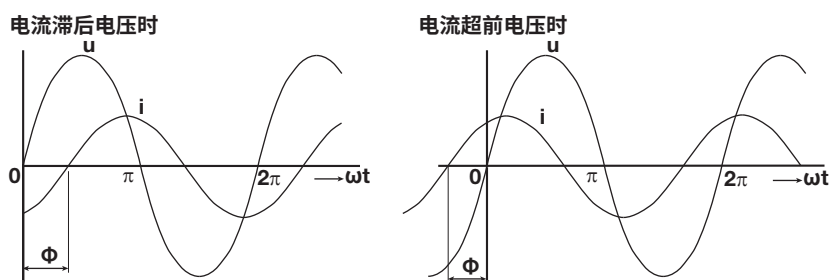
交流信号的矢量表示

通常, 瞬时电压与瞬时电流分别用以下公式表示。

电压: $u = U_m \sin \omega t$

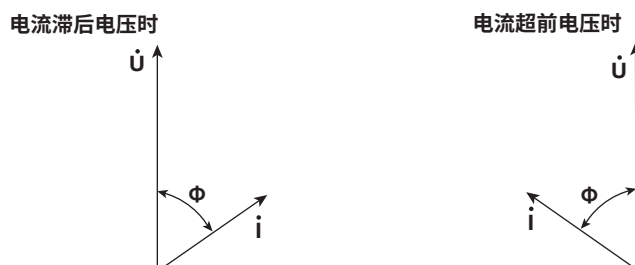
电流: $i = I_m \sin(\omega t - \phi)$

电压与电流间的时间偏移称为相位差, ϕ 为相位角。时间偏移主要产生于供给功率的负载电路。通常, 当负载电路中只含电阻时, 相位差为0; 含电感时, 电流滞后电压; 含电容时, 电流超前电压。



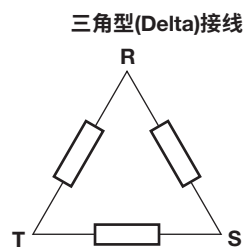
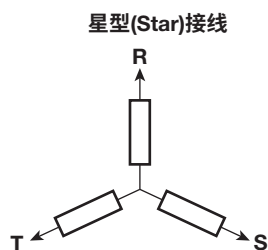
为使电压、电流大小和相位的关系更加清楚明白, 使用矢量表示。以垂直轴的上方为基准, 将逆时针方向的角视为正相角。

为清楚表示矢量, 一般在表示数量的符号上加个小黑点。矢量大小表示有效值。



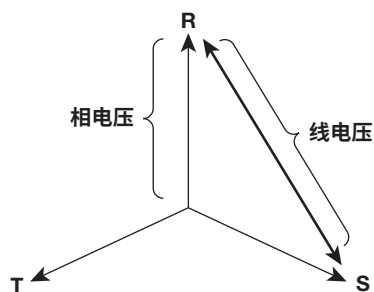
三相交流的接线

通常三相交流的电力线使用星型或三角型连接。



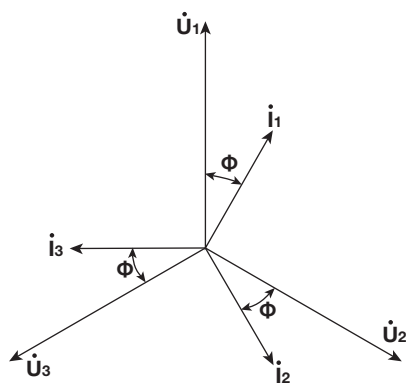
三相交流的矢量表示

典型的三相交流功率，每相电压各偏移 120° 。如果用矢量表示，关系图如下。每相的电压称为相电压，各相间的电压称为线电压。



如果电源或负载使用的是三角接线且没有中性线，就无法测量相电压，但会测量线电压。使用2个单相功率计(2功率计法)测量三相交流功率时，测量线电压。如果各相的相电压大小相等且每相各偏移 120° ，线电压就等于相电压的 $\sqrt{3}$ 倍，相位偏移 30° 。

电流相位滞后电压相位 ϕ° 时，三相交流的相电压和线电流的相位关系用矢量表示如下。



交流功率

因为负载电路中电压与电流间存在相位差，所以无法像直流功率那样简单地求取交流功率。

当瞬时电压 $u = U_m \sin \omega t$ ，瞬时电流 $i = I_m \sin(\omega t - \phi)$ 时，交流的瞬时功率 p 则为：

$$p = u \times i = U_m \sin \omega t \times I_m \sin(\omega t - \phi) = UI \cos \phi - UI \cos(2\omega t - \phi)$$

U 、 I 分别表示电压有效值和电流有效值。

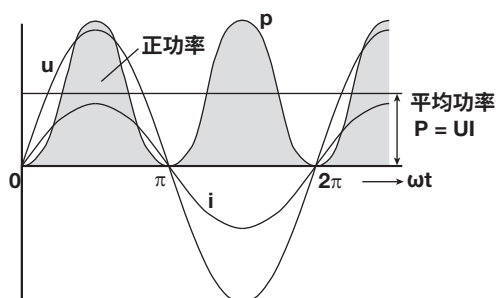
p 是与时间无关的“ $UI \cos \phi$ ”和2倍电压或电流频率交流成分“ $-UI \cos(2\omega t - \phi)$ ”之和。

1个周期的功率平均值称为交流功率。取1个周期的平均值，交流功率 P 公式为：

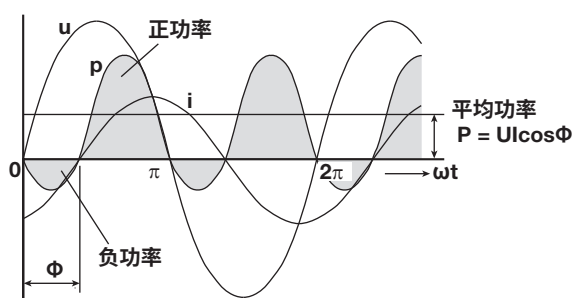
$$P = UI \cos \phi [W]$$

即使电压与电流相同，功率仍因相位差 ϕ 的不同而不同。如下图所示，处于水平轴上方的区域表示正功率(供给负载功率)，水平轴下方的表示负功率(负载反馈功率)。这两个正负功率之差即为负载电路所消耗的功率。并且，电压与电流的相位差越大，负功率越大。当 $\phi = \pi/2$ 时，正负功率相等，无功耗。

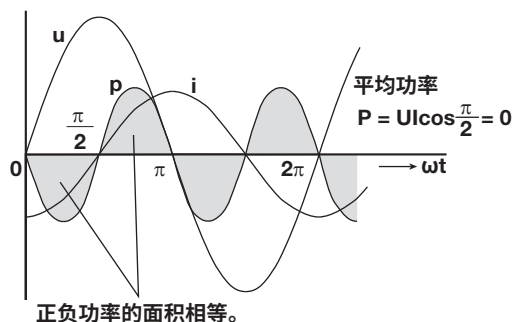
当电压和电流的相位差为0时



当电压和电流的相位差为 ϕ 时



当电压和电流的相位差为 $\frac{\pi}{2}$ 时



有功功率和功率因数

在交流电的情况下，电压与电流的乘积 UI 并非等于所有消耗的功率。这里的乘积 UI 被称为视在功率(S)，单位是VA(伏安)。视在功率用来表示交流时工作设备的电气容量。

在视在功率中，设备消耗的真功率称为有功功率(active power或effective power)，用 P 表示。前面所述的交流功率即为该功率。

$$S = UI[\text{VA}]$$

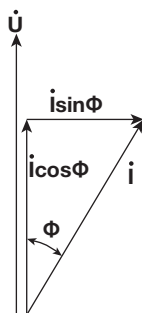
$$P = UI\cos\phi[\text{W}]$$

$\cos\phi$ 是功率因数 λ ，表示真功率相对视在功率的比率。

无功功率

如果电流 I 滞后电压 U 角度 ϕ ，电流 I 就可以分解为与电压 U 同向的成分 $I\cos\phi$ 和垂直方向的成分 $I\sin\phi$ 。有功功率 $P=UI\cos\phi$ ，即电压 U 与电流成分 $I\cos\phi$ 的乘积。而另一方面，电压 U 与电流成分 $I\sin\phi$ 的乘积则被称为无功功率，用 Q 表示。单位是var。

$$Q = UI\sin\phi[\text{var}]$$



视在功率 S 、有功功率 P 、无功功率 Q 之间存在以下关系：

$$S^2 = P^2 + Q^2$$

谐波

谐波是除基波以外、频率为基波(通常是一个商用频率为50/60Hz的正弦波)整数倍的正弦波。流经各种电气/电子设备使用的电源整流电路、相位控制电路的电流会在输电线上产生谐波电压和电流。当基波和谐波结合,波形会产生失真,这样就会给连接在输电线上的装置带来影响。

术语

与谐波相关的术语如下。

- 基波(基波成分)Fundamental Wave(fundamental component)
周期性的复合波是指在被划分成不同正弦波组中周期最长的正弦波。或者是复合波成分中含基波频率的正弦波。
- 基波频率(Fundamental frequency)
周期性的复合波中相当于周期的频率。基波的频率。
- 失真波形(Distorted Wave)
与基波波形不相同的波形。
- 谐波(Higher harmonic)
频率为基波频率整数倍(2倍或以上)的正弦波。
- 谐波成分(Harmonic component)
频率为基波频率整数倍(2倍或以上)的波形成分。
- 谐波失真因数(Harmonic distortion factor)
指定的第n次谐波中含失真波形的有效值与基波(或总波)有效值的比值。
- 谐波次数(Harmonic order)
谐波频率与基波频率的比值,是个整数。
- 总谐波失真(Total harmonic distortion)
总谐波有效值与基波(或总波)有效值的比值。

谐波信号的影响

谐波对电气设备的影响如下。

- 调相用电容器或串联电抗器
由谐波电流引起的电路阻抗下降会导致电流过大、振动、蜂鸣声、过热或烧毁。
- 电缆
三相4线制中性线的谐波电流会导致中性线过热。
- 变压器
使铁心产生磁致伸缩噪声,增加铁损和铜损。
- 断路器与保险丝
谐波电流过大会引发错误操作,也会熔断保险丝。
- 通信线
电磁感应引发电压噪声。
- 控制设备
控制信号变形会引发错误操作。
- 视听装置
性能和使用寿命下降、噪声引发图像闪动、零件损坏。

交流回路的RLC

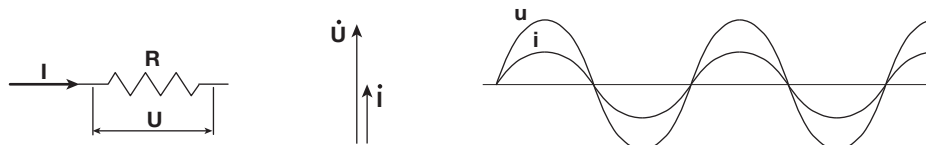
电阻

在负载电阻 $R[\Omega]$ 上施加交流瞬时电压 $u = U_m \sin \omega t$ 时, 电流 i 的运算公式如下, I_m 表示电流最大值。

$$i = \frac{U_m}{R} \sin \omega t = I_m \sin \omega t$$

用有效值表示, 公式则为 $I = U/R$ 。

电阻电路里的电流相对电压没有相位差。



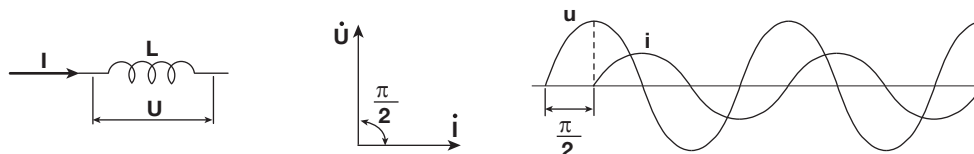
电感

在负载电感 $L[H]$ 上施加交流瞬时电压 $u = U_m \sin \omega t$ 时, 电流 i 的运算公式如下。

$$i = \frac{U_m}{X_L} \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right) = I_m \sin \left(\omega t - \frac{\pi}{2} \right)$$

用有效值表示, 公式则为 $I = U/X_L$ 。 $X_L = \omega L$ 中, X_L 被称为感抗, 单位是 Ω 。

电感具有阻止电流变化(增加或减小)的功能, 因此电流相位比电压滞后。



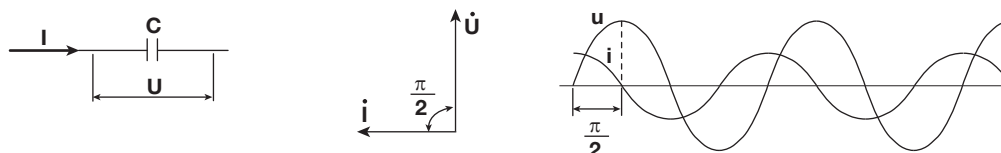
电容

在负载电容 $C[F]$ 上施加交流瞬时电压 $u = U_m \sin \omega t$ 时, 电流 i 的运算公式如下。

$$i = \frac{U_m}{X_C} \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right) = I_m \sin \left(\omega t + \frac{\pi}{2} \right)$$

用有效值表示, 公式则为 $I = U/X_C$ 。 $X_C = 1/\omega C$ 中, X_C 被称为容抗, 单位是 Ω 。

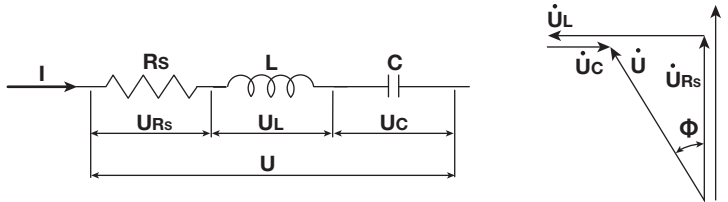
当电容电压的极性发生变化时, 产生与电压极性相同的最大充电电流。当电压降低时, 产生与电压相反极性的放电电流。因此, 电流相位比电压超前。



RLC串联电路

电阻 $R_s[\Omega]$ 、电感 $L[H]$ 与电容 $C[F]$ 串联时各电压的关系可以用以下公式表示。

$$\begin{aligned} U &= \sqrt{(U_{Rs})^2 + (U_L - U_C)^2} = \sqrt{(IR_s)^2 + (IX_L - IX_C)^2} \\ &= I\sqrt{(R_s)^2 + (X_L - X_C)^2} = I\sqrt{R_s^2 + X_s^2} \\ I &= \frac{U}{\sqrt{R_s^2 + X_s^2}}, \quad \Phi = \tan^{-1} \frac{X_s}{R_s} \end{aligned}$$



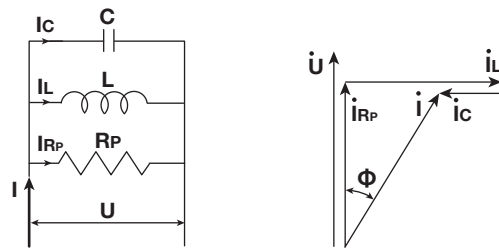
电阻 R_s 、电抗 X_s 、阻抗 Z 的关系如下:

$$\begin{aligned} X_s &= X_L - X_C \\ Z &= \sqrt{R_s^2 + X_s^2} \end{aligned}$$

RLC并联电路

电阻 $R_p[\Omega]$ 、电感 $L[H]$ 与电容 $C[F]$ 并联时各电流的关系可以用以下公式表示。

$$\begin{aligned} I &= \sqrt{(I_{Rp})^2 + (I_L - I_C)^2} = \sqrt{\left(\frac{U}{R_p}\right)^2 + \left(\frac{U}{X_L} - \frac{U}{X_C}\right)^2} \\ &= U\sqrt{\left(\frac{1}{R_p}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_L} - \frac{1}{X_C}\right)^2} = U\sqrt{\left(\frac{1}{R_p}\right)^2 + \left(\frac{1}{X_p}\right)^2} \\ U &= \frac{I R_p X_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}}, \quad \Phi = \tan^{-1} \frac{R_p}{X_p} \end{aligned}$$



电阻 R_p 、电抗 X_p 、阻抗 Z 的关系如下:

$$\begin{aligned} X_p &= \frac{X_L X_C}{X_C - X_L} \\ Z &= \frac{R_p X_p}{\sqrt{R_p^2 + X_p^2}} \end{aligned}$$

附录3 功率量程

- 实际电压和电流量程的组合以及相应功率量程具体如下表所示。显示的量程是有功功率量程(单位:W)，视在功率(单位: VA)和无功功率(单位: var)的量程与有功功率相同，请将单位换成VA或var。
- 下表是5位显示时的数值。显示位数是4位时，将下表数值的最后一位去掉。关于如何设置显示位数，详见4.7节。

WT310E

峰值因数设为3时

电压量程	电流量程					
(V)	500.00mA	1.0000A	2.0000A	5.0000A	10.000A	20.000A
15.000	7.5000W	15.000W	30.000W	75.000W	150.00W	300.00W
30.000	15.000W	30.000W	60.000W	150.00W	300.00W	600.00W
60.000	30.000W	60.000W	120.00W	300.00W	600.00W	1.2000kW
150.00	75.000W	150.00W	300.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW
300.00	150.00W	300.00W	600.00W	1.5000kW	3.0000kW	6.0000kW
600.00	300.00W	600.00W	1.2000kW	3.0000kW	6.0000kW	12.000kW

电压量程	电流量程					
(V)	5.0000mA	10.000mA	20.000mA	50.000mA	100.00mA	200.00mA
15.000	75.000mW	150.00mW	300.00mW	750.00mW	1.5000W	3.0000W
30.000	150.00mW	300.00mW	600.00mW	1.5000W	3.0000W	6.0000W
60.000	300.00mW	600.00mW	1.2000W	3.0000W	6.0000W	12.000W
150.00	750.00mW	1.5000W	3.0000W	7.5000W	15.000W	30.000W
300.00	1.5000W	3.0000W	6.0000W	15.000W	30.000W	60.000W
600.00	3.0000W	6.0000W	12.000W	30.000W	60.000W	120.00W

峰值因数设为6或6A时

电压量程	电流量程					
(V)	250.00mA	500.00mA	1.0000A	2.5000A	5.0000A	10.000A
7.5000	1.8750W	3.7500W	7.5000W	18.750W	37.500W	75.000W
15.000	3.7500W	7.5000W	15.000W	37.500W	75.000W	150.00W
30.000	7.5000W	15.000W	30.000W	75.000W	150.00W	300.00W
75.000	18.750W	37.500W	75.000W	187.50W	375.00W	750.00W
150.00	37.500W	75.000W	150.00W	375.00W	750.00W	1.5000kW
300.00	75.000W	150.00W	300.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW

电压量程	电流量程					
(V)	2.5000mA	5.0000mA	10.000mA	25.000mA	50.000mA	100.00mA
7.5000	18.750mW	37.500mW	75.000mW	187.50mW	375.00mW	750.00mW
15.000	37.500mW	75.000mW	150.00mW	375.00mW	750.00mW	1.5000W
30.000	75.000mW	150.00mW	300.00mW	750.00mW	1.5000W	3.0000W
75.000	187.50mW	375.00mW	750.00mW	1.8750W	3.7500W	7.5000W
150.00	375.00mW	750.00mW	1.5000W	3.7500W	7.5000W	15.000W
300.00	750.00mW	1.5000W	3.0000W	7.5000W	15.000W	30.000W

WT310EH
峰值因数设为3时

电压量程	电流量程					
(V)	1.0000A	2.0000A	5.0000A	10.000A	20.000A	40.000A
15.000	15.000W	30.000W	75.000W	150.00W	300.00W	600.00W
30.000	30.000W	60.000W	150.00W	300.00W	600.00W	1.2000kW
60.000	60.000W	120.00W	300.00W	600.00W	1.2000kW	2.4000kW
150.00	150.00W	300.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW	6.0000kW
300.00	300.00W	600.00W	1.5000kW	3.0000kW	6.0000kW	12.000kW
600.00	600.00W	1.2000kW	3.0000kW	6.0000kW	12.000kW	24.000kW

峰值因数设为6或6A时

电压量程	电流量程					
(V)	500.00mA	1.0000A	2.5000A	5.0000A	10.000A	20.000A
7.5000	3.7500W	7.5000W	18.750W	37.500W	75.000W	150.00W
15.000	7.5000W	15.000W	37.500W	75.000W	150.00W	300.00W
30.000	15.000W	30.000W	75.000W	150.00W	300.00W	600.00W
75.000	37.500W	75.000W	187.50W	375.00W	750.00W	1.5000kW
150.00	75.000W	150.00W	375.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW
300.00	150.00W	300.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW	6.0000kW

WT332E/WT333E
峰值因数设为3时

接线方式	电压量程	电流量程					
	(V)	500.00mA	1.0000A	2.0000A	5.0000A	10.000A	20.000A
单相2线 (1P2W)	15.000	7.5000W	15.000W	30.000W	75.000W	150.00W	300.00W
	30.000	15.000W	30.000W	60.000W	150.00W	300.00W	600.00W
	60.000	30.000W	60.000W	120.00W	300.00W	600.00W	1.2000kW
	150.00	75.000W	150.00W	300.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW
	300.00	150.00W	300.00W	600.00W	1.5000kW	3.0000kW	6.0000kW
	600.00	300.00W	600.00W	1.2000kW	3.0000kW	6.0000kW	12.000kW
单相3线 (1P3W) 三相3线 (3P3W) 3电压3电流表法 (3V3A)	15.000	15.000W	30.000W	60.000W	150.00W	300.00W	600.00W
	30.000	30.000W	60.000W	120.00W	300.00W	600.00W	1.2000kW
	60.000	60.000W	120.00W	240.00W	600.00W	1.2000kW	2.4000kW
	150.00	150.00W	300.00W	600.00W	1.5000kW	3.0000kW	6.0000kW
	300.00	300.00W	600.00W	1.2000kW	3.0000kW	6.0000kW	12.000kW
	600.00	600.00W	1.2000kW	2.4000kW	6.0000kW	12.000kW	24.000kW
三相4线 (3P4W)	15.000	22.500W	45.000W	90.000W	225.00W	450.00W	900.00W
	30.000	45.000W	90.000W	180.00W	450.00W	900.00W	1.8000kW
	60.000	90.000W	180.00W	360.00W	900.00W	1.8000kW	3.6000kW
	150.00	225.00W	450.00W	900.00W	2.2500kW	4.5000kW	9.0000kW
	300.00	450.00W	900.00W	1.8000kW	4.5000kW	9.0000kW	18.000kW
	600.00	900.00W	1.8000kW	3.6000kW	9.0000kW	18.000kW	36.000kW

峰值因数设为6或6A时

接线方式	电压量程	电流量程					
	(V)	250.00mA	500.00mA	1.0000A	2.5000A	5.0000A	10.000A
单相2线 (1P2W)	7.5000	1.8750W	3.7500W	7.5000W	18.750W	37.500W	75.000W
	15.000	3.7500W	7.5000W	15.000W	37.500W	75.000W	150.00W
	30.000	7.5000W	15.000W	30.000W	75.000W	150.00W	300.00W
	75.000	18.750W	37.500W	75.000W	187.50W	375.00W	750.00W
	150.00	37.500W	75.000W	150.00W	375.00W	750.00W	1.5000kW
	300.00	75.000W	150.00W	300.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW
单相3线 (1P3W) 三相3线 (3P3W) 3电压3电流表法 (3V3A)	7.5000	3.7500W	7.5000W	15.000W	37.500W	75.000W	150.00W
	15.000	7.5000W	15.000W	30.000W	75.000W	150.00W	300.00W
	30.000	15.000W	30.000W	60.000W	150.00W	300.00W	600.00W
	75.000	37.500W	75.000W	150.00W	375.00W	750.00W	1.5000kW
	150.00	75.000W	150.00W	300.00W	750.00W	1.5000kW	3.0000kW
	300.00	150.00W	300.00W	600.00W	1.5000kW	3.0000kW	6.0000kW
三相4线 (3P4W)	7.5000	5.6250W	11.250W	22.500W	56.250W	112.50W	225.00W
	15.000	11.250W	22.500W	45.000W	112.50W	225.00W	450.00W
	30.000	22.500W	45.000W	90.000W	225.00W	450.00W	900.00W
	75.000	56.250W	112.50W	225.00W	562.50W	1.1250kW	2.2500kW
	150.00	112.50W	225.00W	450.00W	1.1250kW	2.2500kW	4.5000kW
	300.00	225.00W	450.00W	900.00W	2.2500kW	4.5000kW	9.0000kW

附录4 设置测量区间

为使用本仪器进行正确测量，必须设置合适的测量区间。

本仪器通过频率测量回路(详见附录11)检测被选输入信号的周期，使用该周期的整数倍区间(即测量区间)内的采样数据求取测量值。用于定义测量区间的输入信号称为同步源。

本仪器选择同步源后，将自动设置测量区间。

可以从以下选择同步源信号。

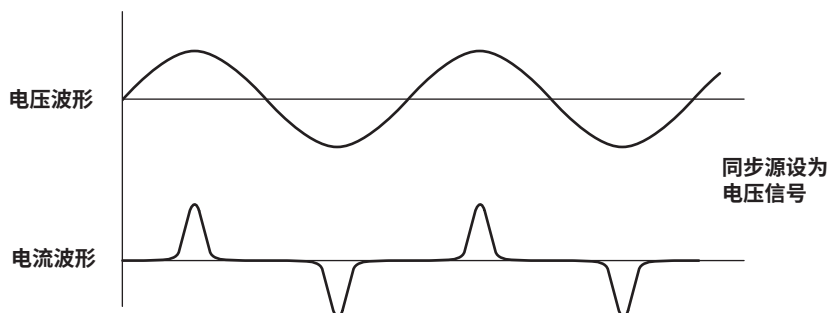
电压(VoLt)、电流(Curr)、OFF

例如，假设同步源设为电流，电流周期的整数倍区间就是测量区间。通过平均该测量区间内的采样数据，本仪器运算求取U1、I1、P1等测量值。

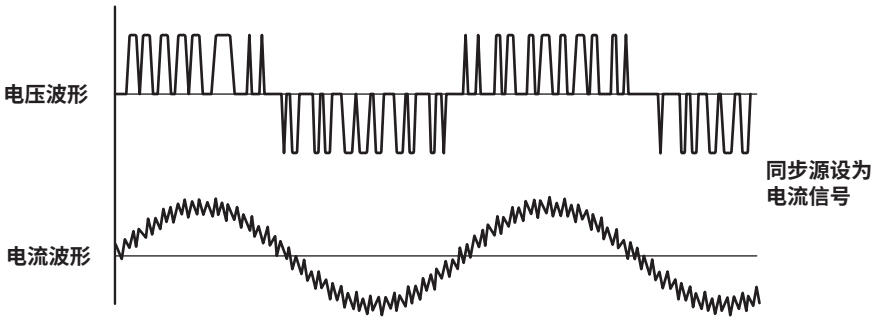
选择电压输入或电流输入作为同步源

请选择失真小、输入电平和频率都稳定的输入信号作为同步源。只有能精确检测出同步源信号的周期，才能取得正确的测量值。为了解同步源信号的频率是否被正确测量，在本仪器上显示已选输入信号的频率。合适的同步源是测量结果既精确又稳定的输入信号。

例如，如果被测对象是开关电源，其电压波形的失真相比电流波形较小时，请选择电压信号作为同步源。

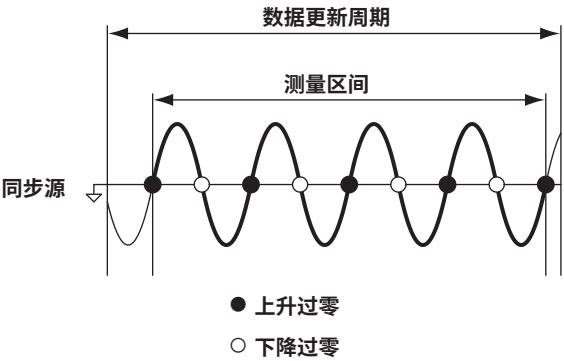


而如果被测对象是变频器，其电流波形的失真相比电压波形较小时，请选择电流信号作为同步源。



过零

- 上升(或下降)过零是指同步源以上升斜率(下降斜率)穿过零电平(振幅的中心)的时间点。本仪器的测量区间在数据更新周期内在第一个上升(或下降)过零到最后一个上升(或下降)过零之间。
- 本仪器根据数据更新周期内的第一个上升过零或下降过零来确定测量区间。

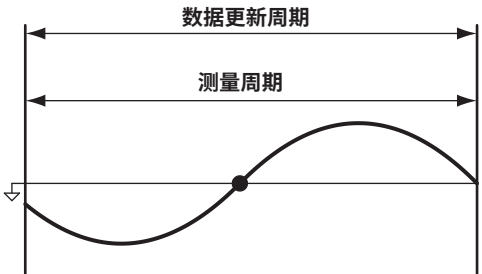


当无法检测到同步源的周期时

如果在数据更新周期内，设为同步源的输入信号的上升过零或下降过零小于2个，将无法检测出它的周期。同样，交流振幅小时也无法检测出周期。关于频率测量回路检测电平的相关信息，详见入门指南IM WT310E-02CN的7.4节“功能”下“频率测量”的“精度”。

同步源设为电压且本仪器无法检测电压周期时，将检测电流周期并将电流设为同步源。如果本仪器也无法检测电流周期，整个数据更新周期将被用于平均采样数据。

同样，同步源设为电流且本仪器无法检测电流周期时，将检测电压周期并将电压设为同步源。如果本仪器也无法检测电压周期，整个数据更新周期将成为测量区间。

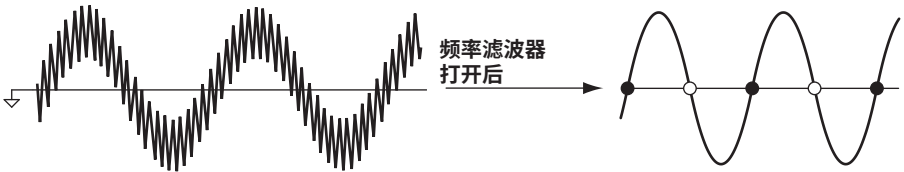


由于上述原因，电压和电流的测量值可能不稳定。如果出现这种情况，请减小数据更新率，以使包含更多周期的输入信号进入数据更新周期。

当同步源的波形发生失真时

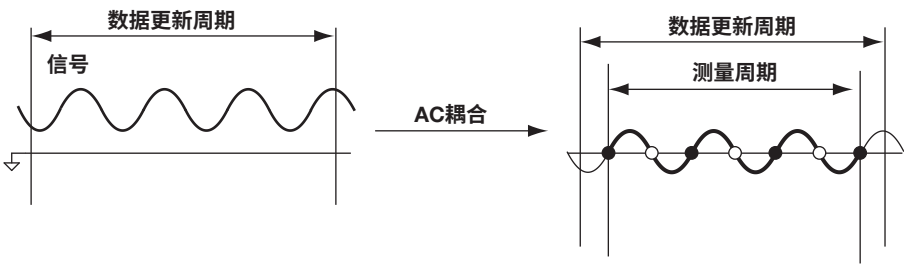
请将同步源改为能检测出周期的较稳定的信号(从电压切换到电流或从电流切换回电压)。也请打开频率滤波器。

检测过零时，本仪器会通过迟滞降低噪声的影响。但如果同步源发生的失真或叠加其上的谐波和噪声超过该迟滞，谐波成分将引发频繁的过零检测，导致无法稳定地检测出基波频率的过零。因此，电压和电流的测量值可能不稳定。当电流波形里的高频成分发生如上述变频器示例中的重叠，为稳定地检测过零，请打开频率滤波器。如果使用滤波器能使频率测量结果更稳定，那么它的使用就是恰当的。频率滤波器可以帮助检测同步源的过零，有时也把它称作同步源滤波器或过零滤波器。



当测量因交流信号上叠加直流偏移而没有过零的信号时

如果无法正确检测交流信号的周期，就有可能得不到稳定的测量值。请将同步源改为较稳定的能检测出周期的信号(从电压切换到电流或从电流切换回电压)。频率检测回路采用AC耦合。如果交流振幅大于等于频率测量回路的检测电平，就可以检测到因偏移而没有过零的交流信号的周期。因此，测量区间设为交流信号周期的整数倍的区间。

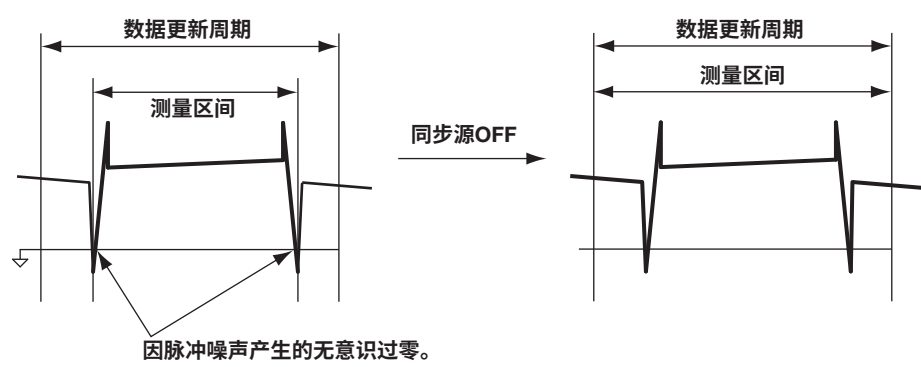


当测量直流信号时

直流信号有脉动时，如果脉动电平大于等于频率测量回路的检测电平且可以正确稳定地检测出周期，就有可能较正确地测量直流。如果一个大交流信号叠加在直流信号上，可以采用检测交流信号的周期再执行平均的方法实现更加稳定地测量。

此外，如果直流信号上带微小变动的脉冲噪声穿过零电平，该点被检测为过零。结果，无意识区间内的采样数据被平均，电压和电流等测量值也有可能不稳定。如果同步源设为OFF，就可以防止此类误检测的发生。数据更新周期里的所有采样数据全部用于求取测量值。请根据测量信号和测量目的设置同步源。

* 详见入门指南IM WT310E-02CN的7.4节“功能”下“频率测量”的“精度”。



附录5 测量精度和测量误差

功率计等测量仪器对测量精度或测量误差有一定的要求。例如，本仪器在45Hz ~ 66Hz之间的电压和电流精度为 $\pm(\text{读数的}0.1\% + \text{量程的}0.05\%)$ 。

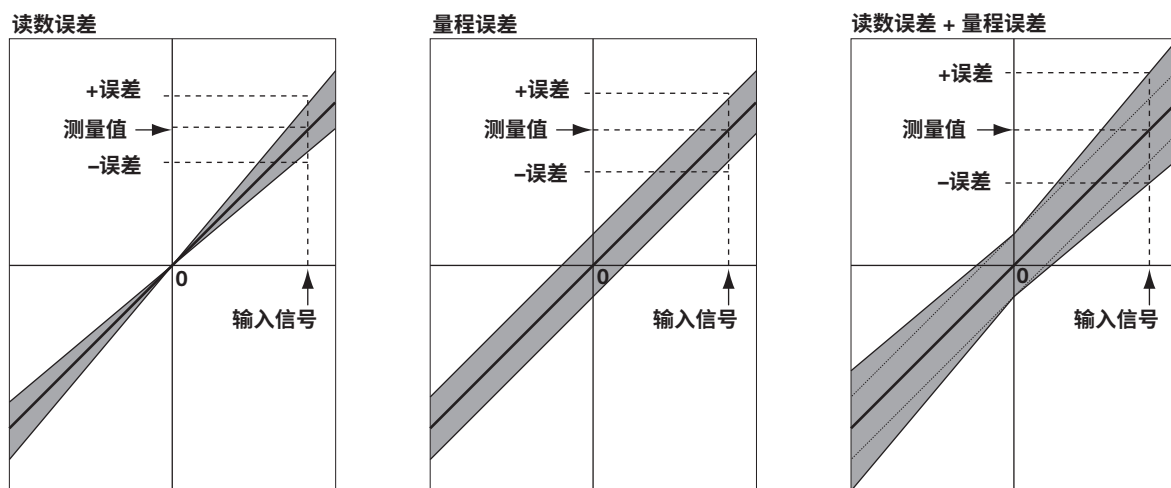
读数误差和量程误差

读数误差: 表示为“of reading” (读数的)

读数百分比显示的误差称为读数误差。误差由测量读数值计算而来，是包含在测量值中的一定比例。测量值越大，读数误差就越大。测量值越小，读数误差就越小。

量程误差: 表示为“of range” (量程的)

量程百分比显示的误差称为量程误差。误差由测量量程值计算而来，是包含在测量值中的一定幅度。无论测量值是大还是小，包含的量程误差都是一样的。



以下举例说明输入60Hz的正弦波信号时测量值中包含多少误差。

电压和电流的测量误差

举例1: 用1A量程测量1Arms

测量值为1.0000[A]时，读数误差和量程误差如下：

- 读数误差: $1.0000[\text{A}] \times 0.1\% = 0.001[\text{A}]$
- 量程误差: $1[\text{A}] \times 0.05\% = 0.0005[\text{A}]$

测量值1.0000[A]中包含的误差是读数误差和量程误差之和 $\pm 0.0015[\text{A}]$ ，相当于显示值的0.15%。

提示

输入信号的值与测量量程的名称相同时，被称为额定量程输入，这种输入信号被称为额定量程信号。

举例2: 用5A量程测量1Arms

在此举例中，用5A量程测量同样的输入。测量值为1.0000[A]时，读数误差和量程误差如下：

- 读数误差: $1.0000[A] \times 0.1\% = 0.001[A]$
- 量程误差: $5[A] \times 0.05\% = 0.0025[A]$

测量值1.0000[A]中包含的误差是读数误差和量程误差之和 $\pm 0.0035[A]$ ，相当于显示值的0.35%。

虽然测量的是与举例1相同的电流信号，但误差却变大。这个举例说明，如果使用不符合输入信号的、不必要的大测量量程，将增加测量误差。请使用符合输入信号的测量量程。

提示

输入信号不是正弦波且包含失真和尖峰时，应选择不会导致峰值溢出的大测量量程。

举例3: 用1A量程测量0.5Arms

接下来，用1A量程测量0.5A(同举例1)。测量值为0.5000[A]时，读数误差和量程误差如下：

- 读数误差: $0.5000[A] \times 0.1\% = 0.0005[A]$
- 量程误差: $1[A] \times 0.05\% = 0.0005[A]$

测量值0.5000[A]中包含的误差是读数误差和量程误差之和 $\pm 0.001[A]$ ，相当于显示值的0.2%。

此结果与举例1比较后，我们将发现：

- 与输入值减小一致，读数误差也变小。
- 量程误差不变。

由此，误差是0.2%，比举例1中的0.15%稍大。这是因为使用了比输入信号大的测量量程的原因。此时，我们应将测量量程设为0.5A。

有功功率的测量误差

在45Hz ~ 66Hz之间，本仪器的功率精度为 $\pm$ (读数的0.1% + 量程的0.05%)。

现在计算以下举例的误差。

- 电压测量量程: 150V、电压测量值: 100.00V
- 电流测量量程: 1A、电流测量值: 0.800A
- 功率测量值: 80.00W
- 电压和电流都是60Hz的正弦波
- 电压信号和电流信号的相位差 = 0°

功率量程

功率的测量量程等于电压测量量程 $\times$ 电流测量量程。在此例中，功率的测量量程是 $150V \times 1A = 150W$ 。我们使用此功率测量量程来计算量程误差。

功率测量值(80.00W)中包含的读数误差和量程误差如下：

- 读数误差: $80.00[W] \times 0.1\% = 0.08[W]$
- 量程误差: $150[W] \times 0.05\% = 0.075[W]$

80.00[W]中包含的误差是读数误差和量程误差之和 $\pm 0.155[W]$ ，相当于显示值的0.19375%。

功率因数的影响(功率因数误差)

前面的举例是电压信号和电流信号的相位差为 0° 或者说功率因数为1时的情况。接下来，我们将计算功率因数不为1时的误差。

功率因数为0时

此举例是相位差为 90° 或者说功率因数为0时的情况。理论上，有功功率为0W，视在功率为80VA，无功功率为80var。假设负荷是理想电容(C)和理想电感(L)。详见《附录2》。

功率因数(λ)= 0时，本仪器的功率误差如下：

45Hz $\leq$ f $\leq$ 66Hz 量程: $\pm$ S(视在功率)的0.1%

视在功率测量值为80.00[VA]时，功率测量值(0.00W)中包含的误差如下：

$$80.00 \times \pm 0.1\% = \pm 0.08[\text{W}]$$

功率因数为 $0 < \lambda < 1$ 时

接下来，我们将计算功率因数为0.5或者说电压和电流的相位差(Φ)为 60° 时的误差。

- 电压测量量程: 150V、电压测量值: 100.00V
- 电流测量量程: 1A、电流测量值: 0.800A
- 功率测量量程: 150W、功率测量值: 40.00W、视在功率测量值: 80.00VA、无功功率测量值: 69.28var

$0 < \lambda < 1$ 时，本仪器的功率误差如下：

$$(\text{功率读数}) \times [(\text{功率读数误差百分比}) + (\text{功率量程误差百分比}) \times (\text{功率量程} / \text{视在功率指示值}) + \{\tan \Phi \times (\lambda = 0 \text{ 时的影响})\} \%$$

将上述数值代入公式后，功率误差如下：

$$\begin{aligned} & 40.00[\text{W}] \times [0.1\% + 0.05\% \times (150/80.00) + \{\tan 60^\circ \times (\lambda = 0 \text{ 时的影响})\}] \\ &= 40.00[\text{W}] \times \{0.1 + 0.05 \times (150/80.00) + \sqrt{3} \times 0.1\}\% \\ &= 0.1468[\text{W}] \end{aligned}$$

功率测量值(40.00W)中包含的误差为 $\pm 0.1468[\text{W}]$ 。

三相功率的误差

使用WT332E/WT333E输入单元1和3测量三相3线功率时，误差如下。

- 电压测量量程: 150V、电压测量值: U_1 、 U_3 和 U_Σ 均为100V
- 电流测量量程: 1A、电流测量值: I_1 、 I_3 和 I_Σ 均为0.8A
- 功率测量值: $P_1 = 69.28W$ 、 $P_3 = 69.28W$ 、 $P_\Sigma = 138.56W$
- 电压和电流都是60Hz的正弦波
- 电压信号和电流信号的相位差 = 0°
- 各相的相位角 = 60°

三相的测量量程

关于三相的测量量程，详见App-2页 Σ 功能运算公式表。该表列出了WT332E/WT333E内部计算测量值的公式，也介绍了如何考虑测量量程。在此举例中，将使用该表的三相3线(3P3W)栏。

电压和电流

三相电压(U_Σ)的测量量程 = (U_1 的测量量程 + U_3 的测量量程)/2 = (150 + 150)/2 = 150

三相电流(I_Σ)的测量量程 = (I_1 的测量量程 + I_3 的测量量程)/2 = (1 + 1)/2 = 1

三相电压测量值(U_Σ ; 100.00V)中包含的读数误差和量程误差如下:

- 读数误差: $100.00[V] \times 0.1\% = 0.1[V]$
- 量程误差: $150[V] \times 0.05\% = 0.075[V]$

100.00[V]中包含的误差是读数误差和量程误差之和 $\pm 0.175[V]$ ，相当于显示值的0.175%。由于 U_1 和 U_3 的测量值是相同的， U_Σ 的误差也一样。电流也是用同样的计算方法。

功率

根据App-2页的 Σ 功能公式表，功率量程如下:

三相功率(P_Σ)的测量量程

= P_1 的测量量程 + P_3 的测量量程

= (U_1 的测量量程 $\times I_1$ 的测量量程) + (U_3 的测量量程 $\times I_3$ 的测量量程)

= (150 $\times$ 1) + (150 $\times$ 1)

= 300

三相功率测量值(P_Σ ; 138.56W)中包含的读数误差和量程误差如下:

- 读数误差: $138.56[W] \times 0.1\% = 0.13856[W]$
- 量程误差: $300[W] \times 0.05\% = 0.15[W]$

138.56[W]中包含的误差是读数误差和量程误差之和 $\pm 0.43856[W]$ ，相当于显示值的0.316%。

提示

精度和偏差(不一致)

测量精度是指测量结果有多接近真值，即测量结果偏离真值的程度。而测量偏差是指几个测量结果之间的接近程度。

例如，用两个电压计测量3次1.00V时，结果如下。

	电压计A	电压计B
第一次测量	1.02V	1.04V
第二次测量	1.00V	1.05V
第三次测量	0.98V	1.06V

电压计A的测量结果与真值(1.00V)最接近。因此，可以说电压计A比电压计B的精度更高。

而另一方面，与电压计A的测量结果相比，电压计B的3次测量结果彼此之间更接近。因此，可以说电压计B比电压计A更精密。

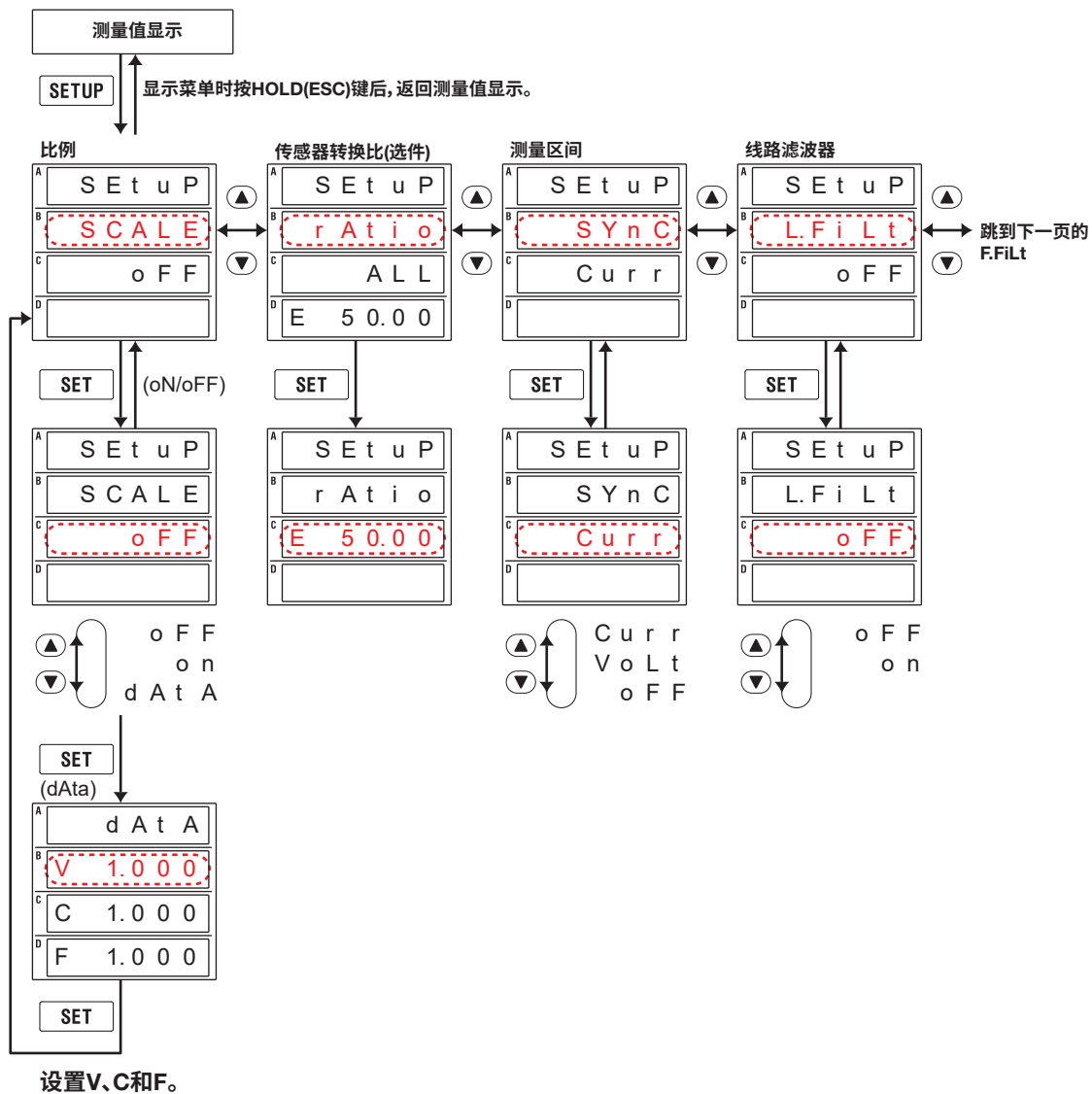
测量误差

测量误差是实际测量值和真值之差。

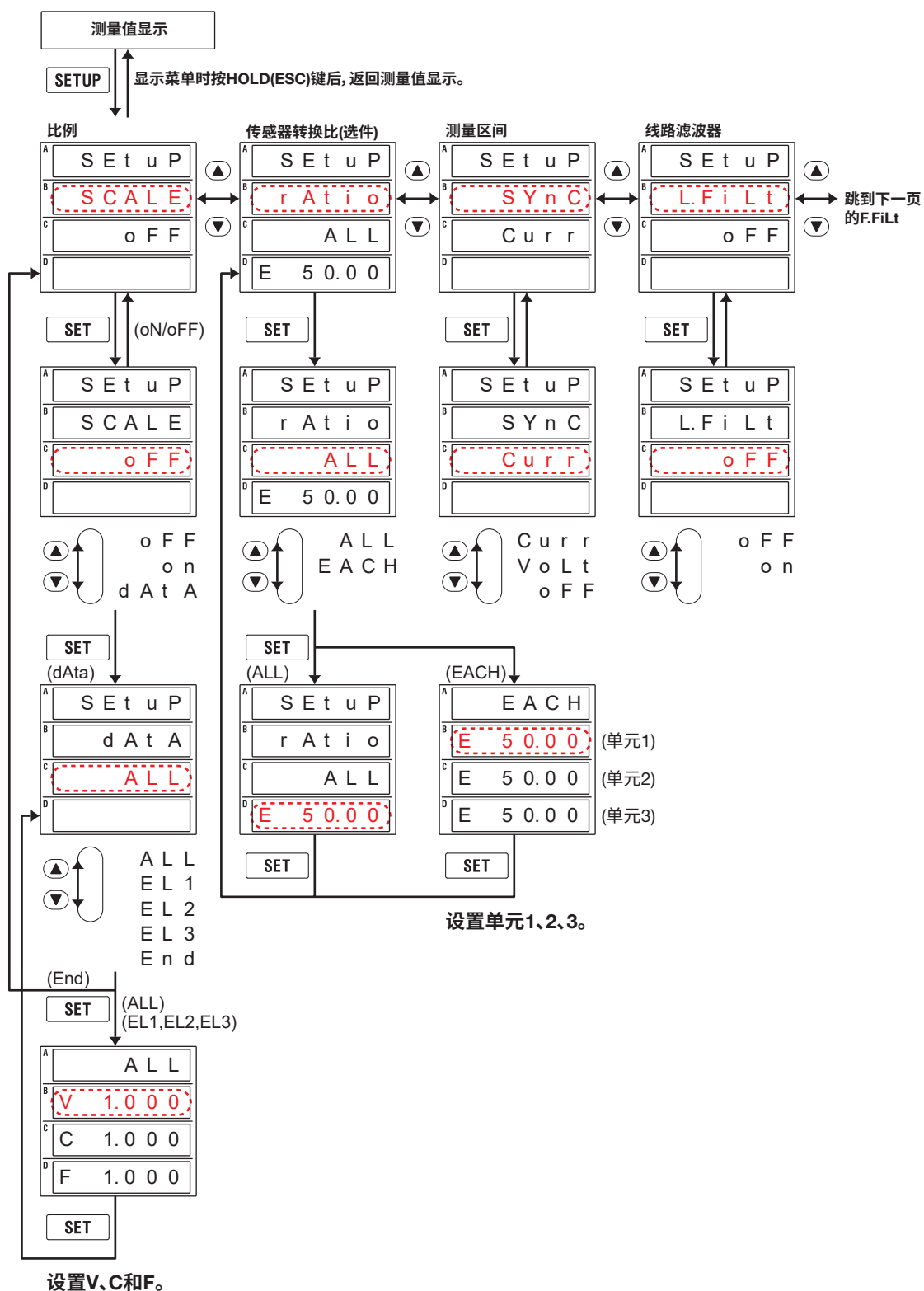
附录6 菜单转换图

本节介绍如何用相应的字母和数字在7段LED上显示字符。

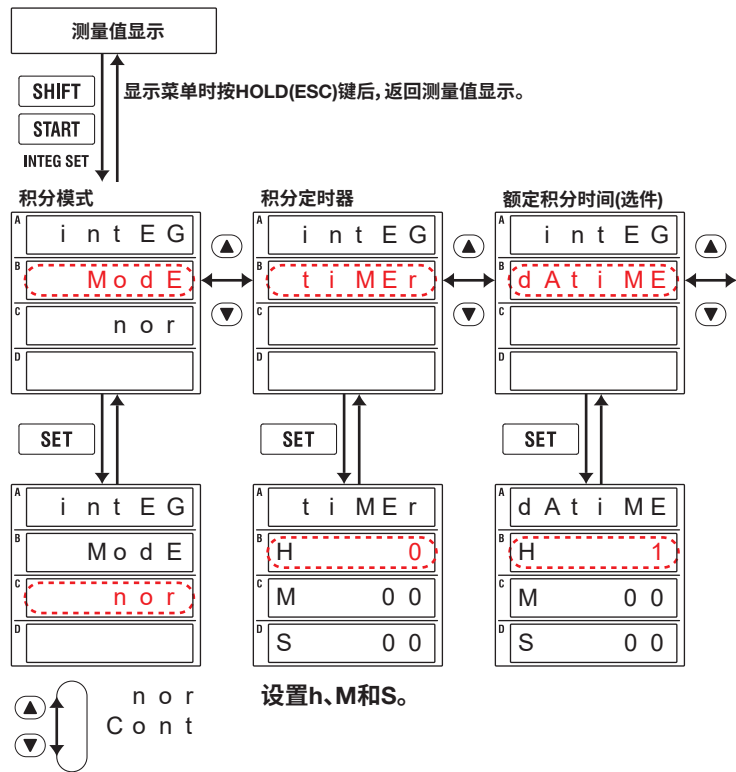
SETUP菜单(WT310E/WT310EH、1/2)



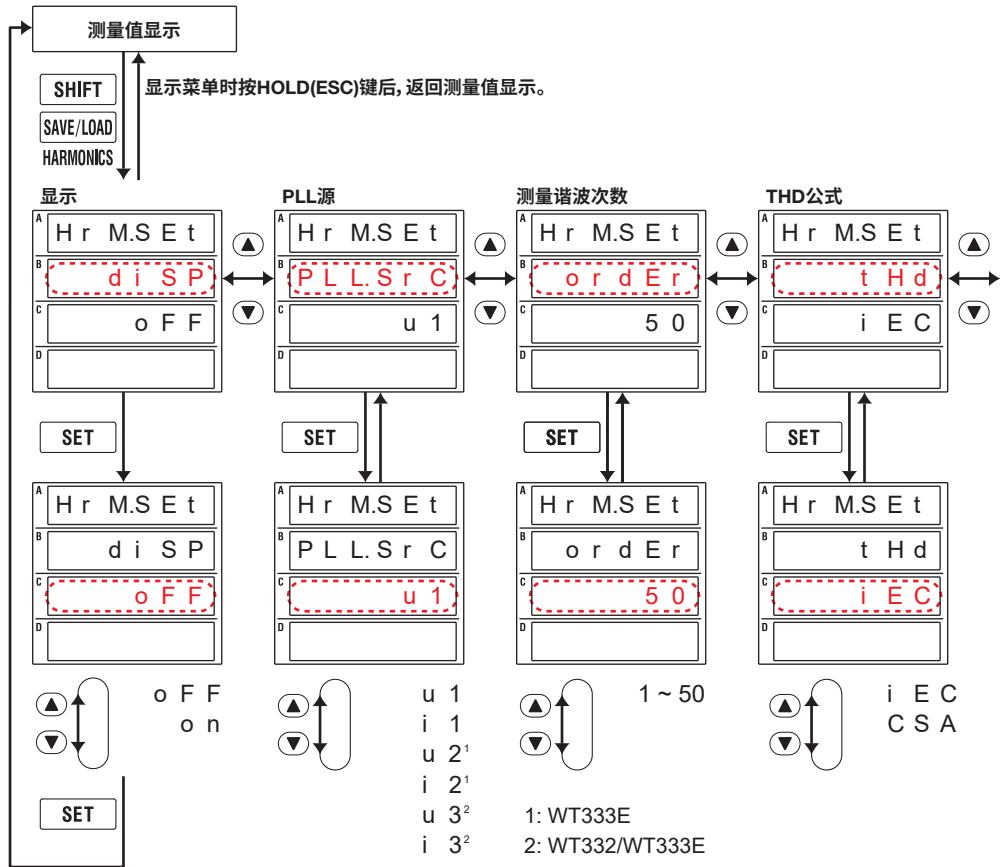
SETUP菜单(WT332E/WT333E、1/2)



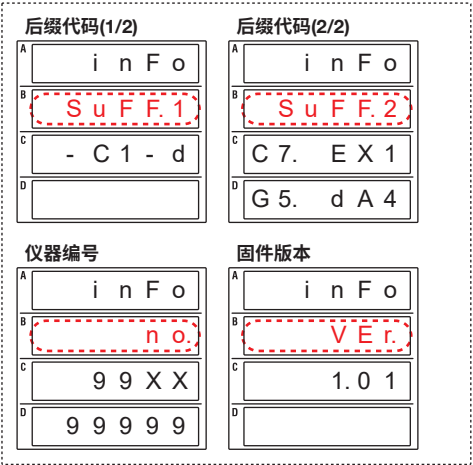
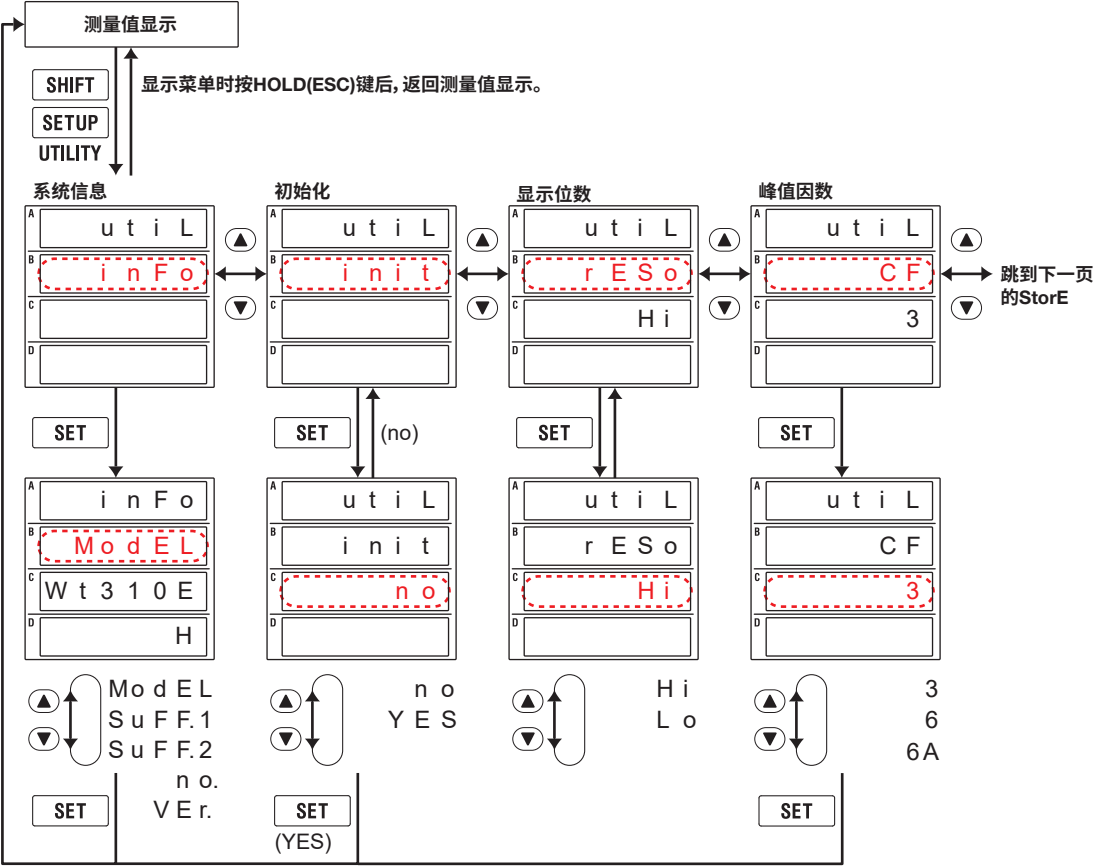
INTEG SET菜单



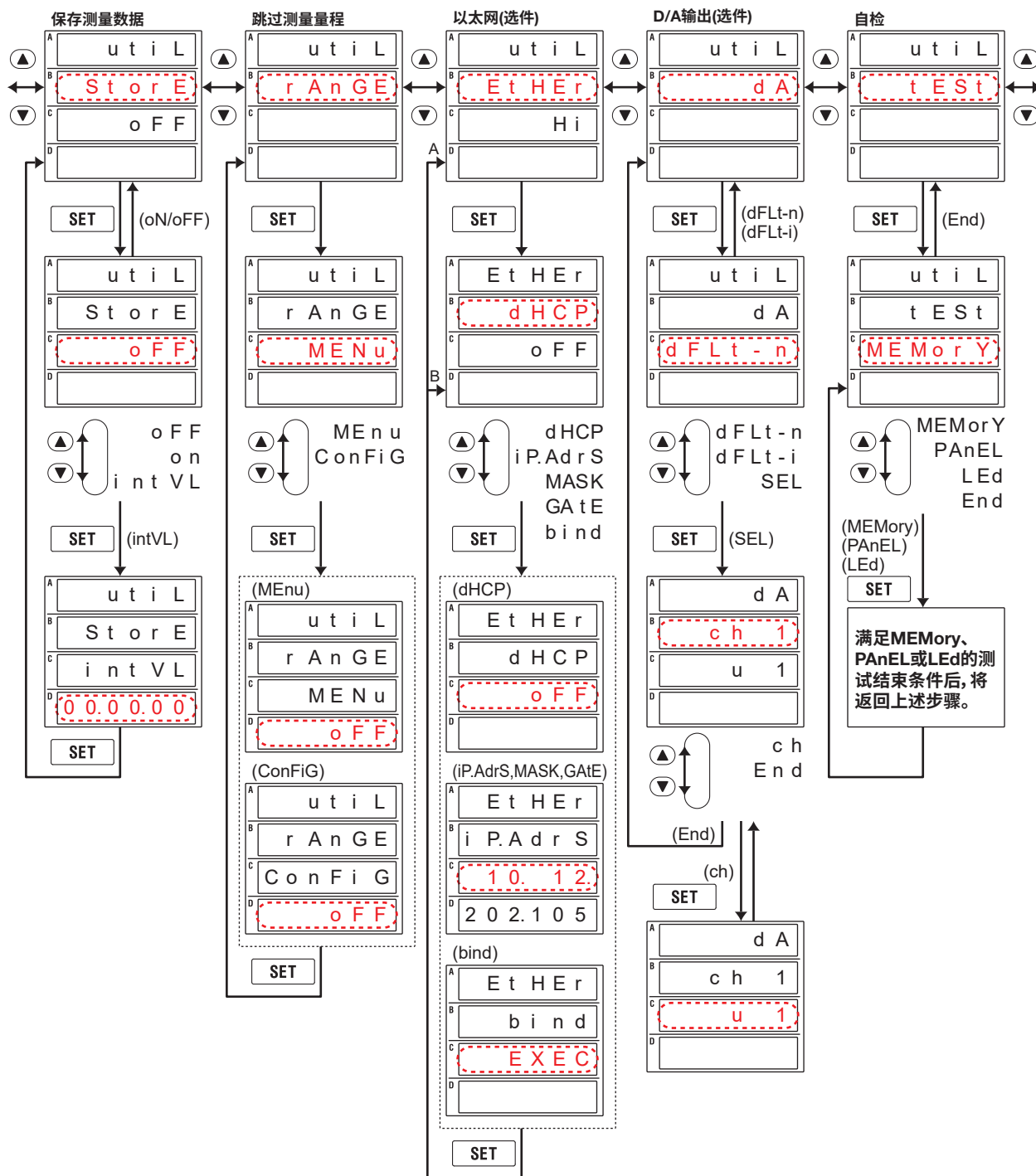
HARMONICS菜单(选件)



UTILITY菜单(1/2)



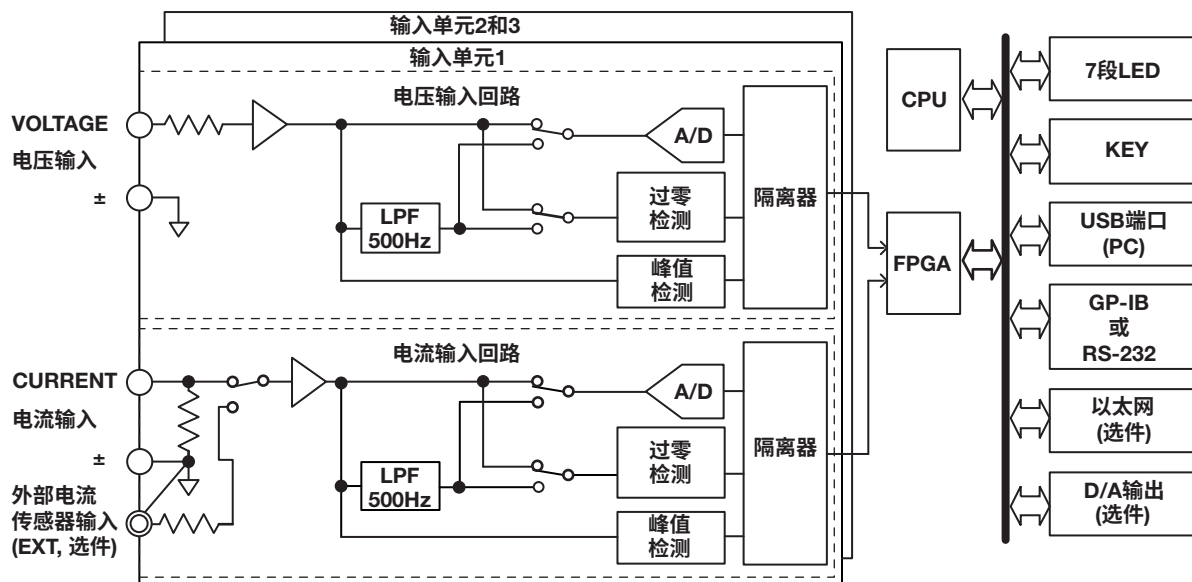
UTILITY菜单(2/2)



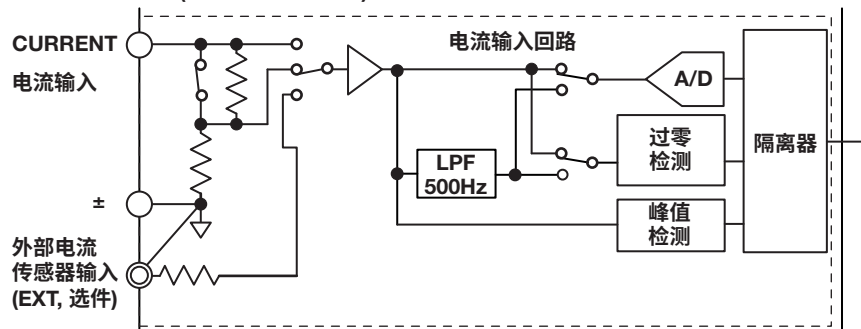
App

附录

电路框图



WT310E电流输入(CURRENT INPUT)



输入信号流程和处理

输入单元1 ~ 3由电压输入回路和电流输入回路组成。输入回路间相互绝缘，也与本仪器机箱绝缘。

输入到电压输入端子(电压、 $\pm$)的电压信号被电压输入回路的分压器和运算放大器(op-amp)规格化以后，再输入到电压A/D转换器。

电流输入回路配有2种类型的输入端子，电流输入端子(电流、 $\pm$)和外部电流传感器输入端子(EXT)，每次只能使用一个端子。输入到外部电流传感器输入端子的电流传感器的电压信号被分压器和运算放大器(op-amp)规格化以后，再输入到电流A/D转换器。

输入到电流输入端子的电流信号通过分流器转换成电压信号后，与电流传感器输出的电压信号一样被输入到电流A/D转换器。

输入到电压A/D转换器和电流A/D转换器的电压信号被转换成数字值，周期约为 $10\mu\text{s}$ 。这些数字值通过隔离器绝缘，然后输入到FPGA。在FPGA中，由数字值求取测量值，然后将测量值传输到CPU。在CPU中通过测量值求取各运算值，作为常规测量的测量功能，显示并发送这些测量值和运算值(D/A和通信输出)。

谐波测量(选件)的测量功能的求法:

输入到A/D转换器的电压信号通过由PLL源信号决定的采样频率转换成数字值。根据转换后的数字值执行FFT运算，CPU可以求取每个谐波测量项目的测量值。

索引

符号

符号	页码
Σ功能	1-4
1P2W	2-3
1P3W	2-3
3P3W	2-3
3P4W	2-3
3V3A	2-3

B

B	页码
版本	8-1
保持	1-13, 3-1
比例功能	1-9, 2-14
比例系数	2-14
标准积分模式	1-16, 5-2
波形因数	App-7

C

C	页码
CSA	6-7
CT比	1-9, 2-14
测量功能	1-4
测量量程	1-7
测量量程模式	2-4
测量量程跳跃	2-16
测量模式	1-5, 2-1
测量区间	1-10, 2-18, App-17
测量误差	App-21
测量谐波次数	6-6
超时	2-22
重复积分	1-16
重复积分模式	1-16
初始化	1-20, 8-2
存储	1-18, 7-1
存储间隔	7-1

D

D	页码
D/A输出	1-20, 8-5
D/A输出格式	8-5
DC	1-5, 2-1
单次测量	1-13, 3-2
单相2线制	2-3
单相3线制	2-3
单元	1-4
电抗	App-12
电流	4-1
电流互感器	2-13
电流量程	2-4
电路框图	App-34
电容	App-12
电压	4-1
电压互感器	2-13
电压量程	2-4
电压平均值	1-5
电阻	App-12
读数误差	App-21

E

E	页码
额定积分时间	8-8

F

F	页码
峰值	4-7
峰值超量程跳跃	1-8, 2-16
峰值因数	1-9, 1-14, 2-17, 4-8

G

G	页码
高次谐波	App-11
功率	App-6
功率量程	1-8, 2-8, App-22
功率系数	1-9, 2-14
功率因数	4-3
功率因数误差	App-23
功率因数影响	App-23
固定量程	1-7, 2-6
过零	App-18

H

H	页码
HOLD	3-1
后缀代码	8-1

I

I	页码
IEC	6-7

J

J	页码
积分	5-1
积分定时器	5-5
积分方式	5-3
积分功率	1-15
积分模式	1-15, 5-1, 5-5
积分时间	5-7
积分值	5-6
键保护	1-20, 8-10
校准到有效值的整流平均值	1-5, 2-1
接线方式	1-4, 1-6, 2-3
接线组	1-4

K

K	页码
快速设置模式	2-5

L

L	页码
量程跳跃	1-7, 2-16
量程设置	1-7, 2-16
量程误差	App-21
零电位补偿	1-20, 8-4

M

M	页码
MEAN	1-5

P

P	页码
PLL源	1-17, 6-6
频率	4-5
频率滤波器	1-11, 2-19
平均	1-11, 2-23
平均个数	2-24
平均类型	1-12, 2-24
平均有功功率	1-14, 4-8

索引

R	页码	Z	页码
RESET	5-7	真有效值	1-5
RMS.....	2-1	指数平均	1-11, 2-23
S	页码	自动量程	1-7, 2-7
SINGLE.....	3-2	自检	8-11
START.....	5-6	总谐波失真.....	App-11
STOP	5-6	总谐波失真公式	1-17
三角型接线.....	App-8	最大值保持.....	1-14, 4-15
三相3线制	2-3		
三相4线制	2-3		
商标	i		
设置参数, 读取	7-3		
设置参数, 保存	1-18, 7-3		
视在功率	4-3		
失真波形	App-11		
手动积分模式	1-15, 5-1		
数据更新周期.....	1-10, 2-21		
输入单元	1-4		
输入滤波器.....	1-11, 2-19		
衰减常数	2-25		
四则运算	1-14, 4-8		
T	页码		
THD	6-5		
THD公式	6-6		
同步源.....	2-18, 2-22, App-17		
V	页码		
VOLTAGE MEAN.....	2-1		
VT比.....	1-9, 2-14		
W	页码		
WTVIEWerFreePlus	1-19		
瓦时	1-15		
外部电流传感器	2-9		
外部电流传感器换算比.....	1-8		
无功功率	4-3, App-10		
X	页码		
系统信息	8-1		
线电压.....	App-8		
线路滤波器.....	1-11, 2-19		
显示位数	4-16		
相电压.....	App-8		
相位差.....	App-7		
相位角.....	4-5, App-7		
效率	1-14, 4-8		
谐波	6-1, App-11		
型号	8-1		
星型接线	App-8		
Y	页码		
移动平均	1-12, 2-23		
仪器序列号.....	8-1		
有功功率	4-1, App-10		
有效值.....	2-1		
远程控制	1-20		
运算功能	1-14		