

PF300 系列  
数字功率计  
用户手册

V 2.01

PF300 SERIES  
DIGITAL POWER METER  
USER'S MANUAL

V 2.01

杭州远方光电信息股份有限公司

EVERFINE Corporation (Stock Code: 300306)

地址：杭州市滨江区滨康路 669 号 1 号楼（310053）

ADD : Bldg.1 #669 Binkang Rd., Binjiang Hi-Tech Zone,  
Hangzhou (310053), China.

Tel : 86-571-86698333

Fax : 86-571-86696433

E-mail: china@everfine.cn （中国销售专箱）

global@everfine.net(For sales outside China)

Service@everfine.cn（中国技术服务专箱）

globalservice@everfine.net (For service outside China )

http: //www.everfine.cn www.everfine.net

杭州远方光电信息股份有限公司版权所有，未经许可不得复制和传播



## 前 言

感谢购置远方 PF300 系列数字功率计(Digital Power Meter)。本用户手册包含仪器功能、操作过程以及安全规定等,为了确保正确使用本仪器,在操作仪器前请仔细阅读手册。请妥善保存手册,以便碰到问题时能快速查阅。

注意:

- 本公司奉行不断完善改进产品的宗旨,因此手册内容有可能改变,恕不另行通知。
- 我们已经尽最大努力准备本手册以确保其准确性,如果有疑问或发现错误,请直接与本公司或本公司授权代理商联系。
- 对于手册内容如有不同理解,以本公司技术部门解释为准。

## 开箱检查

用户第一次打开仪器包装箱时,请对照装箱清单检查仪器和配件,若发现仪器或配件错误、配件不齐或是不正常,请与销售商或生产商联系。

### 温馨敬告尊敬的远方光电客户

“确保品质,持续改进,让每一位客户更加满意”是远方光电的质量方针。为此,远方光电的产品质量和服 务一定要超过我们先前已经作出的承诺,任何一个环节如果我们没有做好,一定要劳您尊驾把有关信息反馈到我们质量监督部门:

电邮: [qc@everfine.cn](mailto:qc@everfine.cn), 或者, 致电: 0571-86698333

您的监督是我们不断前进的动力。

## 版权申明

The copyright of this manual and the related information belong to EVERFINE, and it is protected by the copyright law of People's Republic of China and other relevant international treaties. Copying, modifying, spreading, excerpting, backing up or translating the whole or part contents of this manual by any company or personnel without the written permission of EVERFINE is prohibited. Otherwise it will be treated as infringement and the infringer will assume law responsibility and all loss of EVERFINE. Any infringement related above can be traced back to the responsible user by the unique product number printed in the manual.

If EVERFINE has signed a written agreement with user and the contents in the agreement are in conflict with above terms, the contents in the written agreement have preferential force effect.

本用户手册及包括的任何资料，其版权归远方公司所有，受中华人民共和国著作权法或国际相关法律保护。未经本公司书面许可，任何单位或个人不得以任何方式或形式对本手册部分或全部内容进行复制、修改、传播、摘录、备份、翻译成其他语言。否则将构成对本公司著作权的侵犯，侵权者将承担相关的法律后果以及本公司的全部损失。本用户手册已增加了对应产品的唯一性产品编号，任何上述的侵权行为都可由此追溯到责任用户。

如果本公司与用户签有其他的书面协议，且协议中涉及的本文档所含材料的担保条款与上述条款有冲突，则该书面协议中的担保条款具有优先法律效力。

## 注意事项

为确保操作员的人身安全及预防对仪器造成损坏,使用仪器前请认真阅读并遵守以下规定:

### 使用注意事项:

- 1 仪器的工作电源为 100VAC~240VAC, 50Hz/60Hz;
- 2 仪器内部含精密器件,有些地方具有高压,未经特别许可,请勿取下仪器外壳和拆卸仪器的任何部件。需要内部检查或调试时,请与本公司销售技术服务中心联系;
- 3 在测试过程时,不可触摸仪器的接线端子以及测试线,防止电击;不可带电插拔通讯口;
- 4 当测量回路的电压引入电流输入端子时,请勿触摸传感器输入接口,因为内部这些端电气上是相通的,属于危险操作;
- 5 使用时,请勿将其他物品压在电源线上,确保电源线远离热源;
- 6 防止其他物品堵塞仪器上、下面板上的散热孔,以免引起仪器内部温升过高而造成损坏;
- 7 不要在仪器上放置任何物品,以免损坏仪器,尤其注意不要让金属屑和水、油等液体进入仪器内部,否则将造成不可预料的严重后果;
- 8 如果发现仪器冒烟或有异味时,请立即切断电源,拔下电源插头,并与本公司销售技术服务中心联系;
- 9 如果长时间不使用仪器时,请把电源线插头从电源插座上拔除,请不要靠拉扯电源线来拔电源插头;
- 10 搬运仪器前,一定要确认已拔掉电源线和其他连接线,搬运仪器时,请使用仪器侧面的提手,要轻搬轻放,防止碰撞。

### 存放注意事项

- 1 应将仪器存放于温度介于 0° C 至 45° C 之间、相对湿度小于 80% (温度为 35° C 时) 且无冷凝的环境中。切勿将仪器存放于温度高、湿度大、温度变化快或者容易冷凝的地方。建议存放环境为干燥且温度在 20° C 左右。
- 2 保存好产品包装材料 (纸板箱、垫层、塑料袋等), 以备日后运送仪器之用。

使用包装材料运送仪器，可以保护仪器不受温度的突然变化、冲击和震动的影响，保护仪器在运输过程中免遭损坏。

- 3 勿将仪器存放于有尘土、烟雾或化学气体的环境中。
- 4 避免阳光直射。

#### 校准注意事项

- 1 为保证量值精度，建议定期将仪器或配套标准灯送至远方检测校准中心或它具有相关校准资质的实验室进行校准；
- 2 校准频次建议为至少每年一次；
- 3 更多关于校准的问题，请咨询远方检测校准中心：[calibration@everfine.cn](mailto:calibration@everfine.cn)。

# 目 录

前 言.....	1
版权申明.....	2
注意事项.....	3
目 录.....	5
第一章 概述.....	8
第二章 技术指标.....	9
2.1 主要技术指标.....	9
2.2 常规技术要求.....	14
第三章 仪器面板说明.....	15
3.1 前面板.....	15
3.1.1 面板指示功能.....	16
3.1.2 面板按键功能.....	17
3.1.3 数字与字符显示.....	19
3.2 后面板.....	20
第四章 测量条件设置.....	22
4.1 测量模式.....	22
4.2 接线方式.....	23
4.3 测量量程.....	28
4.3.1 电压、电流量程.....	28
4.3.2 量程设置.....	28
4.3.3 自动量程切换条件.....	29
4.3.4 量程跳转.....	30
4.3.5 量程检测.....	30
4.3.6 功率量程.....	30
4.4 外部电流传感器输入.....	34
4.5 互感器变比.....	36
4.5.1 互感器变比系数设置.....	36

4.5.2 变比开启或关闭.....	37
4.5.3 互感器接线方法.....	37
4.6 波峰比.....	38
4.7 测量同步源.....	39
4.8 滤波器.....	40
4.9 数据刷新率.....	41
4.10 平均.....	42
4.10.1 平均方法.....	42
4.10.2 平均功能设置.....	42
4.11 数据保持.....	44
4.11.1 数据保持.....	44
4.11.2 单次测量.....	44
4.11.3 峰值保持.....	44
第五章 测量功能.....	45
5.1 常规测量功能.....	45
5.1.1 常规测量参数.....	45
5.1.2 窗口显示.....	45
5.1.3 使用方法.....	46
5.2 积分测量功能.....	49
5.2.1 积分模式.....	49
5.2.2 积分测量参数.....	49
5.2.3 窗口显示.....	50
5.2.4 使用方法.....	51
5.3 谐波测量功能.....	54
5.3.1 谐波测量参数.....	54
5.3.2 窗口显示.....	56
5.3.3 使用方法.....	57
5.4 存储功能.....	60
5.4.1 测量数据存储.....	60

5.4.2 测量配置存储.....	61
第六章 其它功能.....	63
6.1 查看系统信息.....	63
6.2 初始化设置.....	63
6.3 零位补偿.....	64
6.4 按键锁定功能.....	64
6.5 计算功能.....	65
6.5.1 波峰比计算.....	65
6.5.2 效率计算.....	66
第七章 软件使用说明.....	67
7.1 系统要求.....	67
7.2 软件安装.....	67
7.3 软件概述.....	68
7.4 测量设置.....	70
7.5 测量显示.....	72
第八章 常见故障及排除.....	76
8.1 常见故障及处理.....	76
8.2 错误代码查询.....	76
第九章 仪器的校准与检验.....	79
9.1 校准与检验条件.....	79
9.2 校准与检验所依据技术文件.....	79
9.3 校准与检验设备.....	79
9.4 检验项目及方法.....	80
9.4.1 校准与检验项目.....	80
9.4.2 校准与检验方法.....	80
附录.....	82
附录 I 测量参数符号及其定义.....	82
附录 II 菜单设置流程.....	84

# 第一章 概述

PF300 系列数字功率计是紧凑型、多功能数字功率计，适用于生产、测试、评价和科研等多领域的应用需求。

产品执行标准：Q/HYG 003-2014 智能电量测量仪。

PF300 系列数字功率计功能及特点：

## (1) 测量单元

PF310/PF310A：单通道测量单元；

PF330：三通道测量单元。

## (2) 宽测量范围

电压：PF310/PF310A/PF330：75mV~600V；

电流：PF310/PF310A：25uA~20A；PF330：50uA~20A；

频率：DC、0.5Hz~100kHz。

此外，本仪器具有变比功能，可通过外接电压、电流互感器进行测量，测量大电流时还可使用外接电压输出型电流传感器接口。

## (3) 多参量同步测量

可同时进行常规测量、谐波测量和积分测量。

## (4) 自动量程功能

常规测量时指定量程的自动跳转功能。

积分功能时自动量程功能。

## (5) 峰值保持功能

可保持电压、电流的真有效值、最大值与最小值、有功功率、无功功率和视在功率的最大值。

## (6) 效率计算功能（仅 PF330）

单台仪器即可实现效率计算。

## (7) 快速显示与数据更新

数据更新率可供选择，最快可达 0.1s。

## (8) PC 软件

提供专用应用软件，快速设置测量参数，获取测量数据与波形。

## (9) 通讯接口

标配：USB，可改选 RS-232、GP-IB 或 LAN。

## 第二章 技术指标

### 2.1 主要技术指标

#### (1) 输入指标

表 2.1 输入指标

项 目	电 压	电 流
输入端子	小接线柱	直接输入：大接线柱 外部电流传感器输入：绝缘BNC接口
输入类型	安全隔离的浮置输入	
	电阻分压	分流器输入
输入阻抗	约 $2M\Omega+13pF$	PF310/PF310A直接输入： 约 $500m\Omega+10\mu H$ (200mA及以下量程) 约 $5m\Omega+10\mu H$ (0.25A及以上量程) PF330直接输入：约 $5m\Omega+10\mu H$ PF310/PF310A/330外部输入：约 $20k\Omega$
测量量程 (RMS)	PF310/PF310A/PF330直接输入： CF=3: 15V/30V/60V/150V/300V/600V CF=6: 7.5V/15V/30V/75V/150V/300V	PF310/PF310A直接输入： CF=3: 5mA/10mA/20mA/50mA/100mA/ 200mA/0.5A/1A/2A/5A/10A/20A CF=6: 2.5mA/5mA/10mA/25mA/50mA/100mA/0.25A/0.5A/1A/2.5A/5A/10A
		PF330直接输入： CF=3: 0.5A/1A/2A/5A/10A/20A CF=6: 0.25A/0.5A/1A/2.5A/5A/10A
		PF310/PF310A/PF330外部输入： CF=3: 50mV/100mV/200mV CF=6: 25mV/50mV/100mV
频率范围	DC, AC 0.5Hz ~ 100kHz	
瞬时最大允许输入 ( $\leq 1s$ )	2kVpk和1.5kVrms中取较小值	90Apk和30Arms中取较小值
连续最大允许输入	1.5kVpk和1kVrms中取较小值	60Apk和22Arms中取较小值
滤波器	线路滤波器：可选择OFF、500Hz或5kHz	
	频率滤波器：可选择OFF、500Hz或5kHz	

(2) 测量准确度

表 2.2 电压、电流和有功功率测量准确度

测量条件	温 度: 23°C±5°C	
	湿 度: 30%RH~75%RH	
	输入波形: 稳定正弦波	
	输入范围: 10%~100%量程	
	共模电压: 0 V	
	功率因数: COSΦ=1	
	波 峰 比: CF=3	
项目	电压 (V) / 电流 (A)	有功功率 (W)
DC	±(0.1%读数+0.1%量程+1字)	±(0.1%读数+0.2%量程+1字)
10Hz≤f<45Hz	±(0.1%读数+0.2%量程+1字)	±(0.3%读数+0.2%量程+1字)
45Hz≤f≤65Hz	±(0.05%读数+0.1%量程+1字)	±(0.05%读数+0.1%量程+1字)
65Hz<f≤1kHz	±(0.1%读数+0.2%量程+1字)	±(0.2%读数+0.2%量程+1字)
1kHz<f≤10kHz	±(0.07×f%读数+0.3%量程+1字)	±[(0.1%读数+0.3%量程) +(0.067×(f-1)%读数)+1字]
10kHz<f≤100kHz	±[(0.5%读数+0.5%量程) +(0.04×(f-10)%读数)+1字]	±[(0.5%读数+0.5%量程) +(0.09×(f-10)%读数)+1字]
备注	频率 f	读数误差公式中的 f 是输入信号的频率, 单位是 kHz。
	线路滤波器影响	测量时可选择使用低通滤波器, 截止频率 500Hz 或 5kHz。 开启线路滤波器时, 45Hz≤f≤65Hz, 在测量准确度上增加 ±0.5% 量程。
	波峰比影响	波峰比设为 6 时量程误差是波峰比为 3 时量程误差的 2 倍。
	温度影响	在 5°C~18°C 和 28°C~40°C 时, 在上述准确度上增加 ±0.02% 量程/°C。
	100%~130% 量程	在上述准确度上增加 ±0.5% 读数。
	频率影响	0.5Hz~10Hz: 所有测量显示值为参考值。 DC, 10Hz~45Hz, 400Hz~100kHz: 电流超过 20A 时, 功率准确度为参考值。
	其它	对于直接输入电流量程, 在电流准确度上增加 ±10 μ A, 在功率准确度上增加量程的 (±10 μ A/直接电流量程) × 100%。 对于外部输入电流量程, 在电流准确度上增加 ±100 μ V, 在功率准确度上增加量程的 (±100 μ V/外部电流传感器量程) × 100%。

**(3) 电压、电流、有功功率测量**

表 2.3 测量设置参数

测量模式	RMS、MEAN、DC
接线方式 (仅 PF330)	单相 2 线制(1P2W)、单相 3 线制(1P3W)、三相 3 线制(3P3W)、三相 4 线制(3P4W)、3 电压 3 电流表(3V3A)
波峰比	3 或 6
量程切换	手动或自动量程
自动量程	量程升档 (当满足以下任一条件时量程将自动升档): (1) Urms或Irms值超过当前测量量程130%; (2) CF=3时, Upk或Ipk值信号超过当前测量量程的300%; CF=6时, Upk或Ipk值信号超过当前测量量程的600% 量程降档 (当满足以下所有条件时量程将自动降档): (1) Urms或Irms值小于等于当前测量量程30%; (2) Urms或Irms值小于等于下档测量量程的125%; (3) CF=3时, Upk或Ipk值小于下档量程的300%; CF=6时, Upk或Ipk值小于下档量程的600%。
测量同步源	可选择信号的电压、电流或数据更新周期的整个区间作为测量时的同步源。
线路滤波器	可选择OFF、500Hz或5kHz
峰值测量	电压最大值、电压最小值、电流最大值、电流最小值
零位补偿	补偿零电平

**(4) 频率测量**

表 2.4 频率测量范围与数据刷新率关系

测量对象	各测量单元的电压与电流	
测量方法	定时计数法	
测量范围	数据刷新率	测量频率范围
	0.1s	DC, 25Hz≤f<100kHz
	0.25s	DC, 10Hz≤f<100kHz
	0.5s	DC, 5Hz≤f<100kHz
	1s	DC, 2.5Hz≤f<100kHz
	2s	DC, 1.5Hz≤f<100kHz
5s	DC, 0.5Hz≤f<100kHz	
测量准确度	±0.06%读数	

**备注**

- 为确保测量准确度, 当 CF=3 (或 6) 时, 电压或电流信号需大于量程的 30% (或 60%)。
- 可选频率滤波器: OFF、5kHz、500Hz。

(5) 运算

表 2.5  $\Sigma$  运算公式 (仅 PF330)

		单相 3 线制 (1P3W)	三相 3 线制 (3P3W)	三相 4 线制 (3P4W)	3 电压 3 电流表 (3V3A)
U $\Sigma$ [V]		(U1+U3)/2		(U1+U2+U3)/3	
I $\Sigma$ [A]		(I1+I3)/2		(I1+I2+I3)/3	
P $\Sigma$ [W]		P1+P3		P1+P2+P3	P1+P3
S $\Sigma$ [VA]	S <sub>i</sub> =U <sub>i</sub> ×I <sub>i</sub>	S1+S3	$\frac{\sqrt{3}}{2}(S1+S3)$	S1+S2+S3	$\frac{\sqrt{3}}{3}(S1+S2+S3)$
Q $\Sigma$ [var]	Q <sub>i</sub> = $\sqrt{S_i^2 - P_i^2}$	Q1+Q3		Q1+Q2+Q3	Q1+Q3
$\lambda\Sigma$	$\lambda_i=P_i/S_i$	P $\Sigma$ /S $\Sigma$			
$\Phi\Sigma$ [deg]	$\Phi_i=\cos^{-1}(P_i/S_i)$	$\cos^{-1}(P\Sigma/S\Sigma)$			
备注	i 为输入单元编号; S、Q、 $\lambda$ 和 $\Phi$ 通过电压、电流和有功功率的测量值计算而来, 因此, 输入失真信号时, 这些数值可能与基于不同测量原则的其他测量仪器的测量结果略有不同。				

表 2.6 其它运算

相位超前与滞后	在下列条件下, 可以准确检测输入电压、电流的超前和滞后: <ul style="list-style-type: none"> <li>• 正弦波</li> <li>• CF=3(或 6)时, 测量值大于等于测量量程的 50% (或 100%)</li> <li>• 频率: 20Hz ~ 2kHz</li> <li>• 相位差: <math>\pm(5^\circ \sim 175^\circ)</math></li> </ul>
变比	仪器提供变比功能来测量大电压 (超 600V) 和大电流 (超 20A), 将互感器 Voltage transformer (VT)、Current transformer (CT) 的输出信号输入到仪器时, 需设置 VT 变比系数 (V)、CT 变比系数 (A) 和功率系数 (F)。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 默认设置: V=1.000、C=1.000、F=1.000</li> <li>• 有效位数: 根据电压和电流量程的有效位数自动设置</li> <li>• 设置范围: 0.001 ~ 9999</li> </ul>
平均	选择以下 2 种方法。 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 算术移动平均(LIN)</li> <li>• 指数平均(EXP)</li> </ul> 从 8、16、32 和 64 中选择指数平均的衰减常数或移动平均常数。
效率 (仅 PF330)	PF330 通过功率测量单元的配合来计算效率。
波峰比	计算电压和电流的波峰比(峰值/真有效值)。

**(6) 积分测量****表 2.7 积分测量功能**

积分模式	手动积分、标准积分或连续重复积分。
时间基准	专用实时时钟芯片提供时间基准，精度： $\pm 0.005\%$ 。
积分时间	0 小时 00 分钟 00 秒 到 9999 小时 59 分钟 59 秒。
积分项目	Wh、Wh+、Wh-、Ah、Ah+、Ah-。
积分准确度	功率准确度或电流准确度基础上增加 $\pm 0.1\%$ 读数（固定量程）。 自动量程情况下： 量程切换时，不执行测量，量程切换后的首个测量值和不测量期间将被追加。
量程设置	自动量程或固定量程。

**(7) 谐波测量****表 2.8 谐波测量功能**

方法	锁相环（PLL）同步法。
分析项目	电压、电流和有功功率的各次谐波成分的有效值和相对值，总谐波电压、总谐波电流、总谐波功率、电压总谐波失真、电流总谐波失真。
频率范围	PLL 源基波频率在 20Hz~2.56kHz 范围内。
PLL 源	CF=3（或 6）时，电压或电流输入信号大于等于量程的 50%（或 100%） 当基波频率小于等于 200Hz 时应开启 500Hz 的频率滤波器。
FFT 数据字长	2048
窗口功能	矩形
准确度	常规准确度基础上增加 $\pm 0.2\%$ 量程。

**表 2.9 基波频率、采样频率及最大谐波分析次数的关系**

基波频率 f (Hz)	采样速率(Hz)	窗口宽度	最高谐波分析次数
$20\text{Hz} \leq f < 40\text{Hz}$	$f \times 2048$	1	50
$40\text{Hz} \leq f < 80\text{Hz}$	$f \times 1024$	2	50
$80\text{Hz} \leq f < 160\text{Hz}$	$f \times 512$	4	50
$160\text{Hz} \leq f < 320\text{Hz}$	$f \times 256$	8	50
$320\text{Hz} \leq f < 640\text{Hz}$	$f \times 128$	16	50
$640\text{Hz} \leq f < 1280\text{Hz}$	$f \times 64$	32	32
$1280\text{Hz} \leq f < 2560\text{Hz}$	$f \times 32$	64	16

**(8) 显示****表 2.10 显示及刷新**

显示窗口	4 窗口
显示类型	7 段 LED
数据更新周期	0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s、5s
保持	保持测量值
单次测量更新	Hold 时，每按一次 SINGLE 键更新一次显示值
峰值保持	保持 U、I、P、S、Q、Upk $\pm$ 、Ipk $\pm$

## (9) 通讯

表 2.11 通讯设置

通讯接口	标配：USB，可改选 RS-232、GP-IB 或 LAN。
RS-232 波特率	9600、19200、38400、57600、115200
GP-IB 地址	0、1、2……31

## 2.2 常规技术要求

表 2.12 常规技术要求

预热时间	≥30 分钟
工作环境	温度：5℃~40℃ 湿度：20%R.H.~80%R.H.（无结露）
绝缘电阻	信号输入端、外壳、电源输入端相互间绝缘电阻大于 50MΩ。
耐 压	信号输入端与外壳之间、信号输入端与电源输入端之间 1 分钟耐压 AC2000V，外壳与电源输入端之间 1 分钟耐压 DC2200V。
供电电源	100VAC~240VAC，50Hz/60Hz
机箱尺寸	248mm×147mm×384mm（W×H×D）
重 量	PF310：5.3kg PF310A：3.4kg PF330：6.6kg

## 第三章 仪器面板说明

### 3.1 前面板

PF310前面板，如图3.1所示。



图3.1 PF310前面板

PF330前面板，如图3.2所示。



图3.2 PF330前面板

PF310A前面板，如图3.3所示。



图3.3 PF310A前面板

### 3.1.1 面板指示功能

表 3.1 PF310/330 面板指示功能

指示灯	功能描述
UPDATE	数据刷新指示灯：数据刷新时，指示灯闪烁；HOLD 状态，指示灯常灭。
CHECK RANGE VOLTAGE CURRENT	电压、电流信号超出 130%量程范围时，指示灯亮。
MODE RMS MEAN DC	电压、电流测量模式指示灯： RMS：真有效值 MEAN：整流校正值 DC：算术平均值
PEAK HOLD	峰值保持指示灯：开启峰值保持功能时，指示灯点亮。
RANGE(A、B 窗口)	量程跳转指示灯：开启量程跳转功能时，指示灯点亮。
MATH(C 窗口)	计算功能指示灯：C 窗口选择显示计算功能参数时指示灯点亮。
THD(A 窗口)	总谐波失真指示灯：D 窗口选择显示电压或电流总谐波失真时指示灯亮。
LINE	线路滤波指示灯：开启线路滤波功能时，指示灯点亮。
FREQ	频率滤波指示灯：开启频率滤波功能时，指示灯点亮。
AVG	平均功能指示灯：开启平均功能时，指示灯点亮。
SCALING	互感器变比指示灯：开启变压功能时，指示灯点亮。
HARM	谐波测量指示灯：开启谐波测量功能时，指示灯亮。
STORE	测量数据保存指示灯：按设定的时间间隔进行保存数据时，指示灯闪烁。
LOCK	按键锁定指示灯：开启按键锁定功能时，指示灯点亮。
REMOTE	远程指示灯：仪器处于远程控制模式时，指示灯点亮。

表 3.2 PF310A 面板指示功能

指示灯	功能描述
UPDATE	数据刷新指示灯：数据刷新时，指示灯闪烁；HOLD 状态，指示灯常灭。
RANGE	量程跳转指示灯：开启量程跳转功能时，指示灯点亮。
M RMS M MEAN M DC	电压、电流测量模式指示灯： RMS：真有效值 MEAN：整流校正值 DC：算术平均值
MAX HOLD	最大值保持指示灯：开启峰值保持功能时，指示灯点亮。
LINE	线路滤波指示灯：开启线路滤波功能时，指示灯点亮。
FREQ	频率滤波指示灯：开启频率滤波功能时，指示灯点亮。
AVG	平均功能指示灯：开启平均功能时，指示灯点亮。
SCALING	互感器变比指示灯：开启变压功能时，指示灯点亮。
STORE	测量数据保存指示灯：按设定的时间间隔进行保存数据时，指示灯闪烁。
V OVER	电压信号超出 130%量程范围时，指示灯亮。
A OVER	电流信号超出 130%量程范围时，指示灯亮。
MATH	计算功能指示灯：C 窗口选择显示计算功能参数时指示灯点亮。
THD	总谐波失真指示灯：D 窗口选择显示电压或电流总谐波失真时指示灯亮。

## 3.1.2 面板按键功能

表 3.3 PF310/330 面板按键功能

功能分类	按键	功能描述
显示切换	FUNCTION	选择显示的参数
	ELEMENT (仅 PF330)	选择显示的单元：1、2、3、 $\Sigma$
测量量程与模式	V RANGE	显示电压量程设置菜单，当电压量程为自动量程时，V RANGE 对应“AUTO”指示灯点亮。
	A RANGE	显示电流量程设置菜单，当电流量程为自动量程时，A RANGE 对应“AUTO”指示灯点亮。
	SHIFT+V RANGE (MODE)	切换测量模式：RMS、MEAN、DC。
接线方法 (仅 PF330)	WIRING	选择后面板电压、电流接线端所采用的接线方法。
显示保持	SHIFT+A RANGE (PEAK HOLD)	开启或关闭峰值保持。当开启时，“PEAK HOLD”指示灯点亮；当关闭时，指示灯熄灭。
	HOLD	数据保持开关，开启时保持当前的显示数据，“UPDATE”指示灯为熄灭状态，再按一次，将刷新显示数据，此时“UPDATE”指示灯正常闪烁。
	SHIFT+HOLD (SINGLE)	HOLD 时，每按一次 SINGLE 键更新一次显示值。
通用设置	▲、▼	选择设置参数与设置数值。
	SHIFT+▲ (▶)	向右循环移动当前设置的数据位。

	SHIFT+▼ (◦)	向右循环移动当前设置的小数点位。
	ENTER	进入菜单或确认所设置的参数。
零位补偿	SHIFT+ENTER (CAL)	零位校准功能。
积分	START	开始积分。
	STOP	结束积分。
	SHIFT+START (INTEG SET)	积分设置菜单,可设置积分模式、积分时间等参数。
	SHIFT+STOP (INTEG RESET)	复位积分值及积分时间。
通讯接口	INTERFACE	显示通讯接口设置菜单及通讯信息。
按键锁定	SHIFT+INTERFACE (LOCK)	开启或关闭按键锁定功能。开启时,“LOCK”指示灯点亮,再按 LOCK 键可解除按键锁定功能。
其他	ESC	退出设置菜单。
	SETUP	设置测量同步源、滤波器、变比、外部传感器、平均、计算、数据刷新间隔等参数。
	SHIFT+SETUP (UTILITY)	显示系统信息(如仪器型号、软件版本)、初始化设置、设置波峰比、测量数据存储、开启量程跳转功能等。
	SAVE/LOAD	保存或加载测量配置参数。
	SHIFT+SAVE/LOAD (HARM)	谐波分析开启(PF330 含通道选择)或关闭、同步源、分析次数、计算方法。
	SHIFT+SHIFT (LOCAL)	本地端退出远程。

表 3.4 PF310A 面板按键功能

功能分类	按键	功能描述
显示切换	FUNCTION(无丝印,显示窗口右边按键)	选择显示的参数。 注: Shift+FUNCTION 实现逆向选择。
测量量程与模式	V RANGE	显示电压量程设置菜单,当电压量程为自动量程时,“V RANGE”按键指示灯点亮。
	A RANGE	显示电流量程设置菜单,当电流量程为自动量程时,“A RANGE”按键指示灯点亮。
	SHIFT+V RANGE (MODE)	切换测量模式: RMS、MEAN、DC。
显示保持	SHIFT+A RANGE (MAX HOLD)	开启或关闭峰值保持。当开启时,“MAX HOLD”指示灯点亮;当关闭时,指示灯熄灭。
	HOLD	数据保持开关,开启时保持当前的显示数据,“UPDATE”指示灯为熄灭状态,再按一次,将刷新显示数据,此时“UPDATE”指示灯正常闪烁。
	SHIFT+HOLD (SINGLE)	HOLD 时,每按一次 SINGLE 键更新一次显示值。
导航键	▲、▼、	选择设置参数与设置数值。

	◀、▶	向左或右循环移动当前设置的数据位。
	SHIFT+◀或▶	向左或右循环移动当前设置的小数点位。
	ENTER	进入菜单或确认所设置的参数。
零位补偿	SHIFT+ENTER (CAL)	零位校准功能。
积分	START	开始积分。
	STOP	结束积分。
	SHIFT+START (INTEG SET)	积分设置菜单,可设置积分模式、积分时间等参数。
	SHIFT+STOP (INTEG RESET)	复位积分值及积分时间,退出积分状态。
按键锁定	LOCK	开启或关闭按键锁定功能。开启时,“LOCK”按键指示灯点亮,再按 LOCK 键可解除按键锁定功能。
通讯接口	SHIFT+LOCK (INTERFACE)	显示通讯接口设置菜单及通讯信息。
其他	ESC	退出设置菜单。
	SETUP	设置测量同步源、滤波器、变比、外部传感器、平均、计算、数据刷新间隔等参数。
	SHIFT+SETUP (UTILITY)	显示系统信息(如仪器型号、软件版本)、初始化设置、设置波峰比、测量数据存储、开启量程跳转等功能。
	HARM	谐波分析开启或关闭、同步源、分析次数、计算方法。谐波分析开启时,“HARM”按键指示灯点亮。
	SHIFT+HARM (SAVE/LOAD)	保存或加载测量配置参数。
	SHIFT+SHIFT (LOCAL)	本地端退出远程。

### 3.1.3 数字与字符显示

表 3.5 数字与字符显示对照表

0 → 0	A → A	K → K	U → U	+ → +
1 → 1	B → B	L → L	V → V	- → -
2 → 2	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	c → c	
7 → 7	H → H	R → R	h → h	
8 → 8	I → I	S → S	i → i	
9 → 9	J → J	T → T	u → u	

### 3.2 后面板

PF310、PF310A后面板，如图3.4、3.5所示。

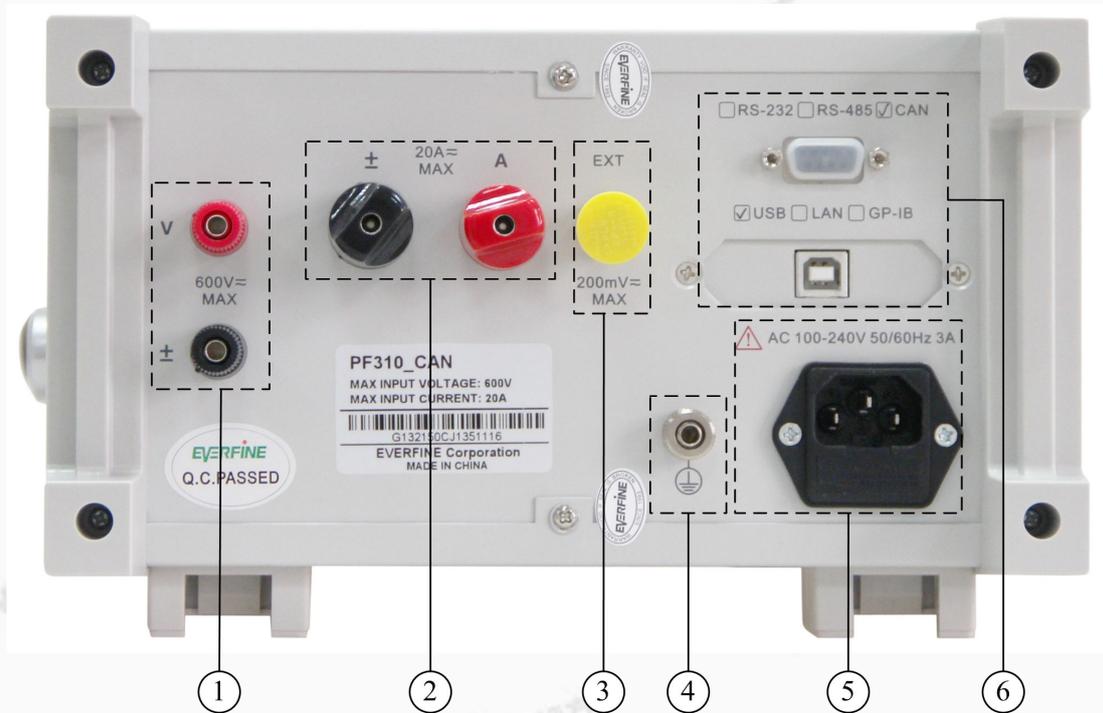


图3.4 PF310后面板

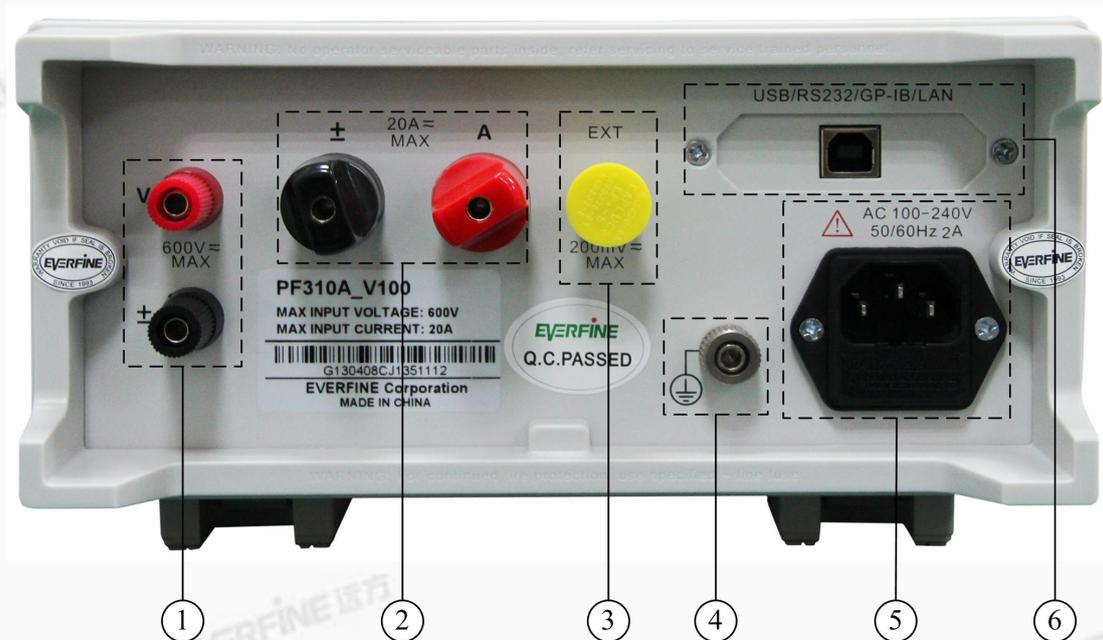


图3.5 PF310A后面板

表 3.6 PF310/PF310A 后面板部件

序号	部件	功能描述
①	电压输入接线柱	黑色为±端，红色为V端
②	电流输入接线柱	黑色为±端，红色为A端
③	绝缘 BNC 接口	外部电流传感器输入接口
④	接地端子	为保证安全，使用时请务必保证仪器可靠接地
⑤	电源插座	仪器电源输入端口，带 3A 或 2A 保险丝
⑥	通信接口	PF310：标配：USB，可改选：RS-232、RS-485、CAN、LAN 或 GP-IB； PF310A：标配：USB，可改选：RS-232、LAN 或 GP-IB

注：禁止同时使用电流输入接线柱与绝缘BNC接口。

PF330后面板，如图3.6所示。

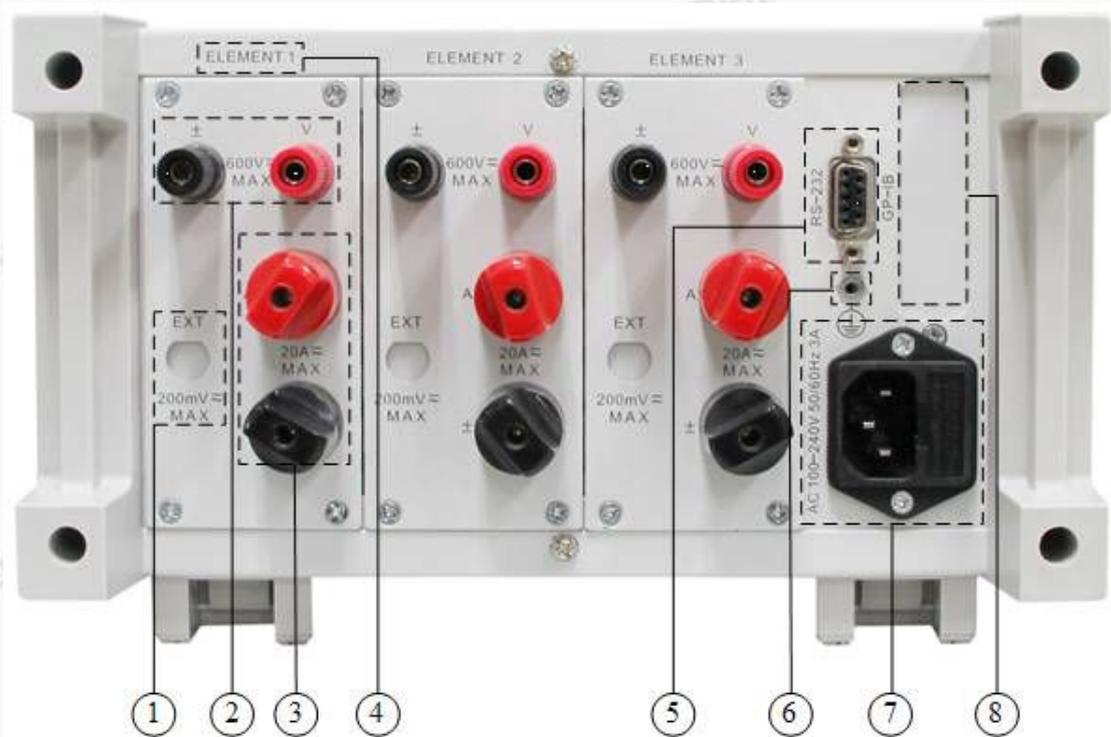


图3.6 PF330后面板

表 3.7 PF330 后面部件

序号	部件	功能描述
①	绝缘 BNC 接口	外部电流传感器输入端子
②	电压输入接线柱	黑色为±端，红色为V端
③	电流输入接线柱	黑色为±端，红色为A端
④	功率测量单元标识	Element 1~3 用于区分三个功率测量单元
⑤	通讯接口	标配：USB 可改选：RS-232、GP-IB 或 LAN。
⑥	接地端子	为保证安全，使用时请务必保证仪器可靠接地
⑦	电源插座	仪器电源输入端口，带 3A 保险丝
⑧	GP-IB (选配)	通讯接口 GP-IB

## 第四章 测量条件设置

### 4.1 测量模式

在测量电压和电流时，本仪器共有三种测量模式可供选择使用。

表4.1 测量模式

模式	指示灯	电压公式	电流公式
真有效值	RMS	$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T V^2(t) dt}$	$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I^2(t) dt}$
整流校正值	MEAN	$U_{mn} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \frac{1}{T} \int_0^T  V(t)  dt$	$I_{mn} = \frac{\pi}{2\sqrt{2}} \frac{1}{T} \int_0^T  I(t)  dt$
线性平均值	DC	$U_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T V(t) dt$	$I_{dc} = \frac{1}{T} \int_0^T I(t) dt$

整流校正值：校准到有效值的整流平均值。

线性平均值：电压或电流一个周期的平均值。

按 SHIFT+V RANGE(MODE)键，选择切换测量模式，切换顺序如图 4.1 所示。



图4.1 测量模式切换

#### 备注

- 测量模式的改变，会影响电压、电流及视在功率的测量值，但不影响有功功率测量值。
- 开启谐波测量时，测量模式自动设置为 RMS 模式。
- 在 HOLD 指示灯亮时，测量模式不允许用户改变。
- 在进入积分状态前，可选择使用任意一种测量模式，但进入积分状态后，就不再允许改变测量模式。

## 4.2 接线方式

在测量电压和电流时，PF300 有多种接线方式可供选择使用。接线方式与测量计算结果的关系详见表 2.5。

表4.2 接线方式

接线方式	测量单元
单相 3 线制 (1P3W)	单元 1、单元 3 (单元 2 处于 1P2W 方式)。
三相 3 线制 (3P3W)	单元 1、单元 3 (单元 2 处于 1P2W 方式)。
三相 4 线制 (3P4W)	单元 1、单元 2、单元 3。
3 电压 3 电流表 (3V3A)	单元 1、单元 2、单元 3。

外部电流互感器接线时，等效图如下图 4.1。

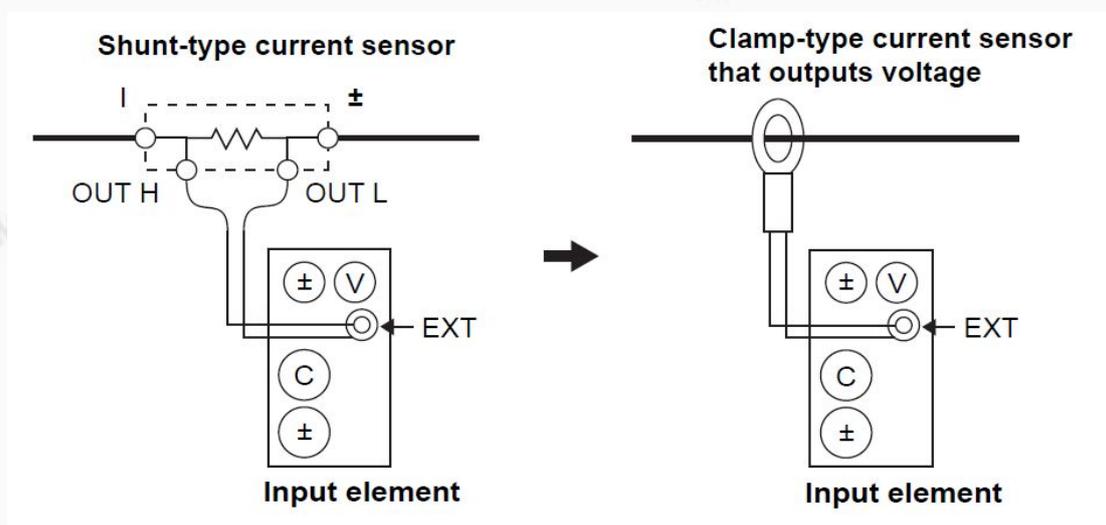
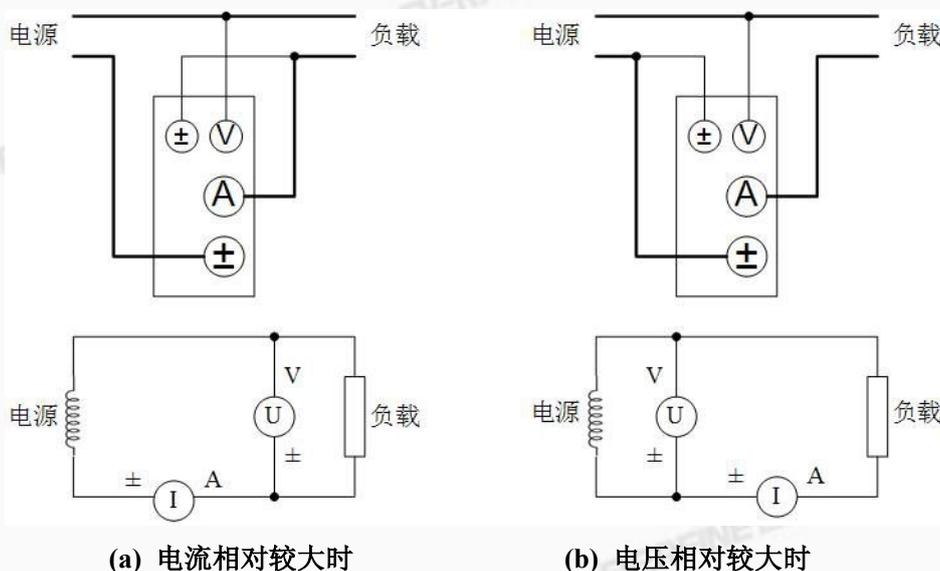


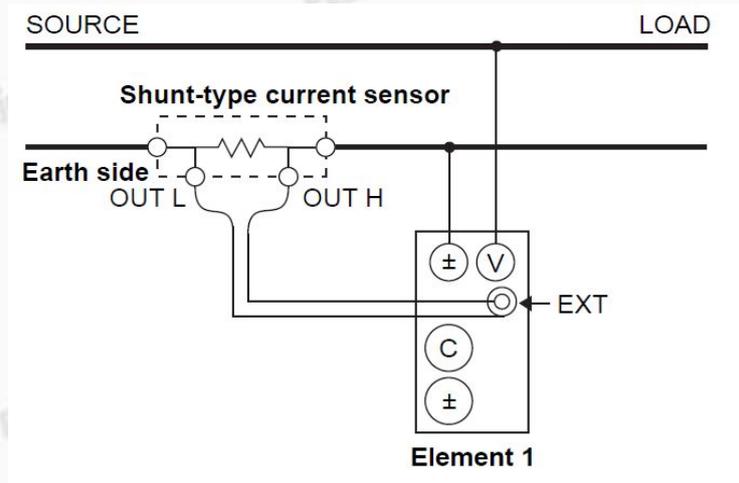
图4.2 外部电流互感器接线等效图

### (1) 1P2W 接线方式



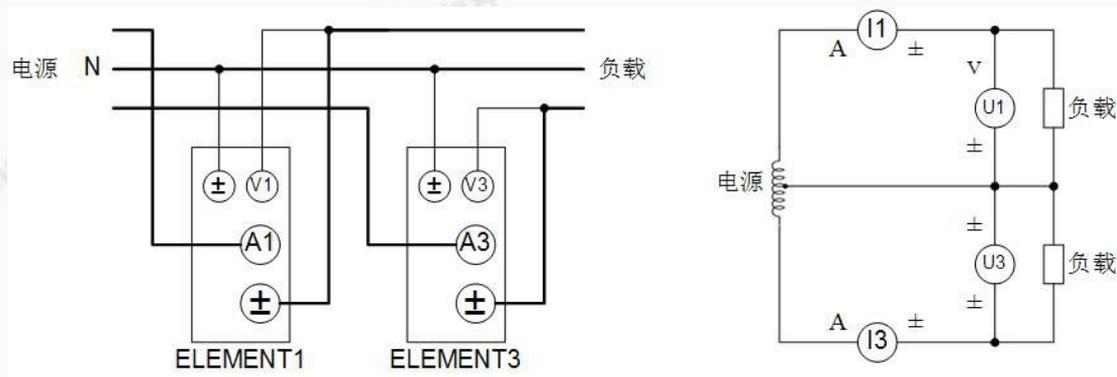
(a) 电流相对较大时

(b) 电压相对较大时

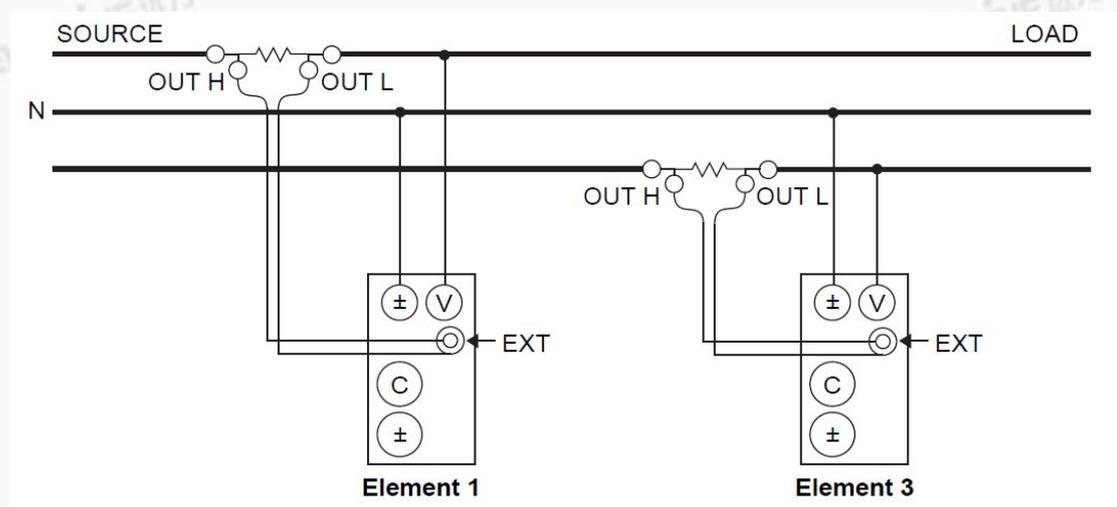


(c) 外部电流互感器接线时  
图4.3 1P2W接线方式

(2) 1P3W 接线方法

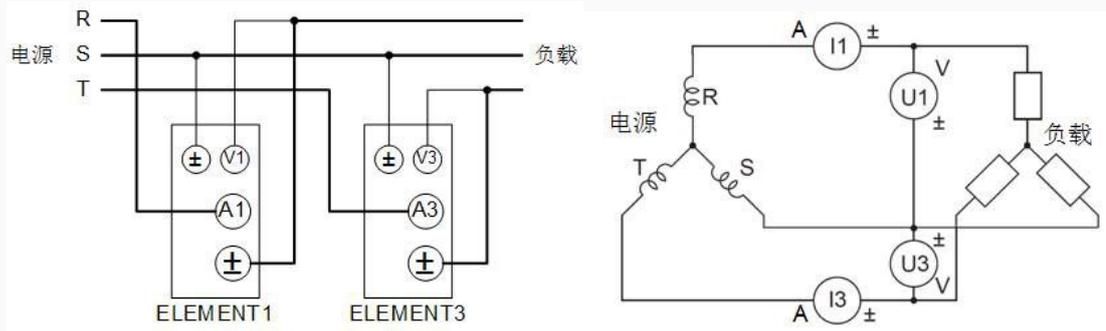


(a) 内部电流量程接线时

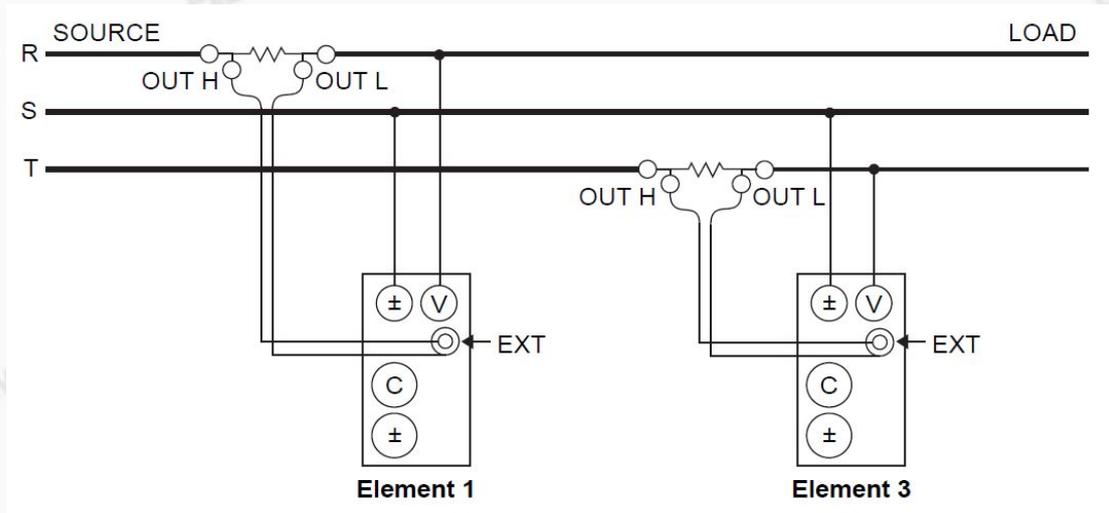


(b) 外部电流互感器接线时  
图4.4 1P3W接线方式

(3) 3P3W 接线方式



(a) 内部电流量程接线时

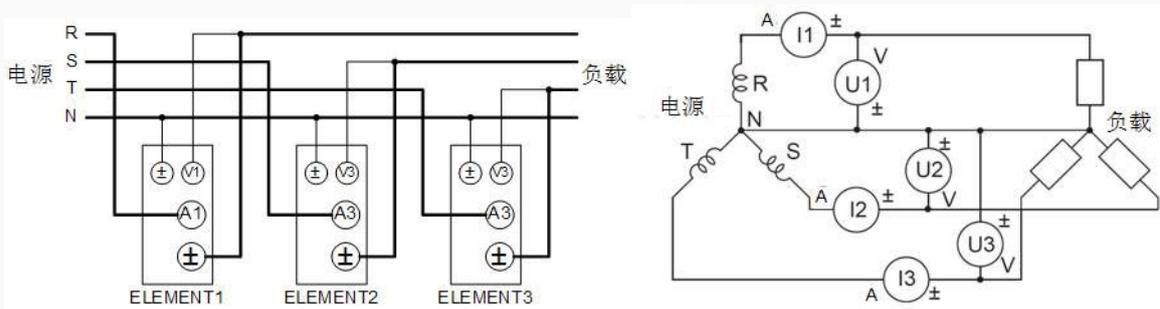


(b) 外部电流互感器接线时

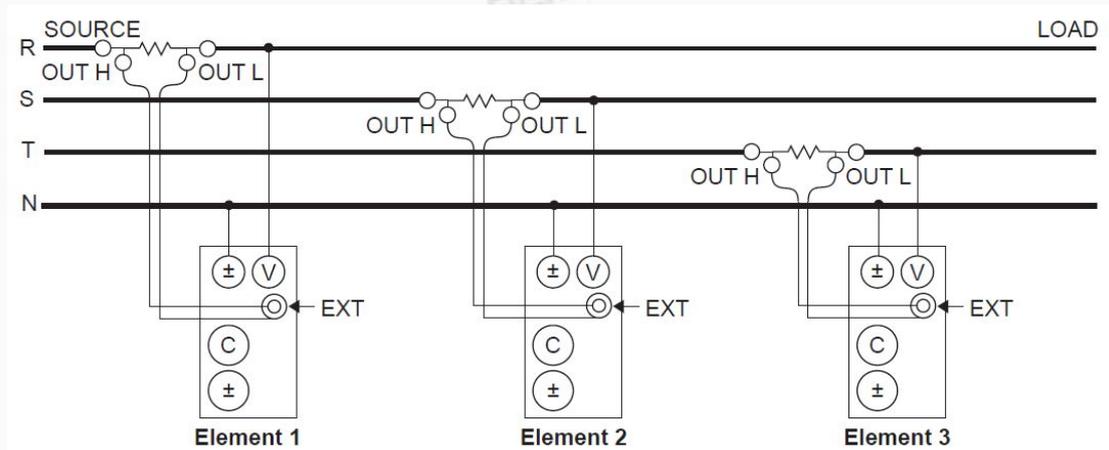
图4.5 3P3W接线方式

接线说明：3P3W系统中不含中性线，此处将S作为虚拟中性线N。

(4) 3P4W 接线方式



(a) 内部电流量程接线时

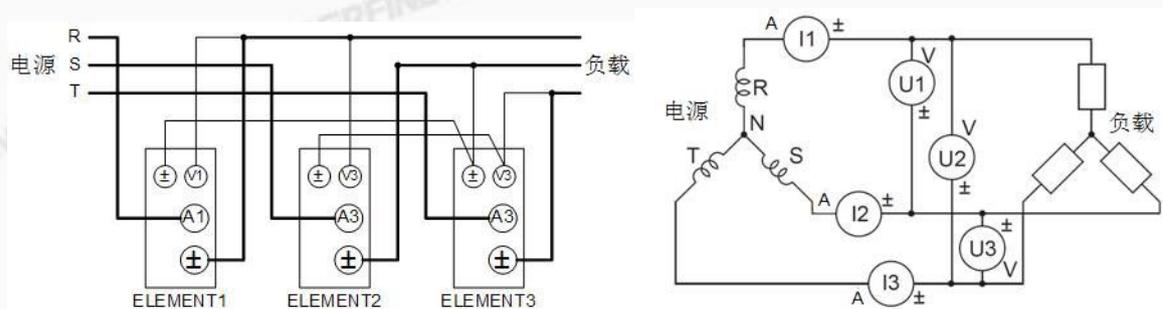


(b) 外部电流互感器接线时

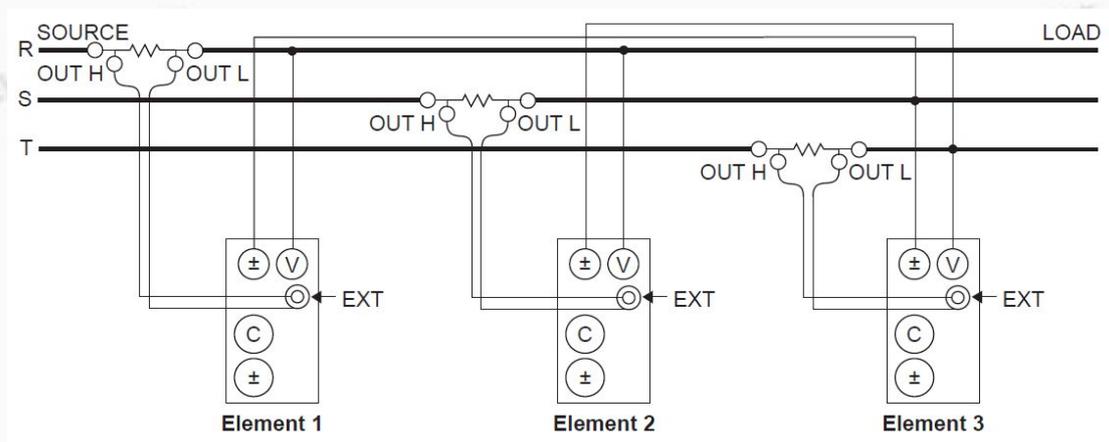
图4.6 3P4W接线方式

接线说明：3P4W系统中含中性线，以N线作为参考端。

(5) 3V3A 接线方式



(a) 内部电流量程接线时



(b) 外部电流互感器接线时

图4.7 3V3A接线方式

注意

- PF310/PF310A: 只能接单相 2 线制 (1P2W)。
- PF330: 请选择与测量电路相一致的接线方式，否则可能导致测量结果错误。  
当测量单相 2 线信号时，可任选单元 1、2 或 3。

- 以上接线中，粗线表示电流回路，细线表示电压回路。
  - 一般而言，先接电流回路，后接电压回路的接线方法更简单方便。
-

## 4.3 测量量程

### 4.3.1 电压、电流量程

(1) 电压量程（直接输入）：

CF=3时：15V、30V、60V、150V、300V、600V。

CF=6时：7.5V、15V、30V、75V、150V、300V。

(2) 电流量程（直接输入）：

1) PF310/PF310A：

CF=3时：5mA、10mA、20mA、50mA、100mA、200mA、  
0.5A、1A、2A、5A、10A、20A。

CF=6时：2.5mA、5mA、10mA、25mA、50mA、100mA、  
0.25A、0.5A、1A、2.5A、5A、10A。

2) PF330：

CF=3时：0.5A、1A、2A、5A、10A、20A。

CF=6时：0.25A、0.5A、1A、2.5A、5A、10A。

(3) 电流量程（外部传感器输入）：

CF=3时：50mV、100mV、200mV。

CF=6时：25mV、50mV、100mV。

以上各档均可手动或自动设置量程，并可通过PC软件配置量程实现自动量程跳转功能。

### 4.3.2 量程设置

电压量程设置方法如图4.7所示。

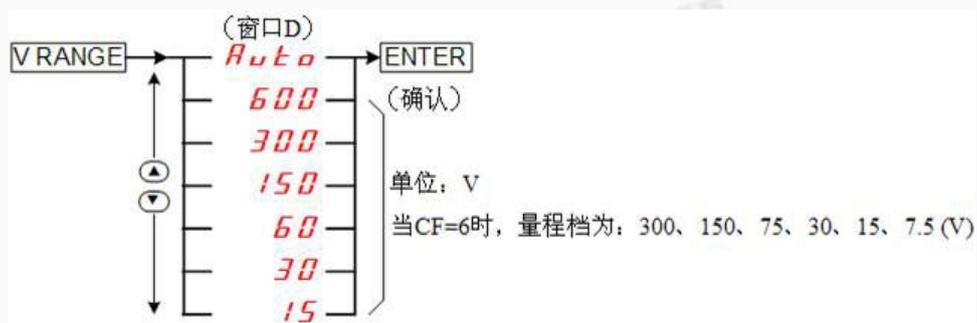


图4.8 电压量程设置

PF310/PF310A、PF330电流量程设置方法分别如图4.8、4.9所示。

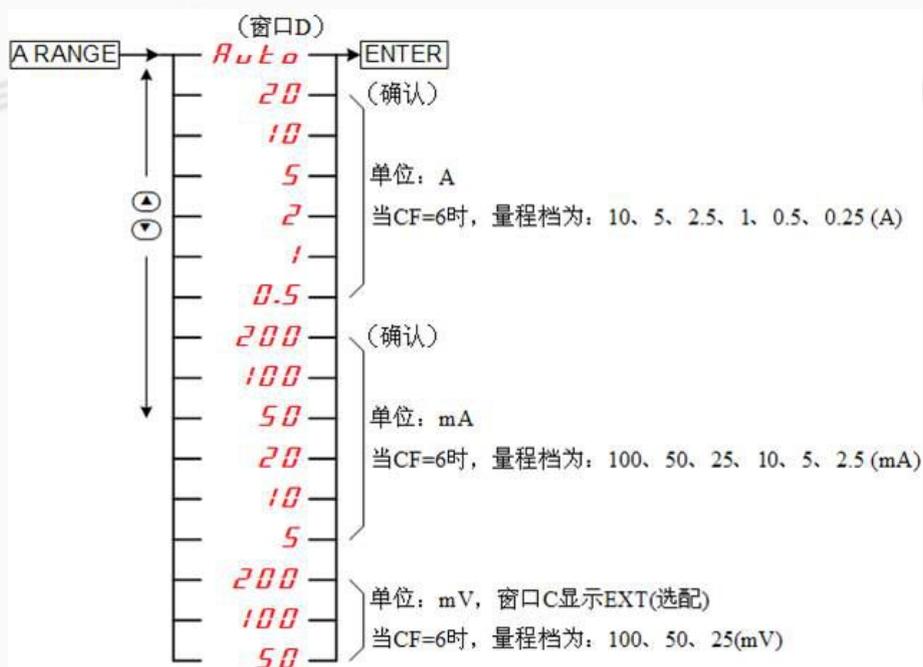


图4.9 电流量程设置



图4.10 电流量程设置

### 4.3.3 自动量程切换条件

- (1) 量程升档（当满足以下任一条件时量程将自动升档）
  - 1) Urms 或 Irms 值超过当前测量量程的 130%；
  - 2) CF=3 时，Upk 或 Ipk 值信号超过当前测量量程的 300%；  
CF=6 时，Upk 或 Ipk 值信号超过当前测量量程的 600%。
- (2) 量程降档（当满足以下所有条件时量程将自动降档）
  - 1) Urms 或 Irms 值小于等于当前测量量程的 30%；
  - 2) Urms 或 Irms 值小于等于下档测量量程的 125%；

- 3) CF=3 时, Upk 或 Ipk 值信号小于等于下档量程的 300%;
- CF=6 时, Upk 或 Ipk 值信号小于等于下档量程的 600%。

### 4.3.4 量程跳转

用户可在PF310/PF310A或PF330所提供的所有直接输入量程中, 根据需要通过上位机软件上配置所需的测量量程, 通过仪器按键设置开启或关闭量程跳转功能, 设置方法如图4.10所示。

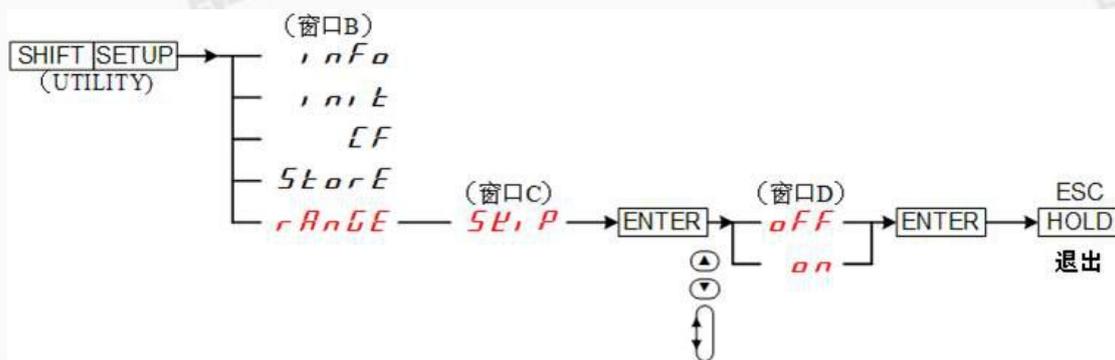


图4.11 量程跳转开关设置

- FF (OFF): 关闭量程跳转功能
- n (ON): 开启量程跳转功能

开启量程跳转功能时, 窗口A、B的RANGE指示灯以及AUTO指示灯点亮,

### 4.3.5 量程检测

手动量程测试时, 当电压或电流测量信号大于130%量程时, 以下指示灯将点亮:

PF310/PF330: CHECK RANGE指示灯 “VOLTAGE” 或 “CURRENT”。

PF310A: V OVER或A OVER。

### 4.3.6 功率量程

功率量程 (有功功率、视在功率、无功功率) 取决于电压量程、电流量程以及接线方式, 如表4.3所示。

表4.3 功率量程

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 (3 相 3 线制)	电压量程×电流量程×3
3V3A (3 电压 3 电流)	
3P4W (3 相 4 线制)	

CF=3或6时,有功功率P(W)量程如表4.4、4.5所示,无功功率Q(var)、视在功率S(VA)与有功功率量程类似。

表4.4 PF310/PF310A有功功率量程 (CF=3)

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

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

表4.5 PF310/PF310A有功功率量程 (CF=6)

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

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

表4.6 有功功率量程 (CF=3)

线制	电压量程	电流量程					
		500.00 mA	1.0000 A	2.0000 A	5.0000 A	10.000 A	20.000 A
1P2W	15.000 V	7.5000 W	15.000 W	30.000 W	75.000 W	150.00 W	300.00 W
	30.000 V	15.000 W	30.000 W	60.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
	60.000 V	30.000 W	60.000 W	120.00 W	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW
	150.00 V	75.000 W	150.00 W	300.00 W	750.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW
	300.00 V	150.00 W	300.00 W	600.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW
	600.0 0V	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW	12.000 kW
	15.000 V	15.000 W	30.000 W	60.000 W	150.00 W	300.00 W	600.00 W
1P3W 3P3W 3V3A	30.000 V	30.000 W	60.000 W	120.00 W	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW
	60.000 V	60.000 W	120.00 W	240.00 W	600.00 W	1.2000 kW	2.4000 kW
	150.00 V	150.00 W	300.00 W	600.00 W	1.5000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW
	300.00 V	300.00 W	600.00 W	1.2000 kW	3.0000 kW	6.0000 kW	12.000 kW
	600.0 0V	600.00 W	1.2000 kW	2.4000 kW	6.0000 kW	12.000 kW	24.000 kW
	15.000 V	22.500 W	45.000 W	90.000 W	225.00 W	450.00 W	900.00 W
3P4W	30.000 V	45.000 W	90.000 W	180.00 W	450.00 W	900.00 W	1.8000 kW
	60.000 V	90.000 W	180.00 W	360.00 W	900.00 W	1.8000 kW	3.6000 kW
	150.00 V	225.00 W	450.00 W	900.00 W	2.2500 kW	4.5000 kW	9.0000 kW
	300.00 V	450.00 W	900.00 W	1.8000 kW	4.5000 kW	9.0000 kW	18.000 kW
	600.0 0V	900.00 W	1.8000 kW	3.6000 kW	9.0000 kW	18.000 kW	36.000 kW

表4.7 有功功率量程 (CF=6)

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

---

**注意**

---

- PF330: 采用固定量程时, Element1~Element3 的量程一致, 采用自动量程时, Element1~Element3 按实际信号独立切换量程, 面板显示电压或电流的最大量程。
  - 当采用固定量程时, 若输入信号为不规则的脉冲信号, 导致测量量程不稳定, 请选择使用合适的固定量程档。
  - 自动量程时, 电压与电流可独立地按照量程升降条件自动调整, 所以相同的功率值会有不同的功率量程。
  - 开启量程跳转功能后: 若设置电压(或电流)固定或自动量程, 则电压(或电流)退出量程跳转功能, 若关闭量程跳转功能, 则原开启跳转功能的量程将切换为自动量程。
  - 电压接线端悬空时, 可能受到电源线或其它干扰噪声的影响, 而出现 0.3V 以下的电压测量值, 短接电压接线端时, 测量值将恢复为 0V。
-

## 4.4 外部电流传感器输入

电流最大测量量程是20A，如需测试更大的电流，可以使用外部电压输出型电流传感器的电压信号输入至仪器绝缘BNC接口，通过变比系数计算测量值。

表4.8 外部电流传感器变比关系

测量项目	变比系数	输入端信号	变比后结果
电流	E	A	A / E
有功功率	E	W	W / E
无功功率	E	var	var / E
视在功率	E	VA	VA / E

本仪器默认电流传感器变比系数E=1.000，即1A电流流过电流传感器时输出1mV电压（1.000mV/A）。默认电流传感器规格为50mV/50A、100mV/100A、200mV/200A。如使用电压输出型电流传感器的变比为2.5mV/A时，请将变比系数设置为2.500。

### (1) PF310/PF310A设置方法

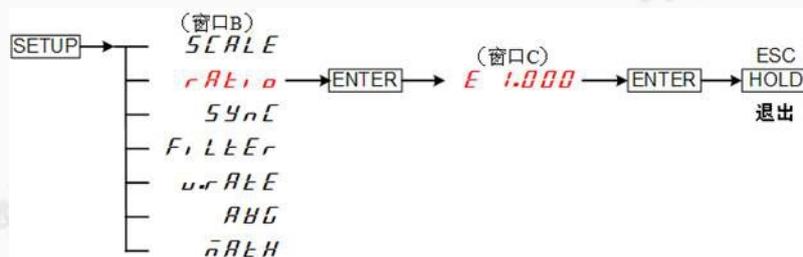


图4.12 PF310/PF310A电流传感器变比设置

(2) PF330设置方法：各单元的电流传感器的变比系数可同时设置（选择ALL方式）或单独设置（选择EACH方式）。

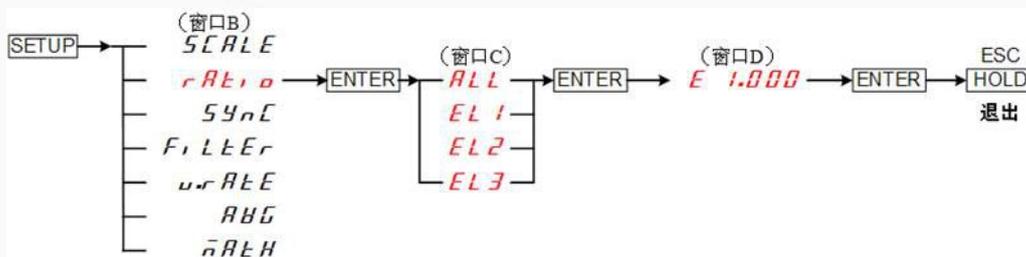


图4.13 PF330电流传感器变比设置

- r A t i o (RATIO): 外部传感器的变比系数；
- A L L (ALL): 设置所有单元；
- E L 1 (EL1): 设置测量单元1；

- EL2 (EL2): 设置测量单元2;  
EL3 (EL3): 设置测量单元3;  
(E 1.000): 电流传感器变比系数。

注意-----

- 连接至绝缘 BNC 接口的电流传感器，其幅频与相频特性会影响测量准确度。
  - 接线时，请确保极性的正确性，避免极性接反。
-

## 4.5 互感器变比

### 4.5.1 互感器变比系数设置

采用电压或电流互感器的输出接至仪器输入端时，应设置互感器VT或CT的变比系数、功率系数F，将应用于电压、电流、有功功率、视在功率、无功功率。

表4.9 电压、电流互感器变比关系

测量项目	输入端信号	变比后结果	备注
电压	U	$U \times V$	V: VT 传输比 C: CT 传输比 F: 功率系数
电流	I	$I \times C$	
有功功率	P	$P \times V \times C \times F$	
无功功率	Q	$Q \times V \times C \times F$	
视在功率	S	$S \times V \times C \times F$	
电压峰值	$U_{pk}$	$U_{pk} \times V$	
电流峰值	$I_{pk}$	$I_{pk} \times C$	

PF310/PF310A变比系数设置如图4.13所示。

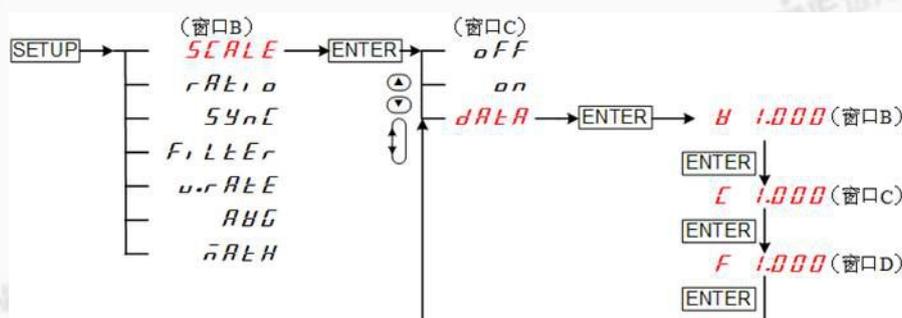


图4.14 PF310/PF310A互感器变比设置

PF330变比系数设置如图4.14所示，即可所有单元一起设置（选择ALL方式），也可各单元独立设置（选择ELEMENT1、ELEMENT2、ELEMENT3）。

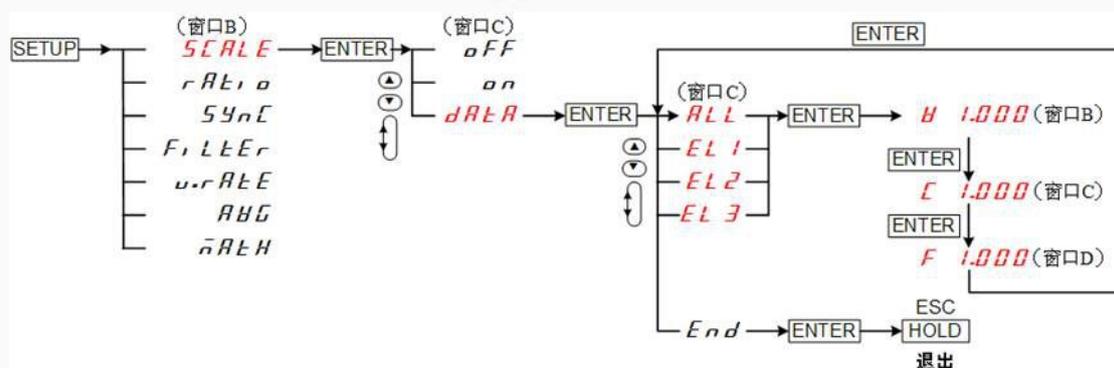


图4.15 PF330互感器变比设置

SCALE F (SCALE): 变比功能设置;

dAtA (DATA): 变比数字;

- ALL (ALL): 所有单元同时设置;
- EL 1 (EL1): 设置测量单元1;
- EL 2 (EL2): 设置测量单元2;
- EL 3 (EL3): 设置测量单元3;
- H 1.000(V 1.000): 电压变比系数;
- C 1.000(C 1.000): 电流变比系数;
- F 1.000(F 1.000): 功率系数。

### 4.5.2 变比开启或关闭

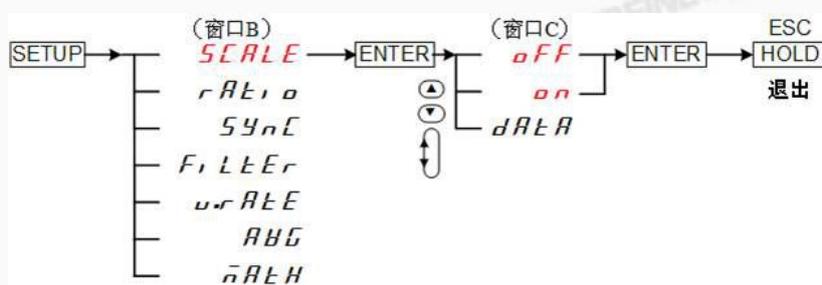


图4.16 互感器变比开关

- SCALEF (SCALE): 变比功能设置
- OFF (OFF): 关闭变比功能
- ON (ON): 开启变比功能
- DATA (DATA): 变比系数

当变比功能开启后，指示灯“SCALING”将点亮。

### 4.5.3 互感器接线方法

使用电压、电流互感器的接线方法如图4.16所示。

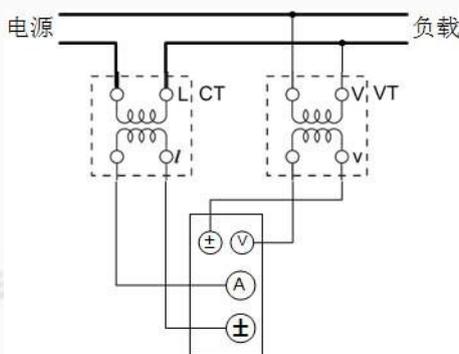


图4.17 电压、电流互感器接线方法

## 4.6 波峰比

波峰比设置方法如图4.17所示。



图4.18 波峰比设置

[ F (CF): 波峰比设置, 可选3或6。

默认设置: CF=3。

当CF变化时, 电压量程、电流量程、有效输入范围和测量准确度有所变化, 详见第4.3章节。

### 注意

- 固定量程状态下, 当设置波峰比后, 测量量程将设为最大量程档。
- 电压量程项、电流量程项以及有效输入范围会因波峰比的不同而不同。

## 4.7 测量同步源

测量同步源是用于确定采样周期的信号。设置方法如图 4.18 所示。为确保测量准确度，请选择合适的同步源。

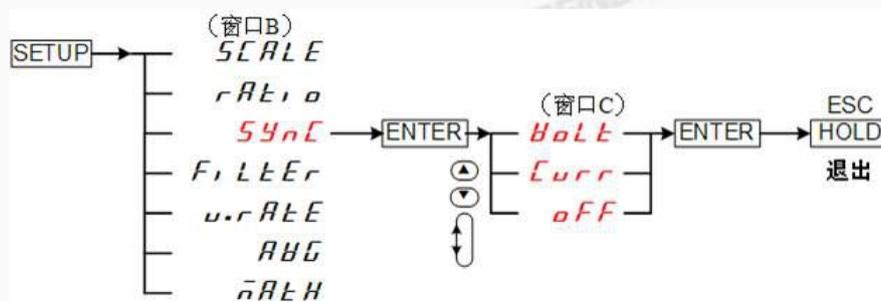


图4.19 同步源设置

SYNC (SYNC): 测量同步源设置

VOLT (VOLT): 电压同步

CURR (CURR): 电流同步

OFF (OFF): 关闭同步源，数据刷新总时长作为采样周期

默认设置: VOLT。

### 注意

- 请选择幅度与频率较稳定的信号作为测量同步源，仅准确检测到同步源时才能确保测量准确度。
- 电压同步：以电压信号周期作为同步信号进行电压、电流的测量采样；当检测不到电压信号周期时，以数据刷新总时长作为采样周期。
- 电流同步：以电流信号周期作为同步信号进行电压、电流的测量采样；当检测不到电流信号周期时，以数据刷新总时长作为采样周期。
- 关闭同步源：以数据刷新总时长作为采样周期，进行采样测量。

## 4.8 滤波器

线路滤波器与频率滤波器设置时，请先设置需要的低通滤波器的截止频率，再选择开启或关闭滤波器，如图 4.19 所示。

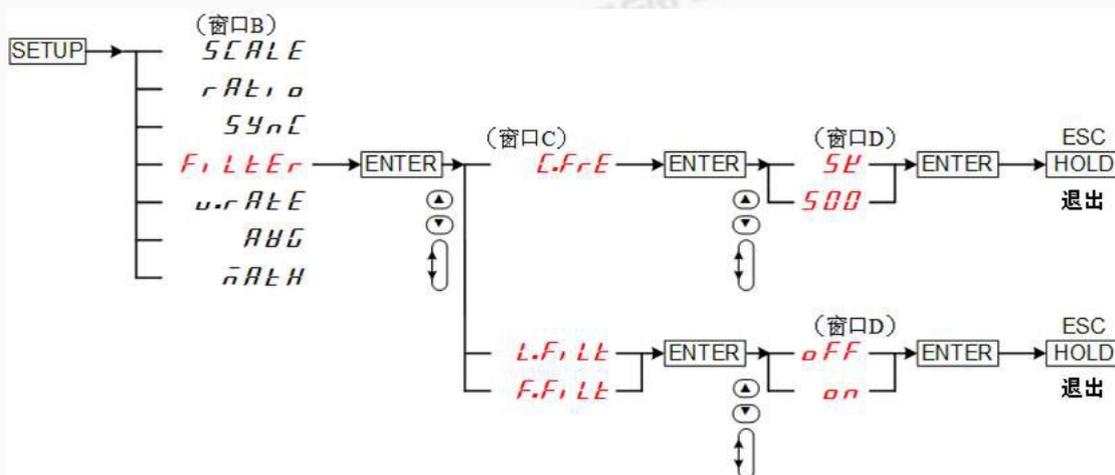


图4.20 滤波器设置

F, L T E R (FILTER):	滤波器设置;
C.FRE (C.FRE):	截止频率;
L.FILT (L.FILT):	线路滤波器;
F.FILT (F.FILT):	频率滤波器;
5k (5k):	5kHz 截止频率;
500 (500):	500Hz 截止频率;
OFF (OFF):	关闭滤波器;
ON (ON):	开启滤波器。

### 注意

- 低通滤波器可选 OFF、500Hz 或 5kHz。
- 线路滤波器和频率滤波器可独立开启或关闭。

## 4.9 数据刷新率

仪器界面数据刷新率，是指信号采样、处理、最终显示于界面的时间周期。本仪器共有 6 种刷新率供用户选择：0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s 和 5s。指示灯 Update 的闪烁与数据刷新同步。设置方法如图 4.20 所示。

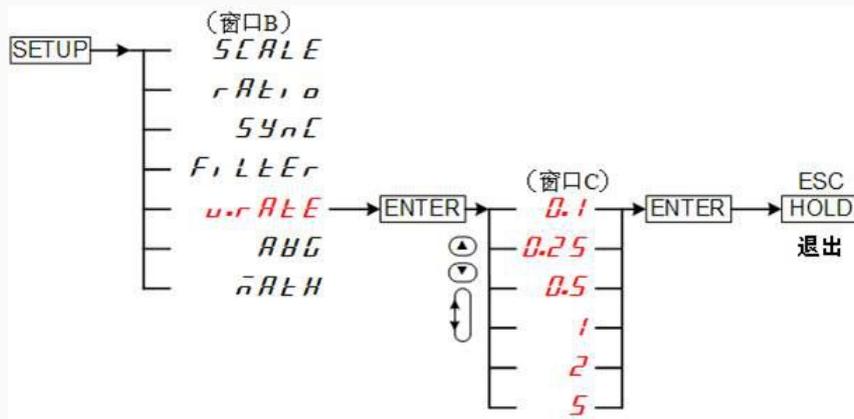


图4.21 显示刷新率设置

U.RATE (U.RATE): 数据刷新率, 可选 0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s、5s。

当选择不同的数据刷新率时, 被测信号的频率范围见表 2.4。

## 4.10 平均

当出现被测信号幅度较小、波动较大或频率较低等特殊情况，导致显示值跳动较大而读数困难时，可以使用平均功能，以有利于读数。

### 4.10.1 平均方法

本仪器有下列两种平均方法可供选择使用：算术移动平均(LIN)和指数平均(EXP)。

算术移动平均：

$$D(n) = \frac{M(n-m+1) + \dots + M(n-1) + M_n}{m}$$

其中： D(n)： 第 n 次显示值，即当 n=1 时，D(1)=M(1)

M(n)： 第 n 次测量值

m： 平均常数

指数平均：

$$D(n) = D(n-1) + \frac{M(n) - D(n-1)}{m}$$

其中： D(n)： 第 n 次显示值

M(n)： 第 n 次测量值

m： 衰减常数

### 4.10.2 平均功能设置

设置方法如图 4.21 所示。

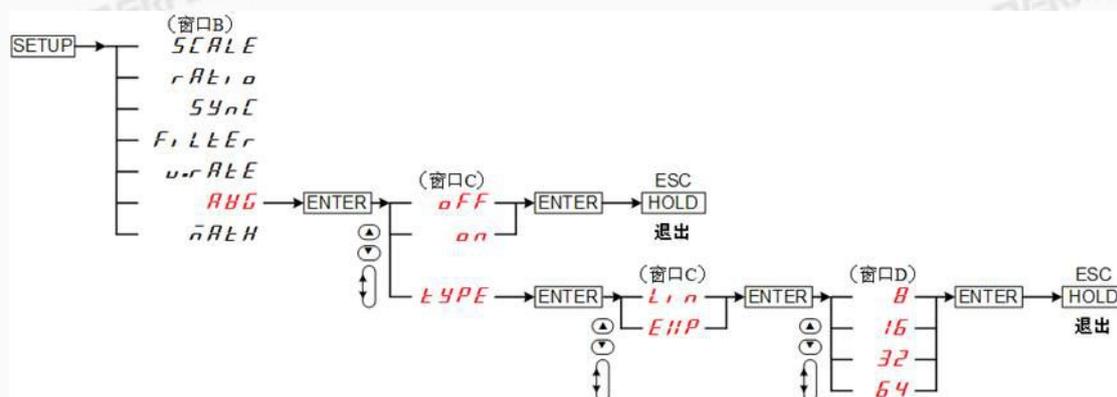


图4.22 平均功能设置

- AVG (AVG): 平均功能设置;
- OFF (OFF): 关闭平均功能;
- ON (ON): 开启平均功能;
- TYPE (TYPE): 平均功能类型选择;
- LIN (LIN): 线性平均 (算术移动平均);
- EXP (EXP): 指数平均。

算术移动平均的平均常数或指数平均的衰减常数, 可选择 8、16、32、64。

#### 注意

- 平均功能仅对常规测量参数有效, 当开启积分测量或谐波分析时, 自动关闭平均功能。

## 4.11 数据保持

### 4.11.1 数据保持

按 HOLD 键，可以进入或退出数据保持状态。

当处于数据保持（HOLD）状态时，HOLD 指示灯亮，仪器将停止采样，数据停止刷新，但各显示窗口下面的 FUNCTION 键依然有效。

### 4.11.2 单次测量

在数据保持（HOLD）状态，按 SINGLE（SHIFT+HOLD/ESC）键，执行单次测量功能。每按一下 SINGLE 键，数据刷新一次，并再次进入数据保持状态。

### 4.11.3 峰值保持

在常规测量状态下，按 PEAK HOLD（SHIFT+A RANGE）或 MAX HOLD 键，可以进入/退出峰值保持状态。保持参数项如下：

电压（rms、mn、dc）、电流（rms、mn、dc）、电压最大值、电压最小值、电流最大值、电流最小值、有功功率、无功功率、视在功率。

当处于峰值保持状态时，PEAK HOLD 或 MAX HOLD 指示灯点亮。

谐波分析状态下，只保持常规数据的峰值，而不对谐波测量值的峰值进行保持。

## 第五章 测量功能

### 5.1 常规测量功能

#### 5.1.1 常规测量参数

在常规测量状态下，可测量计算的参数项如表 5.1 所示。

表 5.1 常规测量状态下测量参数

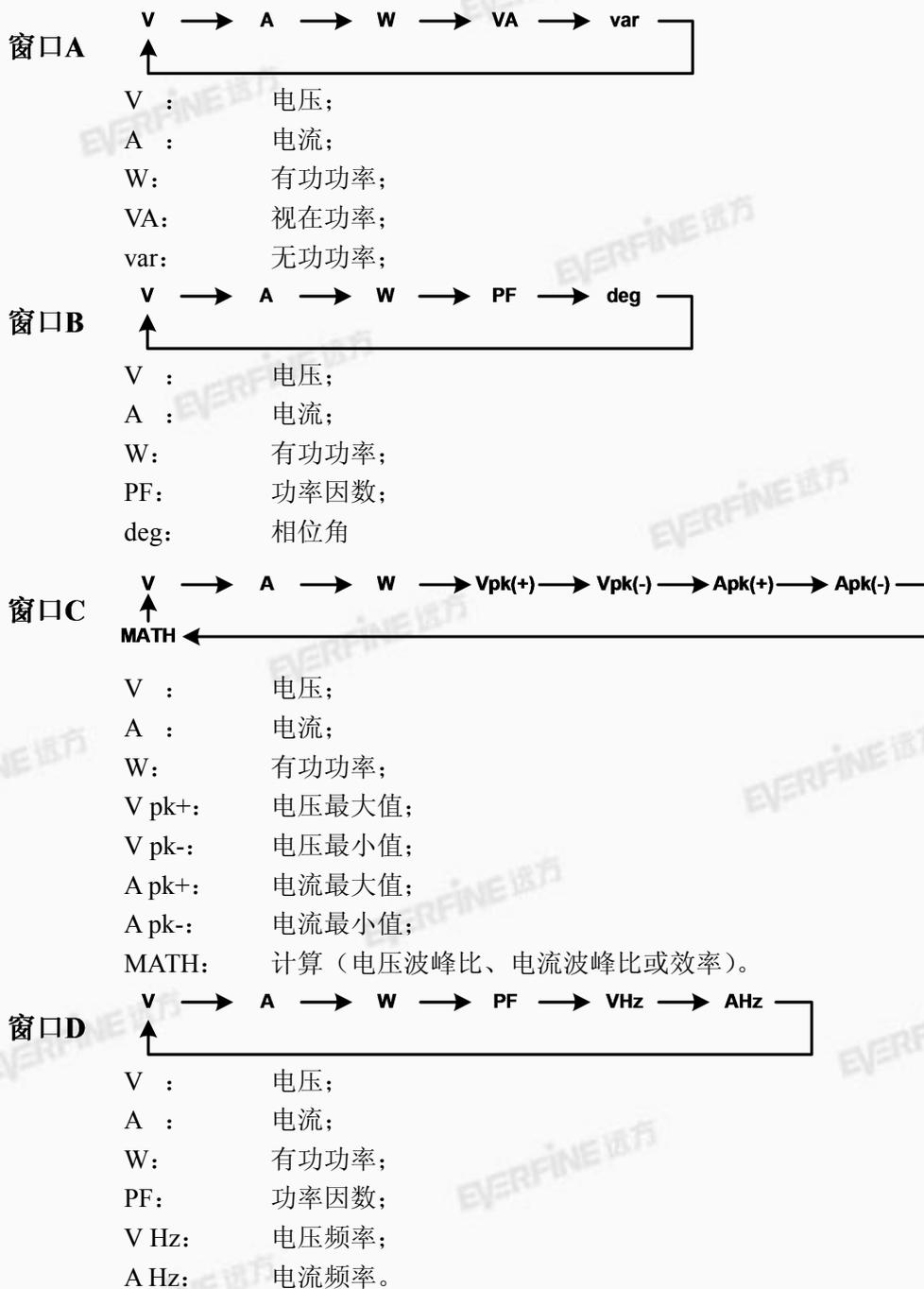
参数项		符号	指示灯	显示窗口	
电压	真有效值	Urms	V	A、B、C、D	
	整流校正值	Umn			
	算术平均值	Udc			
电流	真有效值	Irms	A		
	整流校正值	Imn			
	算术平均值	Idc			
功率	有功功率	P	W		
	无功功率	Q	var		A
	视在功率	S	VA		
	功率因数	$\lambda$	PF		B、D
	相位角	$\Phi$	deg	B	
频率	电压频率	fU	V Hz	D	
	电流频率	fI	A Hz		
峰值	电压最大值	Upk+	V pk+	C	
	电压最小值	Upk-	V pk-		
	电流最大值	Ipk+	A pk+		
	电流最小值	Ipk-	A pk-		
波峰比	电压波峰比	CFU	MATH		
	电流波峰比	CFI	MATH		
效率 (仅 PF330)	—	$\eta$	MATH		

#### 5.1.2 窗口显示

本仪器有四个显示窗口：A、B、C 和 D，可同时显示四个相同或不同的测量计算值。窗口显示内容可由与其对应的 FUNCTION 键进行选择。

PF310 有 2 个 FUNCTION 按键，分别实现双向循环选择显示参数。

PF310A 与 PF330 有 1 个 FUNCTION 按键实现循环选择显示参数，SHIFT+FUNCTION 实现逆循环选择显示参数，ELEMENT 键选择测量单元。



ELEMENT: 循环选择测量单元, 如下所示。



图 5.1 测量单元选择

### 5.1.3 使用方法

- (1) 选择需要显示的测量单元: 使用 ELEMENT 键切换;
- (2) 选择合适的测量模式: RMS、MEAN 或 DC;

- (3) 选择合适的接线方式：使用 WIRING 键切换；
- (4) 选择需要显示的测量参数：使用 FUNCTION 键切换；
- (5) 选择适当的波峰比：3 或 6；
- (6) 选择合适的电压量程和电流量程：可采用手动或自动量程。
- (7) 选择合适的测量同步源：Volt、Curr 或 OFF；
- (8) 选择需要的滤波器：OFF、ON (5kHz 或 500Hz)；
- (9) 选择需要的平均功能：OFF、ON (8、16、32、64)；
- (10) 选择需要的变比功能：OFF、ON (设置 V、C、F)；
- (11) 根据需要，选择使用 HOLD、SINGLE、PEAK HOLD 功能。

#### 注意

- 电压或电流量程溢出时，显示“ ”。
- 如果测量模式为 DC 时，功率因数、相位角、电压或电流的最大值与最小值、波峰比显示为“ ”。
- 当电压（或电流）信号小于 0.5%量程时（CF=6 时，小于 1%量程），电压（或电流）将显示 0。
- 如果电压（或电流）中的任一测量值为 0，则有功功率 P(W)、无功功率 Q(var)、视在功率 S(VA)，均显示为 0，功率因数、相位角、电压（或电流）波峰比、电压（或电流）的最大值、最小值均显示为“ ”。
- 当电压或电流的交流成分小于 3%量程时（CF=6 时，小于 6%量程），电压或电流频率将显示“Error”，功率因数、相位角显示“ ”。
- 当电压或电流溢出、量程切换或频率超过测量范围时相位角显示“ - - - - - ”。
- 在 MEAN 或 DC 模式、峰值保持状态（PEAK HOLD）、使用平均功能(AVG)或其他特殊情况下，计算出的 $\lambda$ (PF)的绝对值可能大于 1，此时 $\lambda$ (PF)显示为 + 1.000 或 - 1.000。
- 相位角由计算得到的功率因数得出  $\Phi = \arccos(\text{PF})$ ，计算结果为  $0^\circ \sim 180^\circ$  之间的角度值，与由显示的功率因数计算得出值具有附加误差。
- 相位电流超前(LEAD)电压，用 D 表示；相位电流滞后(LAG)电压，用 G 表示。须在电压和电流都是稳定正弦波的情况才能保证相位角的准确性。

- 仪器电压和电流的采样过程与输入信号同步，并同时进行了频率测量。为保证能准确测量频率和保证电压、电流的测量准确度，要求被测信号峰-峰值 ( $V_{pp}$  或  $A_{pp}$ ) 需大于量程的 30%。
  - 当被测频率小于 0.5Hz 时，频率将显示 “ ”，当被测频率大于 100kHz 时，频率将显示 “ ”。
-

## 5.2 积分测量功能

积分是对有功功率(W)或电流(A)按时间进行累加,求得能量消耗(Wh)或电量消耗(Ah)。积分过程中,对积分量的正值和负值分别同时进行积分,积分结果以正或负表示。在积分过程中,除可以显示积分时间和积分值外,还能同时显示多个常规测量计算值。

### 5.2.1 积分模式

积分功能含以下几种积分模式:

表 5.2 积分模式

积分模式	开始	结束	积分时间
手动积分	START 键	STOP 键	从按 START 键到按 STOP 键
标准积分	START 键	积分时间到	设定的积分时间
连续重复积分	START 键	STOP 键	按积分时间周期重复积分

注: 按 RESET (SHIFT+STOP) 键退出积分模式。

表 5.3 积分模式指示灯显示

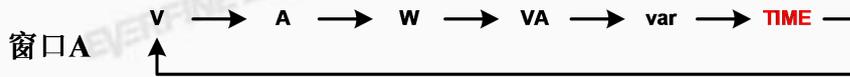
START 指示灯	STOP 指示灯	状态描述	适用积分模式
灭	灭	未进行(已退出)积分模式	所有积分模式
亮	灭	正在进行积分	手动积分模式
亮	闪烁	正在进行积分,未到结束时间	标准积分
闪烁	闪烁	正在在续循环积分	连续重复积分
灭	亮	积分正常结束或被按 STOP 键强制中止	所有积分模式

### 5.2.2 积分测量参数

表 5.4 积分参数及定义

积分项	功率积分		电流积分	
	RMS / MEAN / DC	RMS / MEAN	DC	
测量模式				
公式定义	$\sum_{i=1}^n U_i \times I_i$	$\sum_{i=1}^N I_i$	$\sum_{i=1}^n I_i$	
备注	$U_i$ 、 $I_i$ 为瞬时电压与电流, $n$ 为采样次数 $I_i$ 为各次刷新数据, $N$ 为数据刷新次数			

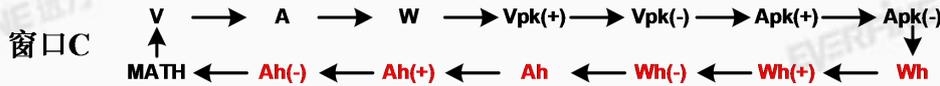
### 5.2.3 窗口显示



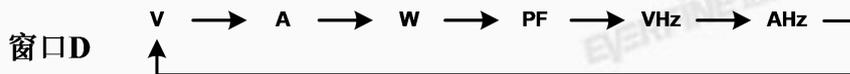
- V : 电压;
- A : 电流;
- W: 有功功率;
- VA: 视在功率;
- var: 无功功率;
- TIME: 积分时间, 积分时显示积分累计时间。



- V : 电压;
- A : 电流;
- W: 有功功率;
- PF: 功率因数;
- deg: 相位角。



- V : 电压;
- A : 电流;
- W: 有功功率;
- V pk+: 电压最大值;
- V pk-: 电压最小值;
- A pk+: 电流最大值;
- A pk-: 电流最小值;
- Wh: 总功率积分;
- Wh+: 正功率积分;
- Wh-: 负功率积分;
- Ah: 总电量积分;
- Ah+: 正电量积分;
- Ah-: 负电量积分;
- MATH: 计算 (电压波峰比、电流波峰比或效率)。



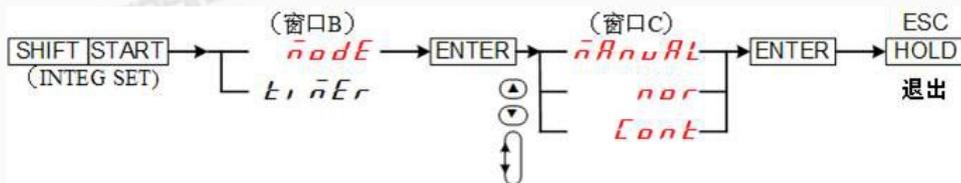
- V : 电压;
- A: 电流;
- W: 有功功率;
- PF: 功率因数;
- V Hz: 电压频率;
- A Hz: 电流频率。

### 5.2.4 使用方法

#### (1) 基本参数设置

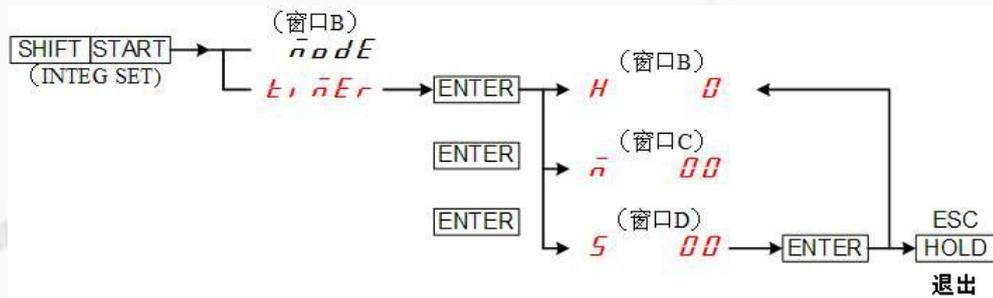
开启积分功能前，先设置以下参数项：测量模式、接线方式、显示刷新率、同步源、波峰比、测量量程、变比系数、滤波器。积分功能开启过程，这些参数将无法改变。

#### (2) 设置积分模式



- MANUAL (MANUAL): 手动积分;
- NOR (NOR): 标准积分;
- CONT (CONT): 连续重复积分。

#### (3) 设置积分时间



- H (H): 时;
- M (M): 分;
- S (S): 秒。

#### (4) 功率单元选择

使用窗口 C 的 FUNCTION 键，选择切换单元。

#### (5) START、STOP、INTEG RST 等积分操作

- 1) 常规测量状态下，按 START 键，开始积分，此时 START 指示灯点亮。窗口 A 显示积分进行时间，窗口 C 显示积分值;
- 2) 常规测量 HOLD 或 PEAK HOLD 状态下，需先退出 HOLD 或 PEAK HOLD 状态，再按 START 开始积分;

- 3) 积分状态下，按 STOP 键，则停止积分，若再按 START 键，则继续积分；
- 4) 标准积分时，若积分时间到，STOP 指示灯亮时，再按 START 无效；
- 5) 积分开始 (START) 状态，按 INTEG RST，操作无效；
- 6) 积分停止 (STOP) 状态，按 INTEG RST，则积分复位，清除积分累计时间与积分数值，退出积分状态。

注意-----

表 5.5 积分状态设置限制表

设置 \ 积分状态	INTEG RST 状态	START 状态	STOP 状态
测量模式	Yes	No	No
接线方式(PF330)	Yes	No	No
显示刷新率	Yes	No	No
同步源	Yes	No	No
波峰比	Yes	No	No
测量量程	Yes	No <sup>1</sup>	No <sup>1</sup>
变比功能	Yes	No	No
滤波器	Yes	No	No
平均功能	Yes	No <sup>2</sup>	No <sup>2</sup>
峰值保持	Yes	No	No
保持	Yes	No	No
单次测量	Yes	No	No
单元选择	Yes	Yes	Yes
积分模式	Yes	No	No
积分时间	Yes	No	No
积分 START	Yes	No	Yes
积分 STOP	No	Yes	No
积分 RESET	No	No	Yes
谐波开启或关闭	Yes	Yes	Yes
PLL 源	Yes	No	No
最大谐波分析次数	Yes	No	No
谐波计算方法	Yes	No	No
数据存储	Yes	Yes	Yes
校零	Yes	No	No

- 注 1：在开启自动量程或量程跳转功能情况下，开启积分功能时，自动量程或量程跳转功能继续有效，但不能手动设置量程。
- 注 2：开启积分功能时，将自动关闭平均功能，退出积分后，平均功能仍处于关闭状态。
- 显示 Wh-或 Ah-时，窗口 C 左侧位显示符号 “ ”。

- 积分时间设为 0000:00:00 时，将无法开启标准积分与连续重复积分。
  - 退出积分功能时，若窗口 A 原显示 TIME 参数，则自动切换至电压 V，若窗口 C 原显示 Wh、Wh+、Wh-、Ah、Ah+、Ah- 中任一项，则自动切换至有功功率 W。
  - 仪器重新启动后，自动关闭积分功能。
-

## 5.3 谐波测量功能

### 5.3.1 谐波测量参数

谐波测量主要分析电压与电流的谐波。仪器在谐波测量状态，可同时测量谐波相关参数与部分常规测量参数，如表 5.6 所示。

表 5.6 谐波测量状态各窗口显示内容

	参数项	符号	指示灯	显示窗口	
谐波测量参数	总谐波电压	$\Sigma U$	V	A、D	
	总谐波电流	$\Sigma I$	A	A、D	
	总谐波功率	$\Sigma P$	W	A、D	
	谐波次数	k	Or.(数码管显示)	A	
	单次谐波电压真有效值	U(k)	V	B	
	单次谐波电流真有效值	I(k)	A		
	单次谐波有功功率	P(k)	W		
	单次谐波电压相对值	U(k)%	V %		
	单次谐波电流相对值	I(k)%	A %		
	单次谐波有功功率相对值	P(k)%	W %		
	相位角	$\Phi$	deg	D	
	电压基波频率	fU	V Hz		
	电流基波频率	fI	A Hz		
	电压总谐波失真	Uthd	THD V %		
电流总谐波失真	Ithd	THD A %			
常规与积分测量参数	电压真有效值	Urms	V	C	
	电流真有效值	Irms	A		
	有功功率	P	W		
	电压最大值	Upk+	V pk		
	电压最小值	Upk-	V pk		
	电流最大值	Ipk+	A pk		
	电流最小值	Ipk-	A pk		
	积分功能	总功率积分	Wh		W h
		正功率积分	Wh+		W h+
		负功率积分	Wh-		W h-
		总电量积分	Ah		A h
		正电量积分	Ah+		A h+
		负电量积分	Ah-		A h-
	MATH	电压波峰比	CFU		MATH
电流波峰比		CFI	MATH		
效率 (仅 PF330)		$\eta$	MATH		

在谐波测量状态下，测量功能完全满足 IEC61000-3-2 标准要求，在谐波测量状态下，本仪器仍能同时进行常规测量参数的测量与积分测量功能。

(1) 总谐波失真(THD)与各次谐波失真的两种计算方法

IEC 方法 (IEC):

$$U_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n (U_k)^2}}{U_1} \times 100\% \quad \text{或} \quad I_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n (I_k)^2}}{I_1} \times 100\%$$

$$U_{k\%} = \frac{U_k}{U_1} \times 100\% \quad \text{或} \quad I_{k\%} = \frac{I_k}{I_1} \times 100\%$$

CSA 方法 (CSA):

$$U_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n (U_k)^2}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (U_k)^2}} \times 100\% \quad \text{或} \quad I_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^n (I_k)^2}}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (I_k)^2}} \times 100\%$$

$$U_{k\%} = \frac{U_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (U_k)^2}} \times 100\% \quad \text{或} \quad I_{k\%} = \frac{I_k}{\sqrt{\sum_{k=1}^n (I_k)^2}} \times 100\%$$

上两式中， $U_{thd}$  或  $I_{thd}$ : 电压或电流总谐波失真；

$U_1$  或  $I_1$ : 电压或电流的基波(1次谐波)有效值；

$U_k$  或  $I_k$ : 电压或电流的 k 次谐波有效值；

$U_{k\%}$  或  $I_{k\%}$ : 电压或电流的 k 次谐波相对值；

k: 谐波次数；

n: 用户设置的最大谐波次数。

(2) 总谐波电压、电流、功率计算方法

$$\text{总谐波电压: } \Sigma U = \sqrt{\sum_{k=1}^n (U_k)^2}$$

$$\text{总谐波电流: } \Sigma I = \sqrt{\sum_{k=1}^n (I_k)^2}$$

$$\text{总谐波功率: } \Sigma P = \sum_{k=1}^n P_k$$

式中，n: 用户设置的最大谐波次数；

- k: 谐波次数;
- $U_k$ : 单次谐波电压有效值;
- $I_k$ : 单次谐波电流有效值;
- $P_k$ : 单次谐波有功功率。

**注意**

- 因为在计算总谐波电压、电流和功率时，是将从基波到最大次谐波的有效值进行矢量和计算，未将 0 次谐波值(直流分量)和超过最大谐波次数(n)的谐波值计算在内，因此与常规测量状态时测量出的电压、电流和功率可能不同。
- 为便于用户做对比分析，本仪器在进行谐波分析时，同时进行常规测量参数的测量计算及显示。

### 5.3.2 窗口显示

本仪器有四个显示窗口：A、B、C 和 D，可同时显示四个相同或不同的测量计算值。窗口显示内容可由与其对应的 FUNCITON 与 ELEMENT 键进行循环选择。



- or.01: 谐波次数，1~n (n 为设置的最大谐波分析次数);
- V: 总谐波电压;
- A: 总谐波电流;
- W: 总谐波有功功率。



- V: 单次谐波电压真有效值 (对应窗口 A 所示次数);
- A: 单次谐波电流真有效值 (对应窗口 A 所示次数);
- W: 单次谐波有功功率 (对应窗口 A 所示次数);
- V%: 单次谐波电压相对值 (对应窗口 A 所示次数);
- A%: 单次谐波电流相对值 (对应窗口 A 所示次数);
- W%: 单次谐波有功功率相对值 (对应窗口 A 所示次数);
- deg: 基波电流相对于基波电压的相位差。



谐波分析时，窗口 C 仅显示常规参数。

- V : 电压真有效值;
- A : 电流真有效值;
- W: 有功功率;

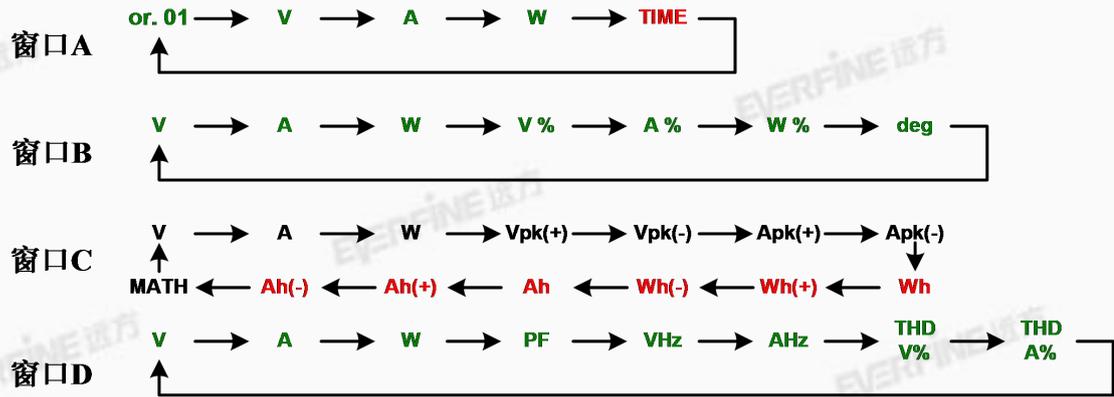
V pk+: 电压最大值;  
 V pk-: 电压最小值;  
 A pk+: 电流最大值;  
 A pk-: 电流最小值;  
 MATH: 计算 (波峰比或效率)。



V: 总谐波电压;  
 A: 总谐波电流;  
 W: 总谐波有功功率;  
 PF: 基波功率因数;  
 V Hz: 电压基波频率;  
 A Hz: 电流基波频率;  
 THD V %: 电压总谐波失真;  
 THD A %: 电流总谐波失真;

注: THD 指示灯位于窗口 D 的左侧。

谐波与积分同时测量时, 各窗口显示如下。

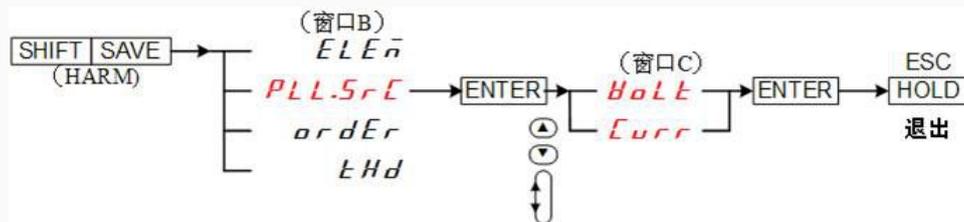


### 5.3.3 使用方法

#### (1) 基本参数设置

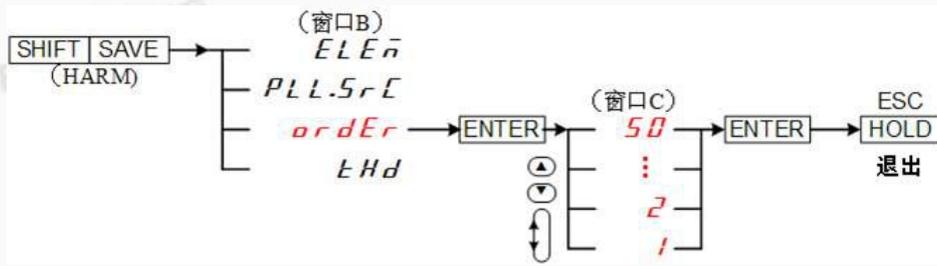
开启谐波分析功能前, 先设置以下参数项: 显示刷新率、变比系数、滤波器。

#### (2) 选择谐波测量同步源: 电压或电流



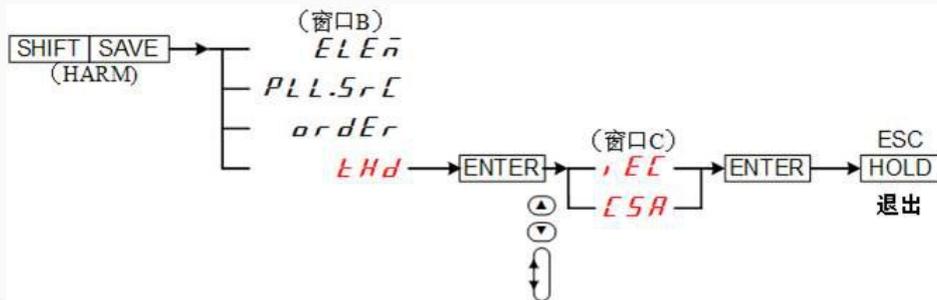
PLL.SrC (PLL.SRC): 谐波同步源;  
 Volt (VOLT): 电压同步;  
 Curr (CURR): 电流同步。

(3) 选择最大谐波分析次数：1-50 次



ordEr (ORDER): 最大谐波测试，1~50 次。

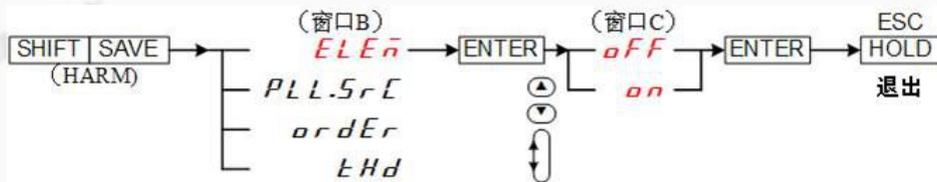
(4) 选择总谐波失真计算方法：IEC、CSA



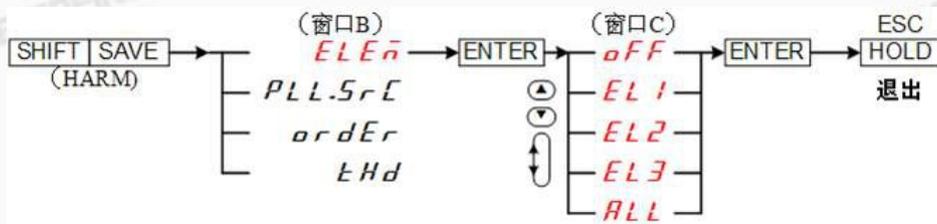
tHd (THD): 谐波计算方法；  
 IEC (IEC): 采用 IEC 方法；  
 CSA (CSA): 采用 CSA 方法。

(5) 开启谐波测量：

PF310/PF310A：可选 OFF、ON，直接开启或关闭谐波测量。



PF330：可选 OFF、Element1、Elemen2、Element3 或 ALL。



ELEn (ELEM): 单元选择；  
 OFF (OFF): 关闭谐波功能；  
 EL1 (EL1): 单元 1；  
 EL2 (EL2): 单元 2；  
 EL3 (EL3): 单元 3；

PLL (ALL): 所有单元。

- (6) 使用各窗口下面的 FUNCTION 键，选择要显示的分析结果；
- (7) 根据需要，选择使用 HOLD、SINGLE 功能；
- (8) 关闭谐波测量功能。

#### 注意

- 在常规测量状态，无论电压、电流处于何种测量模式，一旦进入谐波分析状态，就自动设置为 RMS 模式。
- PF300 的谐波测量仅针对输入 Element1、Element2、Element3 进行谐波分析。
- 最大谐波分析次数的选择，将影响到谐波分析后总谐波电压、总谐波电流、总谐波功率、及电压/电流的总谐波失真的计算结果。
- 谐波分析时，基波频率范围为 20Hz~2.56kHz。若本仪器所检测出的频率不在此范围或由于信号太小检测不到频率信号时，UPDATE 指示灯常亮，窗口 D 将显示 F F E - 0 L (信号较小时显示 “E F F 0 F”)，各测量参数显示为 “- - - - -”，直到再次退出谐波分析状态，或检测到频率在 20Hz~2.56kHz 范围后，才开始进行谐波分析。
- 由于信号干扰或噪声导致无法准确测量 PLL 同步源的基波频率时，将无法获得准确的测量值。一般情况建议选取电压作为 PLL 同步源。
- 当 PLL 同步源信号小于量程的 50% (CF=3) 时 (或量程的 100% (CF=6) 时)，可能 PLL 源同步失败。
- 当 PLL 源信号的基波频率小于 200Hz，且含较高频率成分时，建议开启 500Hz 频率滤波。
- 基波频率、采样频率及最大谐波分析次数关系如表 2.9 所示，当设置的最大谐波分析次数超出实际分析次数时，超出部分的单次谐波参数值将显示 “- - - - -”。

## 5.4 存储功能

### 5.4.1 测量数据存储

本仪器可记录测量数据并保存至内部存储器，可通过上位机软件读取已保存的测量数据。保存数据项：常规测量数据，积分测量数据，谐波测量数据，并以单次数据更新为一组测量数据进行保存，PF310/PF310A 与 PF330 均可保存 100 组数据。

#### (1) 设置数据存储间隔

设置数据存储间隔，并开启数据存储功能后，仪器将按所设置的时间间隔存储测量数据。

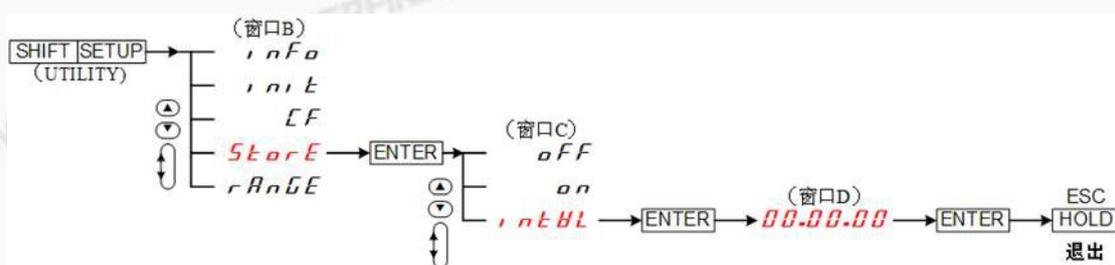


图 5.2 数据存储间隔设置

INTVL (INTVL): 数据存储间隔。

#### (2) 开启或关闭数据存储功能

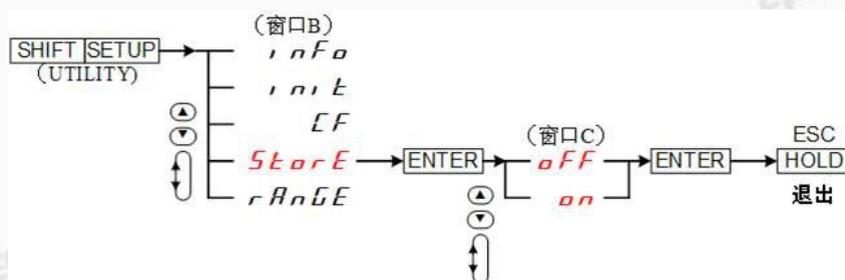


图 5.3 开启或关闭数据存储功能

OFF (OFF): 关闭测量数据保存功能，关闭后 STORE 指示灯熄灭；

ON (ON): 开启测量数据保存功能，开启后 STORE 指示灯点亮。

满足以下任一条件时，将停止保存测量数据：

- 1) 存储过程当中，存储空间 100 组已满；
- 2) 关闭数据存储功能。

注意

- 保存的数据无法通过仪器本地端读取，仪器重启后，自动关闭数据存储功能。
- 当时间间隔设置为 00:00:00，并开启数据保存功能时，仪器将保存每次刷新的数据。
- 关闭数据保存功能后，重新开启数据保存功能，则原保存数据将被覆盖。
- 关闭仪器、初始化仪器或重新加载测量配置参数，将清除之前已保存的数据。
- 数据保存过程中，除切换测量量程外，无法设置测量条件。
- 数据保存过程中，按 HOLD 键，测量数据保持的同时，暂停保存数据。
- 在 PEAK HOLD 峰值保持状态，进行数据保存时，界面显示数据为峰值，并保存峰值。数据保存过程中，无法开启或关闭峰值保持功能。

## 5.4.2 测量配置存储

用户可针对不同的测量需求，预先保存 4 组测量配置参数 (File1~File4)，测量时可快速调用测量配置参数。

保存或加载的测量配置参数项包括：测量模式、测量量程、测量同步源、变比系数、平均设置、滤波设置、峰值保持设置、计算设置、数据刷新率、波峰比、积分测量设置、谐波测量设置、数据存储设置。

### (1) 保存测量配置

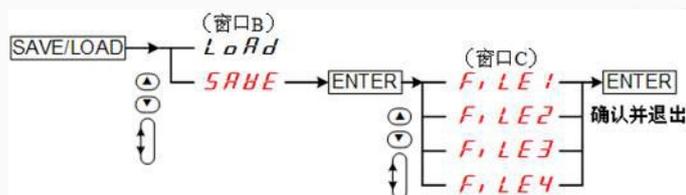


图 5.4 保存配置参数

当选定窗口 C 中相关文件名，窗口 D 将显示该文件的状态：

SAVED (SAVED)： 已保存；

FREE (FREE)： 空闲。

### (2) 加载测量配置

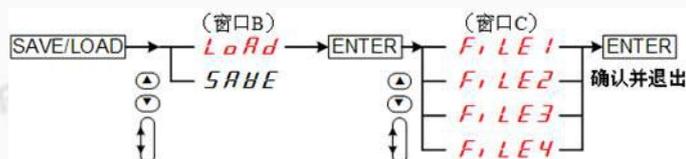


图 5.5 加载配置参数

在已保存的文件 FILE1~FILE4 中，加载测量配置参数，再开始测量参数。

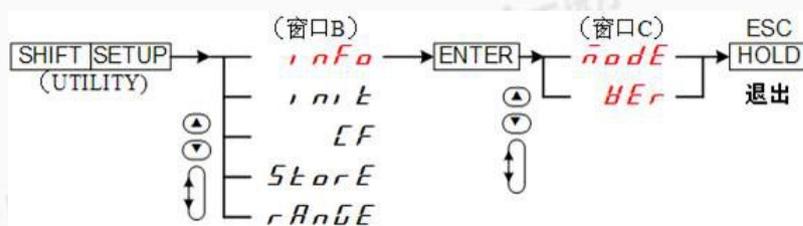
**注意**

---

- 当保存测量配置参数至已保存的文件（File1~File4）时，将覆盖原存储数据。
-

## 第六章 其它功能

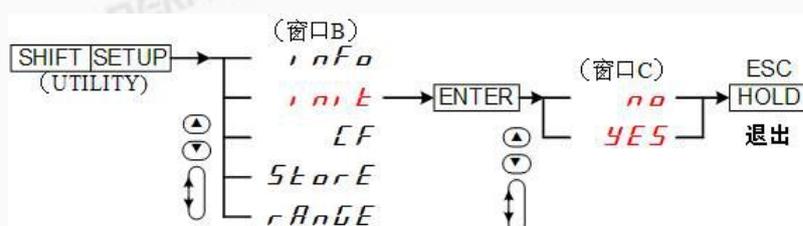
### 6.1 查看系统信息



mode (MODE): 仪器型号, 具体型号显示于窗口D;

ver (VER): 版本号, 具体版本号显示于窗口D。

### 6.2 初始化设置



no (NO): 不执行初始化;

yes (YES): 仪器初始化。

仪器初始化后, 测量配置参数恢复出厂时的默认值, 如表 6.1 所示。

表 6.1. 初始化默认配置

项目		默认设置
窗口 A	—	显示: V (PF330 默认 ELEMENT1)
窗口 B	—	显示: A (PF330 默认 ELEMENT1)
窗口 C	—	显示: W (PF330 默认 ELEMENT1)
窗口 D	—	显示: V Hz (PF330 默认 ELEMENT1)
测量模式	MODE	RMS
接线方式 (仅 PF330)	WIRING	1P3W
数据刷新率	Update	0.25s
测量同步源	SYN	Volt
计算	MATH	CFU
保持	HOLD	数据保持功能: OFF
峰值保持	PEAK HOLD	峰值保持功能: OFF

波峰比	CF	3
测量量程	RANGE	Auto
线路滤波器	LINE	OFF
频率滤波器	FREQ	OFF
平均功能	AVG	平均功能: OFF 平均类型: 算术移动平均 平均常数: 8
量程跳转功能	SKIPE	OFF
互感器变比	SCALING	变比功能: OFF V: 1.000 C: 1.000 F: 1.000
外部传感器变比	E	1.000
积分测量设置	INTEG	积分功能: 关闭 积分模式: 手动 积分时间: 0000 : 00 : 00
谐波测量设置	HARM	谐波分析功能: OFF PLL 源: Volt 总谐波失真计算方法: IEC 最大分析测试次数: 50
测量配置存储	SAVE/LOAD	清除测量配置文件 File1~File4
数据保存	STORE	数据保持功能: OFF 数据保存间隔: 00 : 00 : 00
通讯接口	INTERFACE	USB

### 6.3 零位补偿

按 CAL(SHIFT+ENTER)时执行零位补偿(校零)功能, 自动校正测量零位。  
当测量量程、输入滤波发生改变时, 仪器自动执行零位补偿。

#### 注意

- 为确保测量精度, 建议开机 30 分钟后, 进行手动零位补偿。
- 测量过程中, 若长期处于同一测量量程, 当零位随环境温度发生变化时, 建议进行手动零位补偿。

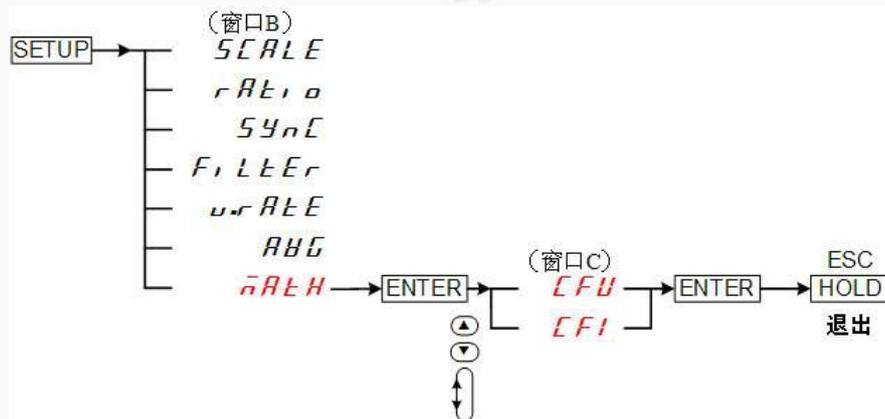
### 6.4 按键锁定功能

按 LOCK 执行按键锁定功能时, 按键处于失效状态, 再按 LOCK 键或重新开机后, 解除按键锁定状态。

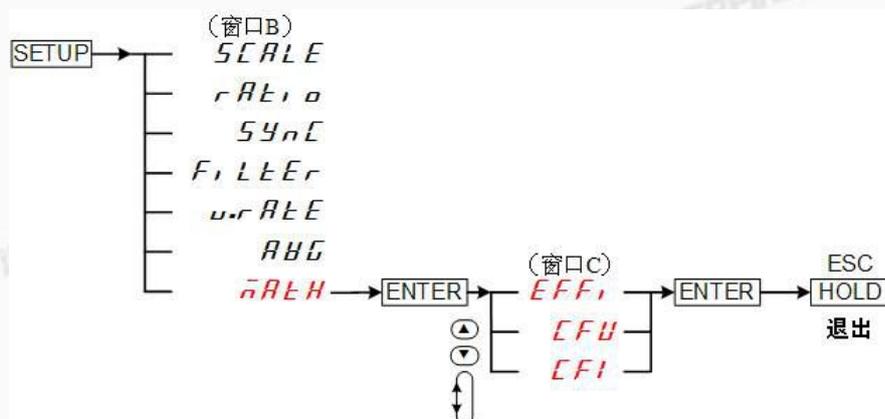
## 6.5 计算功能

使用窗口 C 的 FUNCTION 键，切换至 MATH 功能，位于窗口 C 左侧的 MATH 指示灯点亮。

(1) PF310/PF310A：可选 CFU 或 CFI。



(2) PF330：可选 CFU、CFI 或 EFFI。



[CFU] (CFU): 电压波峰比;

[CFI] (CFI): 电流波峰比;

[EFFI] (EFFI): 效率。

### 6.5.1 波峰比计算

波峰比计算功能，用于计算各单元电压或电流波峰比，公式如下：

$$\text{波峰比CF} = \frac{X_{pk}}{X_{rms}}$$

X<sub>pk</sub>: 峰值

X<sub>rms</sub>: 真有效值

注：Xpk、Xrms 同为电压或电流。

## 6.5.2 效率计算

PF330 含效率计算功能，效率计算时，单元 2 测量被测设备的输入有功功率，单元 1、3 测量输出有功功率，通过以下公式计算得到：

$$\text{效率 } \eta = \frac{P_1 + P_3}{P_2} \times 100\%$$

P<sub>2</sub>: 输入有功功率

P<sub>1</sub>、P<sub>3</sub>: 输出有功功率

### 注意

---

- 效率单位为%， “%” 未显示于面板上。
  - 当 $\eta < 0.0001\%$ 或 $P_2=0$ 时，效率值将显示为 “ ”。
-

## 第七章 软件使用说明

### 7.1 系统要求

- (1) 操作系统为中（英）文 Windows XP 或 Win7;
- (2) 硬盘剩余空间 1G 以上;
- (3) 显示分辨率应在 1280x1024 以上；建议使用 1280x1024;
- (4) USB 端口 1 个。

### 7.2 软件安装

#### (1) .net4.0 环境安装

应用软件安装前需要先安装 dotNetFx40\_Full\_x86\_x64.exe，文件路径：安装光盘\dotNetFramework 文件夹\dotNetFx40\_Full\_x86\_x64.exe，双击开始安装，根据提示完成安装后才可正常使用应用软件，不正确的安装将导致软件无法使用，请特别注意。

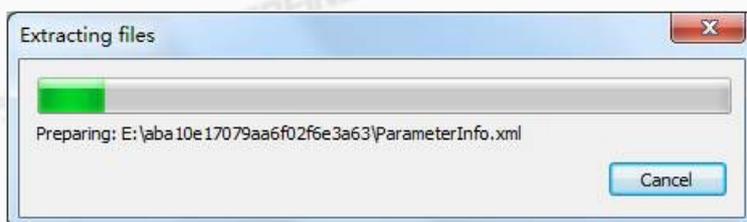


图 7.1 .NET 开始安装界面



图 7.2 .NET 安装完毕界面

#### (2) 应用软件安装

安装软件文件路径：安装光盘\PF300 Setup.exe，双击开始安装，按提示操作完成安装。

### (3) USB 驱动程序安装

利用 USB 与 PC 通信时，需要先安装驱动，文件路径：安装光盘\CP210x\_VCP\_Win2K\_XP\_WIN7.exe，双击开始安装，根据提示完成安装，否则无法正常使用 USB 端口进行通信。

USB 端口查看：仪器通过 USB 线连接到电脑后，右键点击“我的电脑”，选择“属性”，在“硬件”页面点击“设备管理器”，点开“端口（COM 和 LPT）”前面的“+”号，此时可看到电脑的所有端口情况，其中“CP210x USB to UART Bridge Controller (COM X)”即是 USB 对应的通信端口 X。常规仪器配常规软件时选择 COM X 串口即可。

## 7.3 软件概述

PF300 系列上位机应用软件用于获取测量得到的数值、谐波波形数据，并可通过 USB（或 RS-232、GP-IB、LAN）接口将数据传至 PC 进行显示和存储。

打开 PF300 软件将显示登陆界面，设置通讯接口、仪器类型，波特率固定选择为 115200，如图 7.3 所示。（PF310A 仪器请选择 PF310 仪器类型）

脱机模式便于用户在不连接仪器时使用文件阅读功能。



图 7.3 应用软件登陆界面

串口、波特率及仪器类型选择完毕之后，点击“登录”进入软件主界面，如图 7.4 所示。

软件界面功能区域模块如下：

- (1) 菜单栏：打开，保存，另存为，导出常规数据，导出谐波数据，导出积分数据等；
- (2) 快捷图标：打开，保存，进入远程，退出远程，测量设置，开始测试，开始积分，开启谐波等；
- (3) 文档操作区：添加，删除，清空；
- (4) 测量显示区：常规测量、谐波测量、积分测量、数据记录
- (5) 状态栏

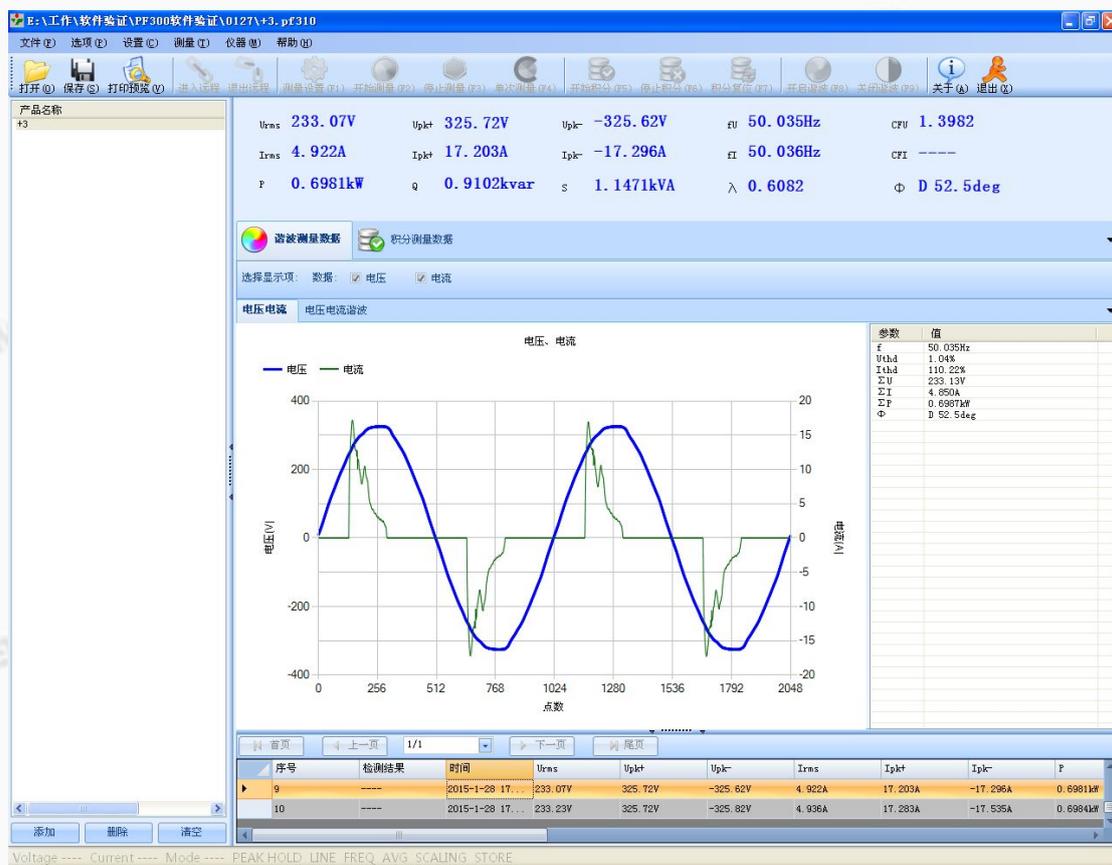


图 7.4 软件主界面

## 7.4 测量设置

仪器进入远程控制 (REMOTE) 时, 可进入如图 7.5、7.6 所示的测量设置界面进行修改设置, 设置参数项如表 7.1 所示, 相关测量参数的功能详见第四章。



图 7.5 PF310/PF310A 测量设置界面



图 7.6 PF330 测量设置界面

表 7.1 设置参数项

设置项目	可选参数	初始化设置
测量模式	RMS、MEAN、DC	RMS
接线方式 (仅 PF330)	1P3W、3P3W、3P4W、3V3A	1P3W
显示刷新率	0.1s、0.25s、0.5s、1s、2s、5s	0.25s
同步源	Voltage、Current、OFF	Voltage
计算功能	CFU、CFI、 $\eta$ (PF310/PF310A仅包含CFU和CFI)	CFU
峰值保持	OFF、ON	OFF
波峰比	CF=3、CF=6	CF=3
电压量程	直接输入： CF=3: 15V、30V、60V、150V、300V、600V、Auto CF=6: 7.5V、15V、30V、75V、150V、300V、Auto	Auto
电流量程	直接输入： • PF310/PF310A： CF=3: 5mA、10mA、20mA、50mA、100mA、200mA 0.5A、1A、2A、5A、10A、20A、Auto CF=6: 2.5mA、5mA、10mA、25mA、50mA、100mA 0.25A、0.5A、1A、2.5A、5A、10A、Auto • PF330： CF=3: 0.5A、1A、2A、5A、10A、20A、Auto CF=6: 0.25A、0.5A、1A、2.5A、5A、10A、Auto 外部传感器输入： CF=3: 50mV、100mV、200mV、Auto CF=6: 25mV、50mV、100mV、Auto	直接输入 Auto
平均功能	OFF、ON	OFF
平均方式	LIN、EXP	LIN
平均常数	8、16、32、64	8
截止频率	5kHz、500Hz	500Hz
线路滤波	OFF、ON	OFF
频率滤波	OFF、ON	OFF
变比功能	OFF、ON	OFF
电压变比 VT	1.000	1.000
电流变比 CT	1.000	1.000
功率变比 F	1.000	1.000
外部传感器变比		
变比系数 E	1.000	1.000
谐波测量		
谐波测量单元	PF310/PF310A: OFF、ON PF330: OFF、Element 1、Element 2、Element 3、ALL	OFF
最大谐波次数	50	50
PLL 同步源	Volt、Curr	Volt
计算方法	IEC、CSA	IEC
积分测量		
积分方式	Manual、Standard、Continuous repetitive	Manual
积分时间	00:00:00	00:00:00

数据存储	OFF、ON	OFF
数据存储间隔	00:00:00	00:00:00
测量配置存储	File1、File2、File3、File4	
仪器校零	零位校正	
系统初始化	测量配置参数恢复为出厂默认值	

## 7.5 测量显示

### (1) 常规测量

在测量设置界面，选择合适的设置参数，如测量模式、测量量程、接线方式、测量同步源等，详见 7.4 章节；

按快捷图标“开始测量(F2)”，开启常规测量功能；

按快捷图标“停止测量(F3)”，停止测量，保持测量数据；

按快捷图标“单次测量(F4)”，仪器作单次测量并刷新测量数据；

测量参数显示窗口如图 7.7、图 7.8 所示，常规测量参数与符号如表 7.2 所示。

U <sub>rms</sub> 233.18V	U <sub>pk+</sub> 325.72V	U <sub>pk-</sub> -325.82V	f <sub>U</sub> 50.028Hz	CFU 1.3970
I <sub>rms</sub> 4.935A	I <sub>pk+</sub> 17.114A	I <sub>pk-</sub> -17.376A	f <sub>I</sub> 50.031Hz	CFI ----
P 0.6981kW	Q 0.9149kvar	S 1.1508kVA	λ 0.6077	Φ D 52.6deg

图 7.7 PF310/PF310A 常规测量显示窗口

Element1	Element2	Element3	Σ
U <sub>rms</sub> 223.98V	U <sub>rms</sub> 22.440kV	U <sub>rms</sub> 224.65V	U <sub>rms</sub> 7615.93V
I <sub>rms</sub> 0.7920A	I <sub>rms</sub> 79.63mA	I <sub>rms</sub> 79.80mA	I <sub>rms</sub> 0.3186A
P 11.116kW	P 11.159W	P 11.164W	P 11.14kW
Q 13.824kvar	Q 13.957var	Q 14.026var	Q 13.95kvar
S 17.739kVA	S 17.869VA	S 17.927VA	S 10.32kVA
f <sub>U</sub> 49.969Hz	f <sub>U</sub> 49.964Hz	f <sub>U</sub> 49.967Hz	f <sub>U</sub> 49.967Hz
f <sub>I</sub> 49.975Hz	f <sub>I</sub> 49.985Hz	f <sub>I</sub> 49.967Hz	f <sub>I</sub> 49.967Hz
λ 0.6217	λ 0.6212	λ 0.6236	λ 1.0000
Φ D 51.6deg	Φ D 51.6deg	Φ D 51.4deg	Φ G 0.0deg
CFU ----	CFU ----	CFU ----	CFU ----
CFI 3.3918	CFI 3.4815	CFI 3.4270	CFI ----

图 7.8 PF330 常规测量显示窗口

表 7.2 常规测量参数

Element 1、2、3 (PF310/PF310A 为单测量单元)						Σ (仅 PF330)			
参数名称	符号	参数名称	符号	参数名称	符号	参数名称	符号	参数名称	符号
电压真有效值	Urms	电流真有效值	Irms			电压真有效值	UrmsΣ	电流 真有效值	IrmsΣ
电压整流校正值	Umn	电流整流校正值	Imn	有功功率	P	电压整流校正值	UmnΣ		
电压算术平均值	Udc	电流算术平均值	Idc			电压算术平均值	UdcΣ		
电压最大值	Upk+	电流最大值	Ipk+	无功功率	Q	有功功率	PΣ	功率因数	λΣ
电压最小值	Upk-	电流最小值	Ipk-	视在功率	S	无功功率	QΣ	相位角	ΦΣ
电压频率	fU	电流频率	fI	功率因数	λ	视在功率	SΣ		
电压波峰比	CFU	电流波峰比	CFI	相位角	Φ	效率		η	

注：Element 1、2、3、Σ的电压真有效值用 Urms1、Urms2、Urms3、UrmsΣ表示，其它参数表示符号以此类推。

(2) 谐波测量

在测量设置界面，选择合适的常规测量参数以及谐波测量相关设置，如谐波测量队单元、最大谐波分析次数、PLL 同步源、计算方法等，详见 7.4 章节；

按快捷图标“开始谐波(F8)”，开启谐波测量功能；

按快捷图标“停止谐波(F9)”，停止谐波测量功能；

测量参数显示如图 7.9、7.10 所示。

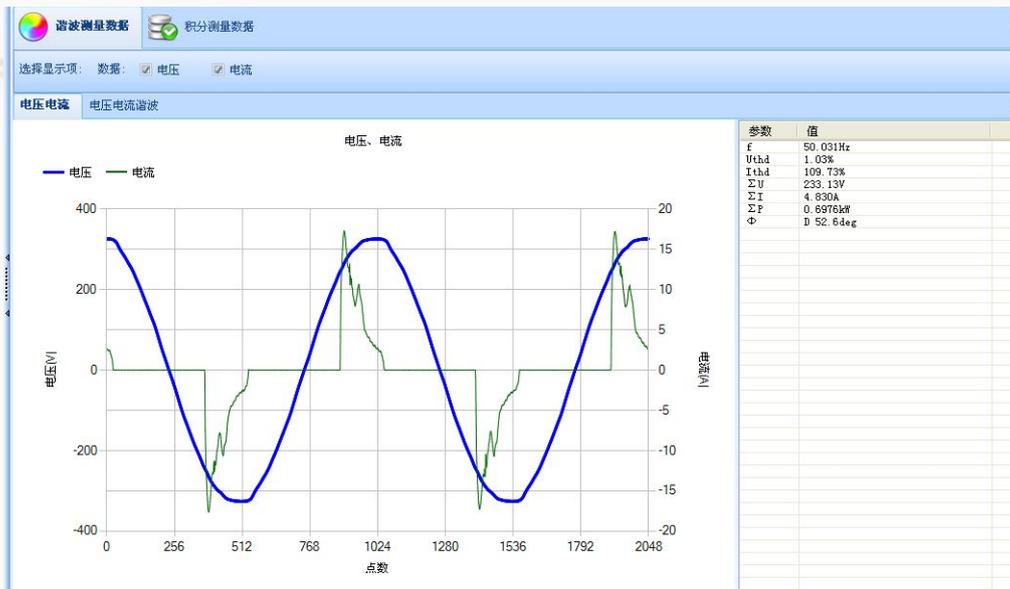


图 7.9 谐波测量显示窗口（总谐波）



图 7.10 谐波测量显示窗口（单次谐波）

表 7.3 谐波测量参数

参数名称	PLL 源 基波频率	电压 总谐波失真	电流 总谐波失真	总谐波电压	总谐波电流	总谐波功率
符号	f (Hz)	Uthd (%)	Ithd (%)	$\Sigma U$ (V)	$\Sigma I$ (A)	$\Sigma P$ (W)
参数名称	单次谐波 电压有效值	单次谐波 电压相对值	单次谐波 电流有效值	单次谐波 电流相对值	单次谐波 有功功率	单次谐波 有功功率相对值
符号	Urms (V)	Uhdf (%)	Irms (A)	Ihdf (%)	P (W)	P (%)

### (3) 积分测量

在测量设置界面，选择合适的常规测量参数以及积分测量相关设置，如积分测量单元、积分模式、积分时间等，详见 7.4 章节；

按快捷图标“开始积分(F5)”，开启积分测量功能；

按快捷图标“停止积分(F6)”，停止谐波测量功能；

按快捷图标“积分复位(F7)”，复位积分状态，清除积分时间与测量数据。

积分测量显示窗口如图 7.11 所示，积分测量参数对应符合如表 7.4 所示。

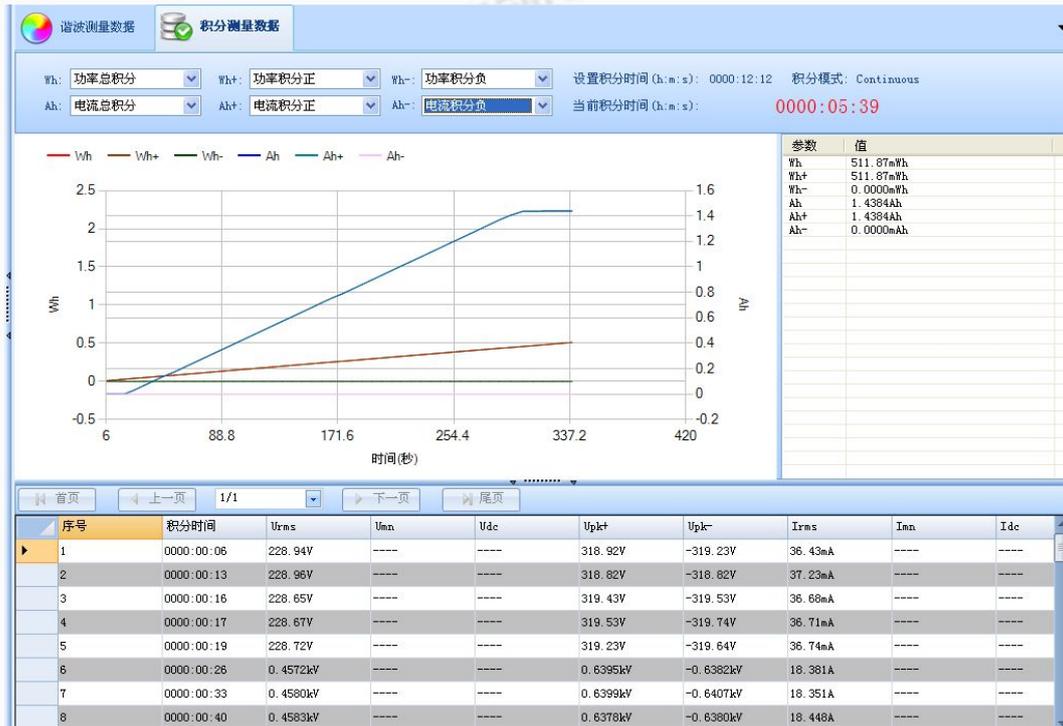


图 7.11 积分测量显示窗口

表 7.4 积分测量参数

参数名称	积分累计时间	总功率积分	正功率积分	负功率积分	总电流积分	正电流积分	负电流积分
符号	TIME	Wh	Wh+	Wh-	Ah	Ah+	Ah-

## 第八章 常见故障及排除

### 8.1 常见故障及处理

序号	现象	措施
1	开机后，仪器窗口无显示。	(1) 确保仪器电源线已正常连接。 (2) 确保供电电源在允许供电范围。
2	显示的测量值不准确。	(1) 确保工作的环境温度与湿度在允许范围内。 (2) 确保显示不受噪声干扰。 (3) 检查测试线是否正常连线。 (4) 检查接线方式设置是否正确。 (5) 检查滤波器开关设置。 (6) 检查测量同步源及数据刷新率。 (7) 重新开机。
3	按键操作无效。	(1) 检查 REMOTE 指示，若仪器进入远程状态，请先按 LOCAL 退出远程。 (2) 检查 LOCK 指示灯，若指示灯亮，请先退出按键锁定功能。
4	谐波测量不正常。	(1) 检查 PLL 同步源设置。 (2) 检查设为 PLL 同步源的输入信号是否满足谐波分析测量条件。
5	远程控制失败。	(1) 检查通信线是否正常连接。 (2) 若采用 RS-232 通信，请检查 RS-232 通信设置。 (3) 若采用 GP-IB 通信，请检查 GP-IB 通信设置。

其他情况详见各章节注意事项。

### 8.2 错误代码查询

用户使用仪器的过程，若进行了非法操作，仪器 D 窗口将提示错误代码，用户可查询表 8.1 排除错误操作。

表 8.1 错误代码查询表

错误代码 (Err-xx)	原因分析	措施
01	在积分测量状态、谐波测量状态、仪器端 HOLD 状态或 STORE 状态，设置测量模式。	请先退出积分测量、谐波测量、仪器端 HOLD 状态、STORE 状态，再设置测量模式。
02	在积分状态或 STORE 状态，切换接线方式。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置接线方式。
03	非积分 START 状态，按积分 STOP。	请勿非法操作，仅 START 状态，按 STOP 有效。
04	非积分 STOP 状态，按积分 RESET。	请先按 STOP 停止积分，再按 RESET 复位积分。
05	标准积分模式下积分时间已到，按积分 START。	请先按 RESET 复位积分，再按 START 开始标准积分。
06	在标准积分或者连续重复积分模式，积分时间设为 0，按积分 START。	请先设置合适的积分时间，再按 START 开始标准积分或连续重复积分。
07	积分测量状态，设置 HOLD。	请先退出积分测量，再使用 HOLD 功能。
08	非 HOLD 状态，进行单次测量。	请先按 HOLD 进入数据保持状态，再执行单次测量。
10	HOLD 或 PEAK HOLD(MAX HOLD)状态，按积分 START。	请先退出 HOLD 或 PEAK HOLD(MAX HOLD)状态，再按 START 开始积分。
11	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态、MAX HOLD，设置变比系数。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置变比系数。
12	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，设置外部传感器变比系数。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置传感器变比系数。
13	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，设置同步源。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置测量同步源。
14	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，设置线路或频率滤波器。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置线路或频率滤波器。
15	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，设置数据刷新率。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置数据刷新率。
16	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，设置平均功能。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置平均功能。
17	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，设置计算功能。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置计算功能。
21	积分测量状态、STORE 状态，设置仪器初始化。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置仪器初始化。
22	积分测量状态、STORE 状态，设置测量波峰比。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置测量波峰比。
23	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，设置量程跳转功能。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置量程跳转功能。
24	积分测量状态、谐波测量状态、STORE 状态，更改存储间隔设置。	请先退出积分测量、谐波测量、STORE 状态，再设置存储间隔。

25	积分测量状态，执行零位补偿功能。	请先退出积分测量，再执行零位补偿。
26	积分测量状态、STORE 状态，设置峰值保持功能。	请先退出积分测量、STORE，再开启峰值保持功能。
32	积分测量状态、STORE 状态，设置谐波 PLL 源。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置谐波 PLL 源。
33	积分测量状态、STORE 状态，设置谐波最大分析次数。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置谐波最大分析次数。
34	积分测量状态、STORE 状态，设置谐波计算方法。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置谐波计算方法。
41	积分测量状态，设置积分模式。	请先退出积分测量，再设置积分模式。
42	积分测量状态，设置积分时间。	请先退出积分测量，再设置积分时间。
51	积分测量状态、STORE 状态，设置电压量程。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置电压量程档，或开启量程跳转功能。
52	积分测量状态、STORE 状态，设置电流量程。	请先退出积分测量、STORE 状态，再设置电流量程档，或开启量程跳转功能。
61	变比系数无法设为 0。	变比系数的有效设置范围：0.001~9999。
71	积分测量状态、STORE 状态，保存或加载测量配置参数。	请先退出积分测量、STORE 状态，再保存或加载配置参数。

注：远程控制状态下，仪器端可按 LOCAL (SHIFT+SHIFT) 退出远程控制，不提供其它按键功能，不显示测量数据。

## 第九章 仪器的校准与检验

### 9.1 校准与检验条件

- (1) 环境温度： $23^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$
- (2) 环境湿度：35% ~ 55%
- (3) 电源电压： $220\text{V} \pm 11\text{V}$
- (4) 电源频率：50Hz (1Hz)
- (5) 预热时间： $\geq 30$  分钟
- (6) 周围无影响正常工作的机械振动和电磁场干扰。

### 9.2 校准与检验所依据技术文件

- (1) JJG (浙) 90-2007 数字式多用表校验仪
- (2) JJG 780-1992 交流数字功率表
- (3) JJG (浙) 89-2007 电参数测量仪

### 9.3 校准与检验设备

- (1) 标准表 (0V~600V, 0A~20A);

45Hz ~65Hz 精度优于 0.05%，其他频率段的不确定度应不大于被检仪器最大允许误差的 1/3—1/5。

PF330 检验推荐使用：远方光电 PF2010 数字功率计

- (2) 信号源 (0V~600V, 0A~20A)。

45Hz ~65Hz 源输出稳定度优于 0.02%/3min，其他频率段源输出的稳定度应优于被检仪器准确度等级的 1/5—1/10。

推荐使用：远方光电 YS6100 功率标准源 (45Hz ~65Hz 检验)

注：所使用的检验设备应符合定期计量检定合格的规格。

## 9.4 检验项目及方法

### 9.4.1 校准与检验项目

检验 PF300 系列仪器正常工作时电压、电流、有功功率及频率的测量准确度，其他未提及的电参数精度是由计算得到的，如波峰比、功率因数。

### 9.4.2 校准与检验方法

- (1) 仪器检验接线方法如图 9.1、9.2 所示，正确连接仪器、信号源、标准表。
- (2) 确保信号源输出的电压、电流信号在仪器输入范围内，读取并记录仪器测量的电压、电流、有功功率和频率数据。

按公式(1)计算其误差，测量结果应满足第 2.2 节测量准确度要求。

$$R=B_X-B_N \quad (1)$$

其中：

$B_N$ ：标准表显示读数；

$B_X$ ：被检仪器显示读数；

$R$ ：仪器测量误差。

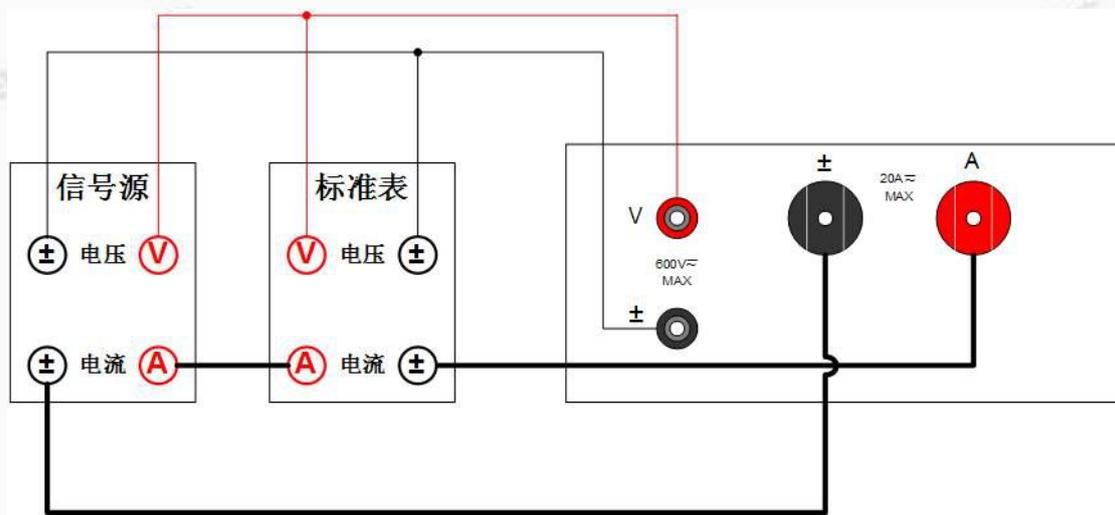


图9.1 PF310/PF310A校准与检验接线图

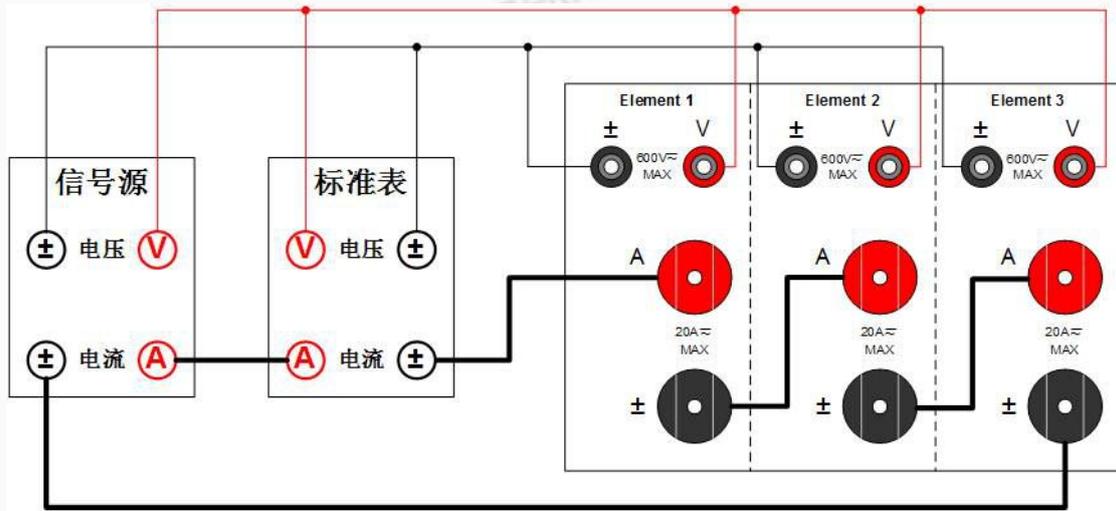


图9.2 PF330校准与检验接线图

## 附录

### 附录 I 测量参数符号及其定义

#### (1) 常规测量与积分测量

	测量参数	参数符号	公式定义		
常规测量	电压	Urms	Urms	Umn	Udc
		Umn	$\sqrt{\text{AVG}[u(n)^2]}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}}\sqrt{\text{AVG} U(n) }$	AVG [u(n)]
		Udc			
	电流	Irms	Irms	Imn	Idc
		Imn	$\sqrt{\text{AVG}[i(n)^2]}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}}\sqrt{\text{AVG} I(n) }$	AVG [i(n)]
		Idc			
	有功功率	P[W]	AVG[u(n)·i(n)]		
	视在功率	S[VA]	Urms·Irms	Umn·Imn	Udc·Idc
	无功功率	Q[var]	$\sqrt{S^2 - P^2}$		
	功率因数	λ	P/S		
	相位角	Φ[deg]	COS <sup>-1</sup> (P/S)		
	电压频率	fU[Hz]	电压频率		
	电流频率	fI[Hz]	电流频率		
	电压最大值	Upk+[V]	瞬时电压最大值		
	电压最小值	Upk-[V]	瞬时电压最小值		
	电流最大值	Ipk+[A]	瞬时电流最大值		
	电流最小值	Ipk-[A]	瞬时电流最小值		
	电压波峰比	CFU	$\frac{Upk}{Urms}$ Upk=  Upk+ 或 Upk- , 取较大者		
电流波峰比	CFI	$\frac{Ipk}{Irms}$ Ipk=  Ipk+ 或 Ipk- , 取较大者			
效率(PF330)	—	η			
积分测量	功率积分	Wh	$\left[ \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N \{U(n) \cdot I(n)\} \right] \cdot \text{Time}$ Time: 积分时间 (单位: 小时)		
		Wh+			
		Wh-			
	电流积分	Ah	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N I(n) \cdot \text{Time}$ I(n): 第 n 次测量值		$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i(n) \cdot \text{Time}$ i(n): 第 n 次采样值
		Ah+			
		Ah-			

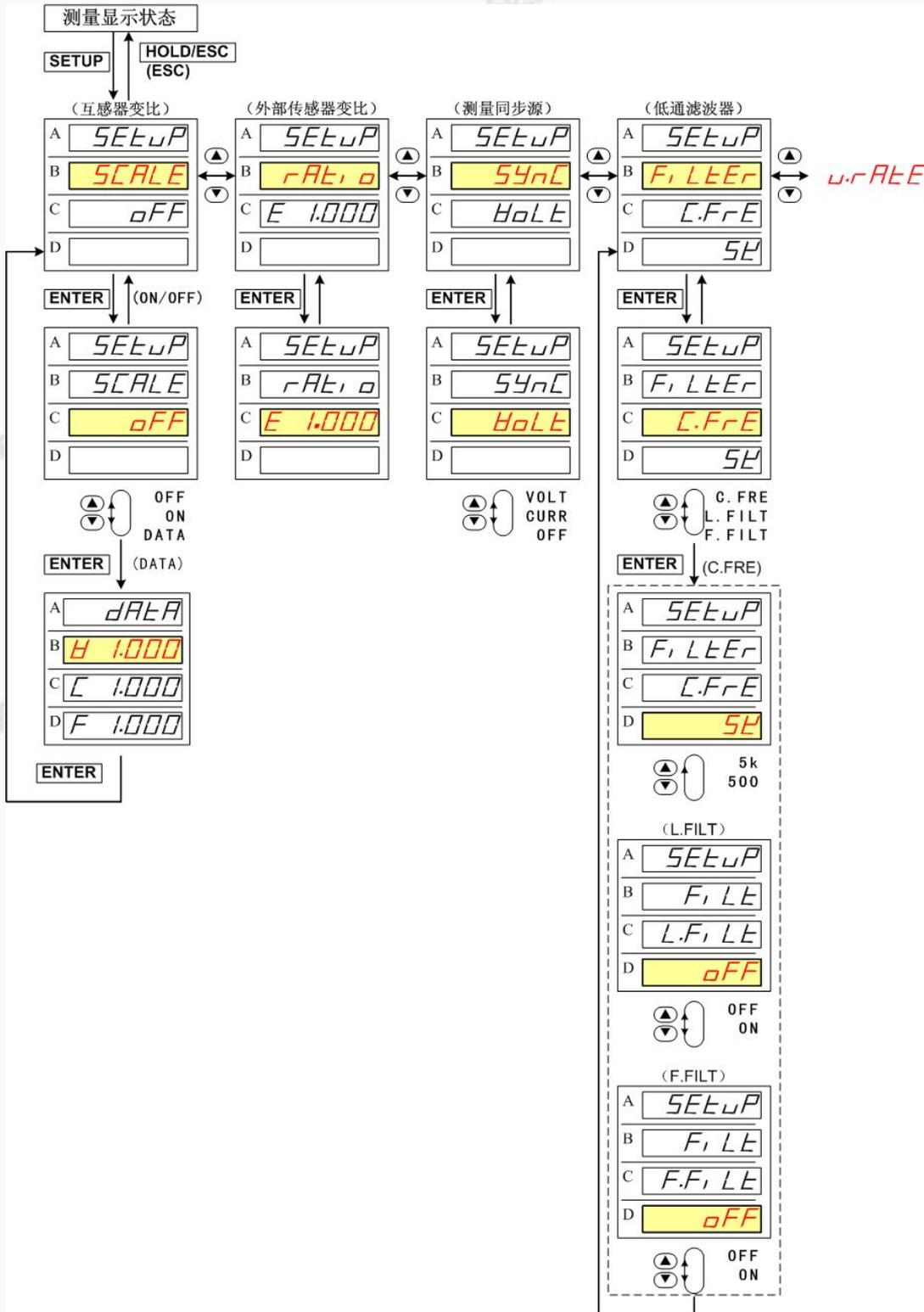
(2) 谐波测量

测量参数		真有效值	相对值 IEC	相对值 CSA
总谐波	电压	$\Sigma U = \sqrt{\sum_{k=1}^N (U_k)^2}$	$U_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^N (U_k)^2}}{U_1} \times 100\%$	$U_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^N (U_k)^2}}{\sqrt{\sum_{k=1}^N (U_k)^2}} \times 100\%$
	电流	$\Sigma I = \sqrt{\sum_{k=1}^N (I_k)^2}$	$I_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^N (I_k)^2}}{I_1} \times 100\%$	$I_{thd} = \frac{\sqrt{\sum_{k=2}^N (I_k)^2}}{\sqrt{\sum_{k=1}^N (I_k)^2}} \times 100\%$
	有功功率	$\Sigma P = \sum_{k=1}^N P_k$		
单次谐波	电压	$U(k) = \sqrt{U_r(k)^2 + U_j(k)^2}$	$Uk\% = \frac{U_k}{U_1} \times 100\%$	$Uk\% = \frac{U_k}{\Sigma U} \times 100\%$
	电流	$I(k) = \sqrt{I_r(k)^2 + I_j(k)^2}$	$Ik\% = \frac{I_k}{I_1} \times 100\%$	$Ik\% = \frac{I_k}{\Sigma I} \times 100\%$
	有功功率	$P(k) = U_r(k) \cdot I_r(k) + U_j(k) \cdot I_j(k)$		
功率因数	$\lambda = P(1)/S(1)$			
相位角	基波电压 U(1)与基波电流 I(1)之间的相位差。			
备注	N: 最大谐波分析次数 k: 谐波次数 (1~N 次)			

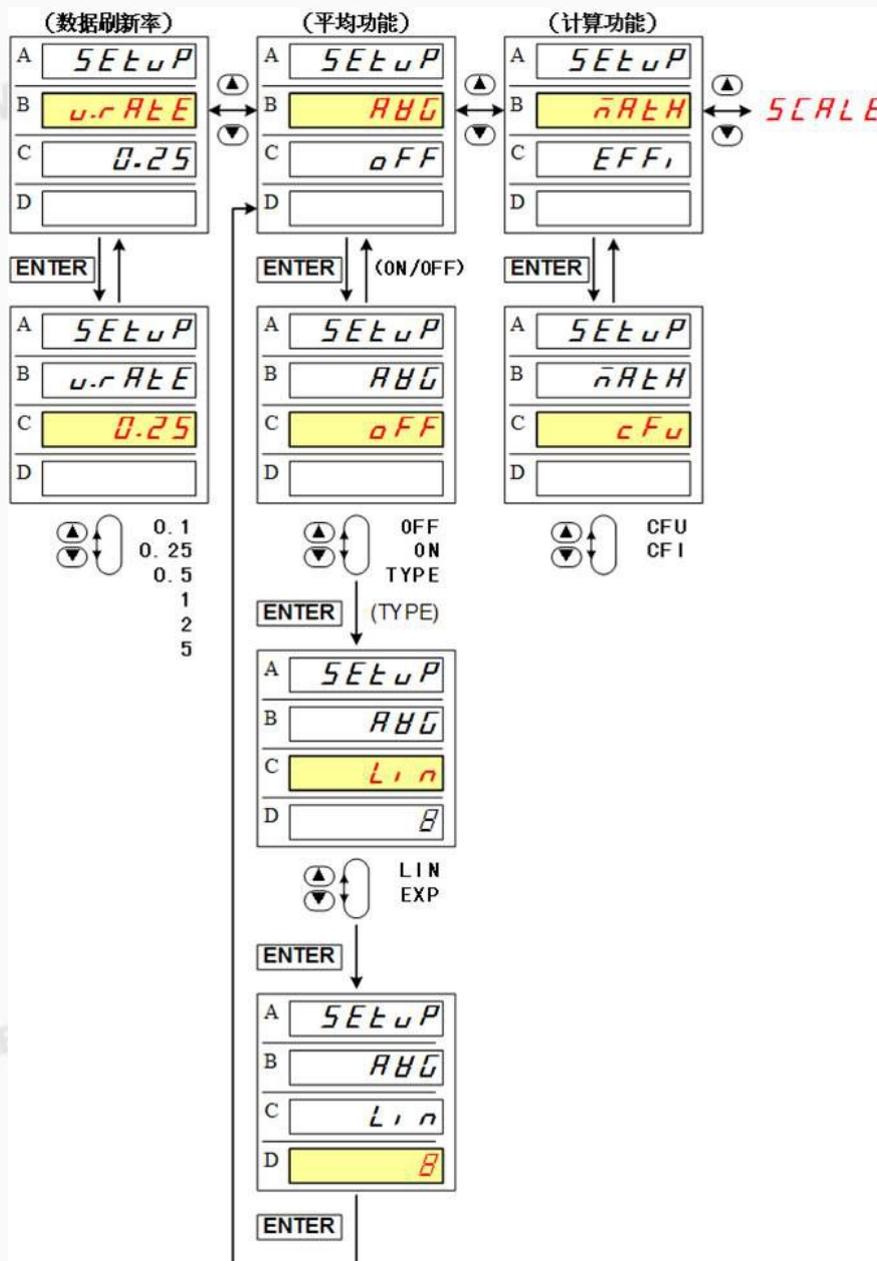
## 附录 II 菜单设置流程

### (1) SETUP 菜单

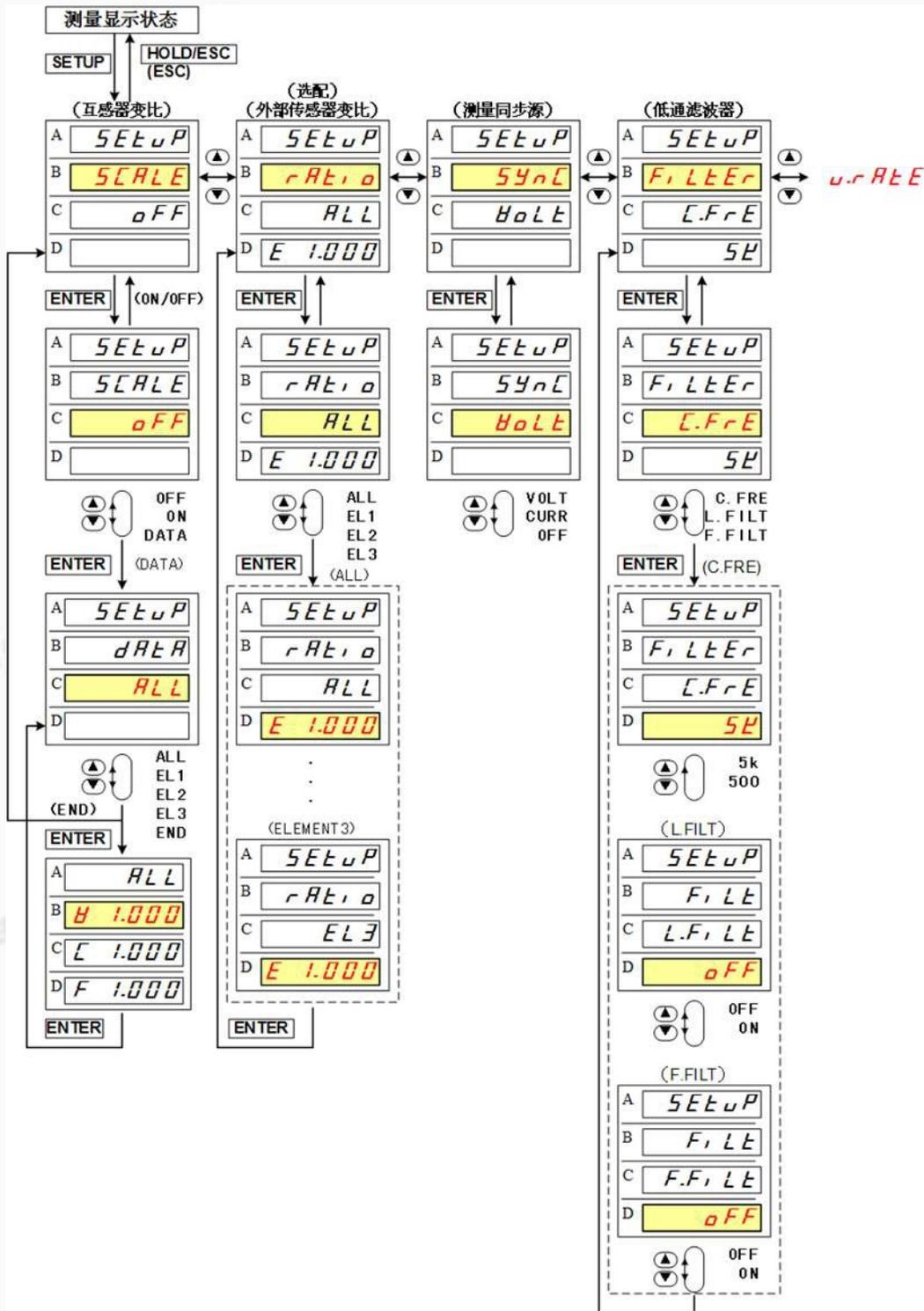
#### PF310/PF310A 设置菜单



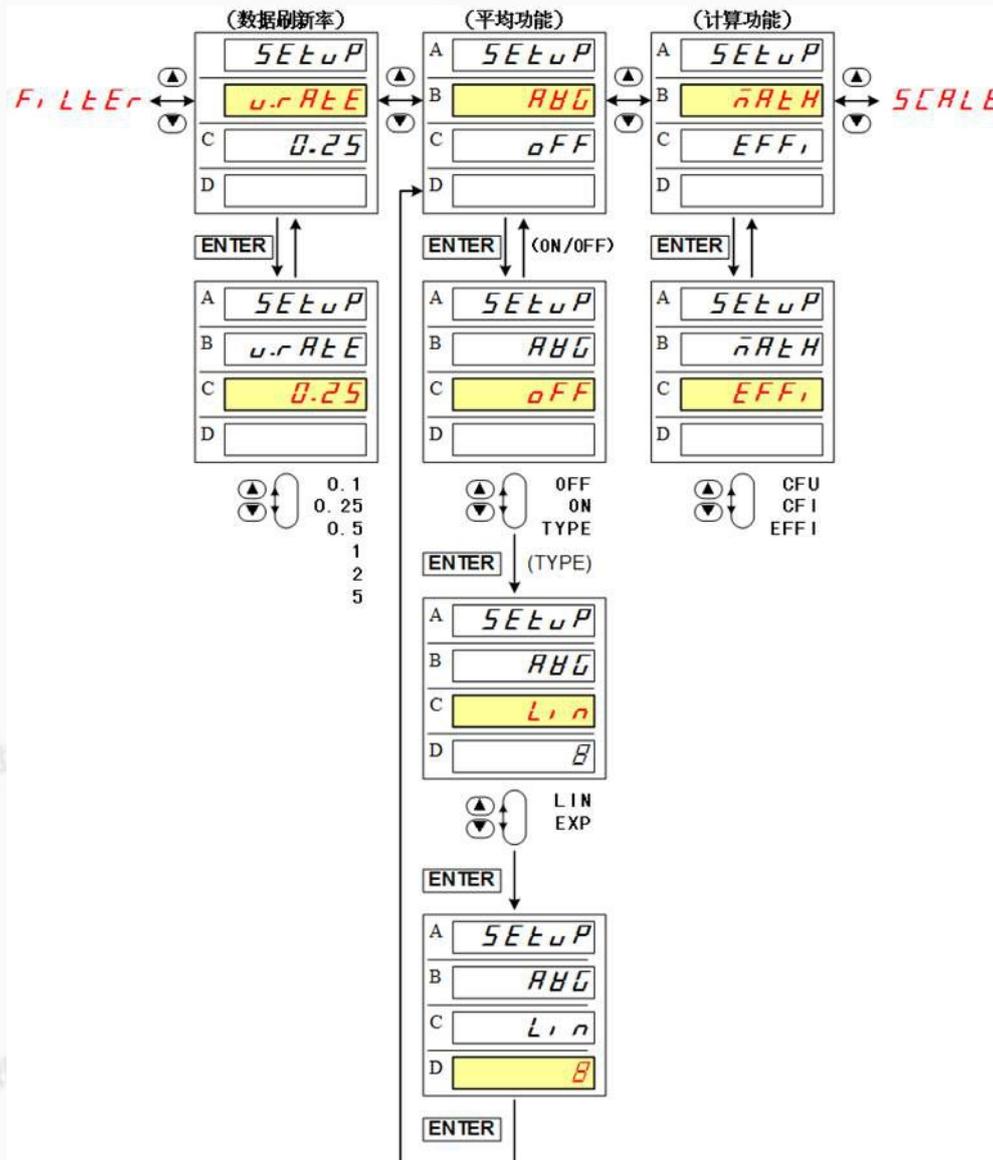
PF310/PF310A 设置菜单 (续)



PF300 设置菜单

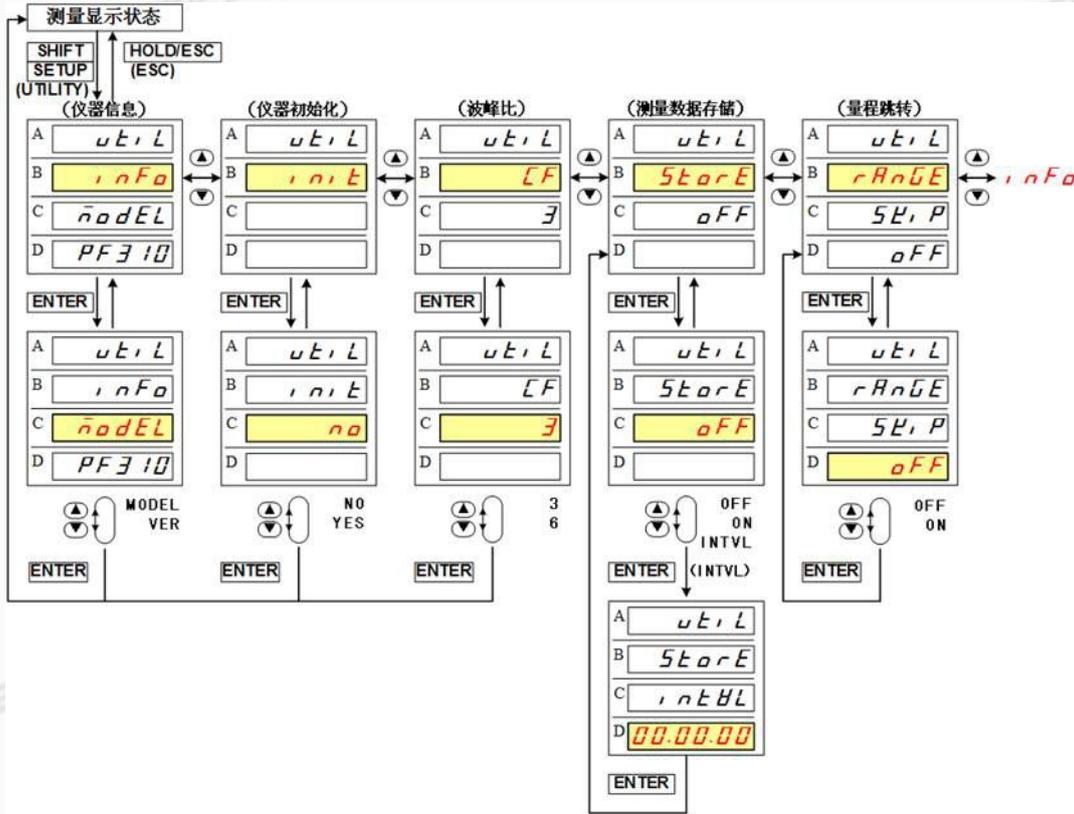


PF300 设置菜单 (续)

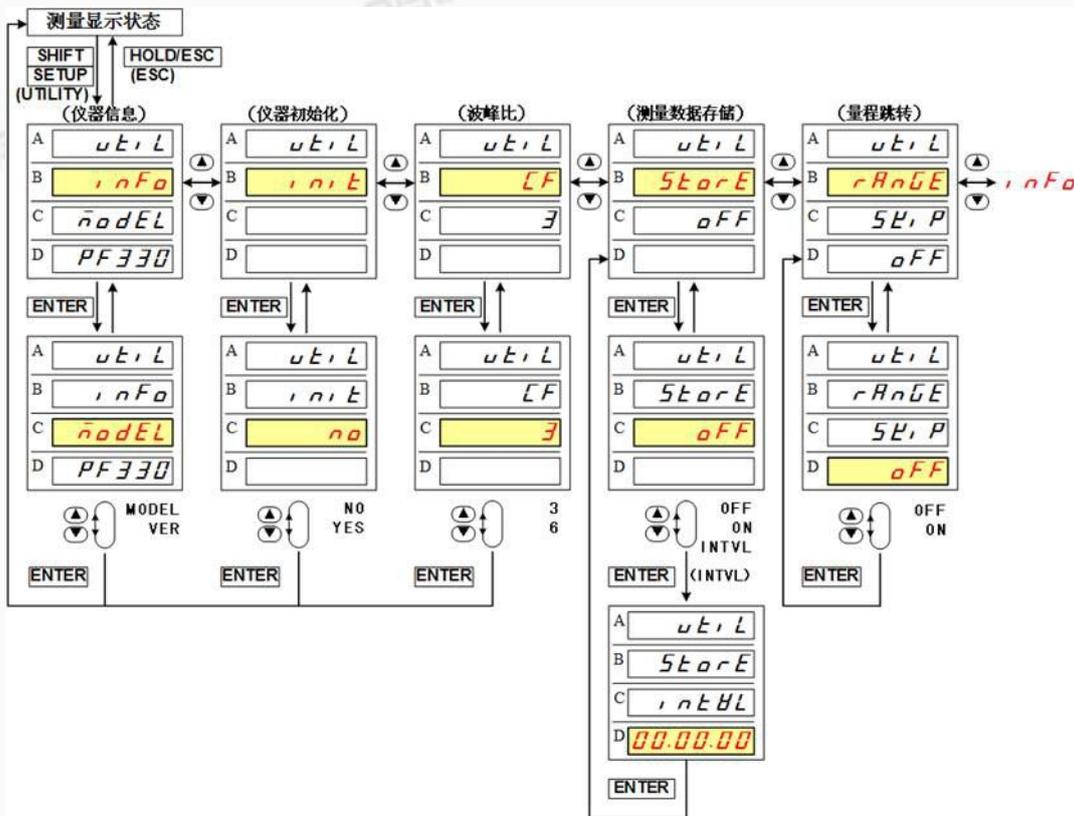


(2) UTILITY 菜单

PF310/PF310A UTILITY 菜单

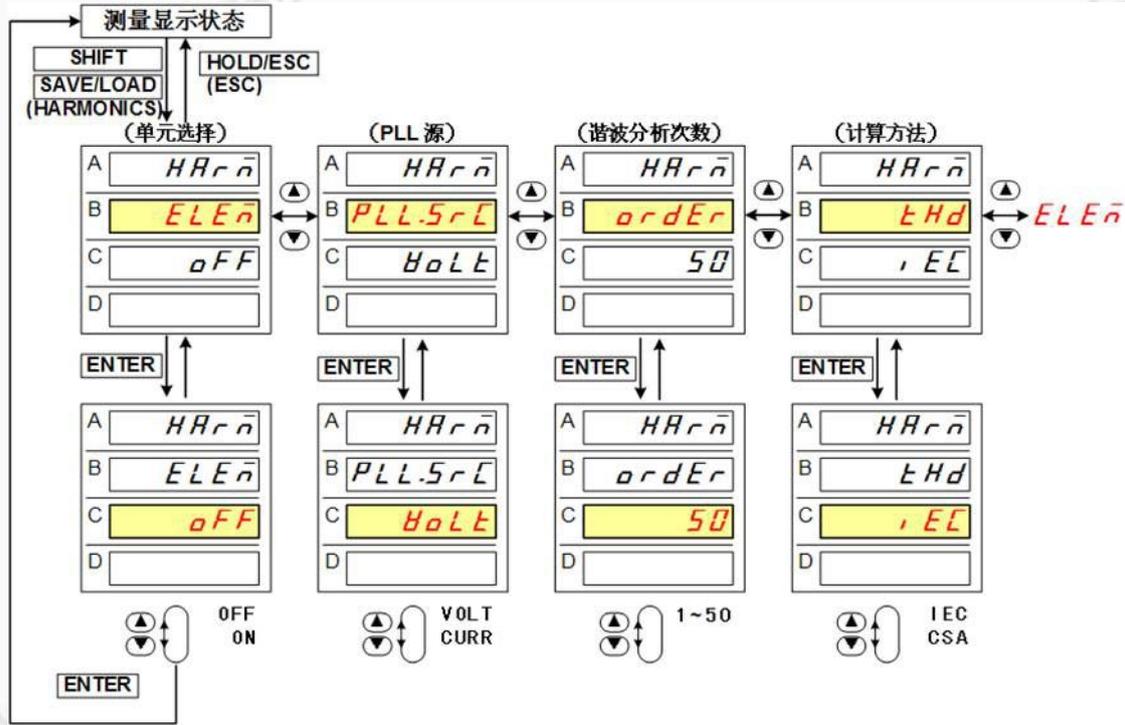


PF330 UTILITY 菜单

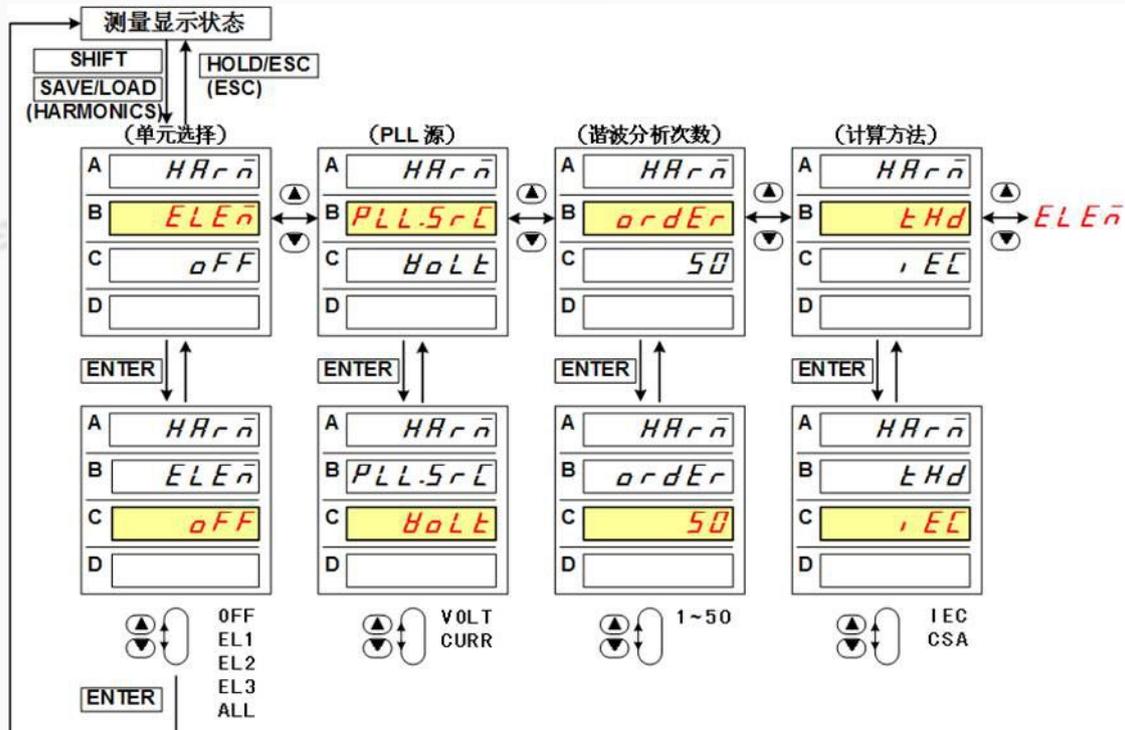


(3) HARMONICS 菜单

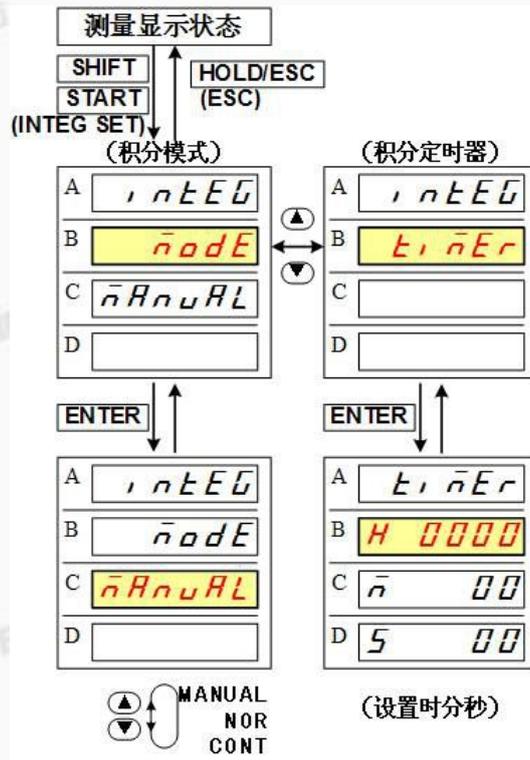
PF310/PF310A HARMONICS 菜单



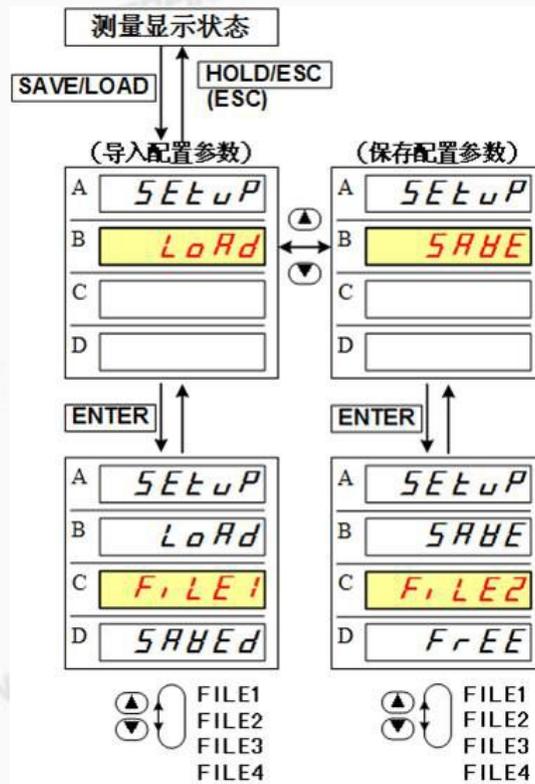
PF330 HARMONICS 菜单



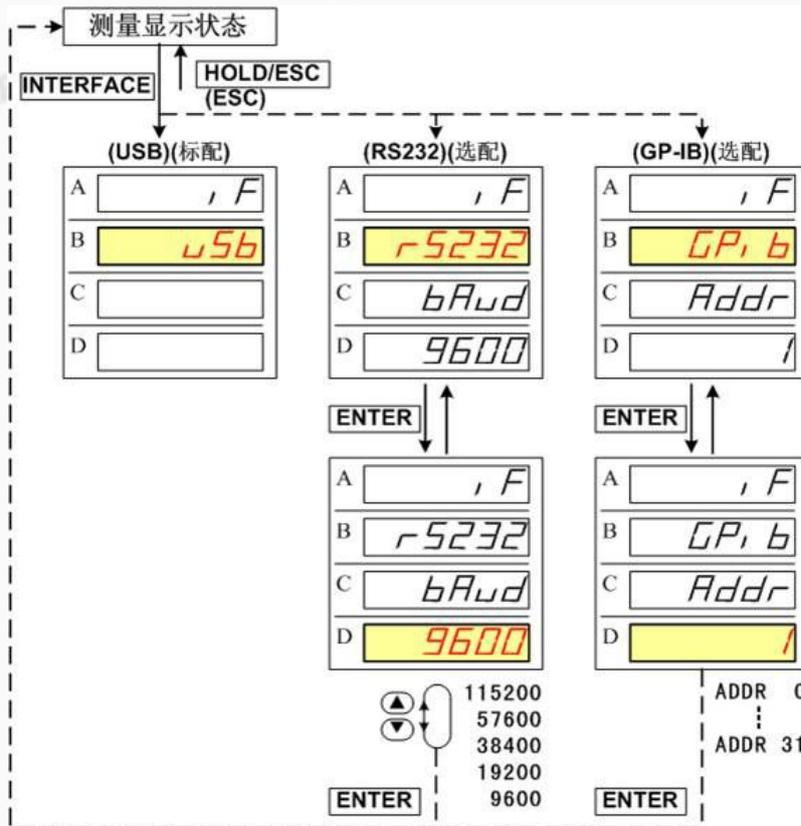
(4) INTEGRATION 菜单



(5) SAVE/LOAD 菜单



(6) INTERFACE 菜单



## Overview

PF300 series digital power meter is a type of compact multi-channel and multi-function digital power meter, which can be well used in production, measurement, evaluation and research etc.

The characteristics of PF300 are shown as following:

(1) Test element

PF310/PF310A: single channel test element;

PF330: multi-channel test element.

(2) Wide range voltage input

Voltage: PF310/PF310A/330: 75mV~600V;

Current: PF310/PF310A: 0.025mA~20A; PF330: 5mA~20A;

Frequency: DC、0.5Hz~100kHz。

In addition, PF300 series can provide scaling function, testing external voltage or current mutual inductor, it also can provide external output-voltage type of output current mutual inductor to test large current.

(3) Simultaneous measurement of multi-function

General parameters, harmonic analysis and integration capabilities can be simultaneously measured.

(4) Auto range function

Specify range skips automatically in general measurement.

Auto range in the integrating function.

(5) Peak value holding function

Can hold the real value and peak value of voltage and current, the maximum value of active power, reactive power, apparent power.

(6) Efficiency calculation function (PF330 only)

Single instrument can realize the efficiency calculation function.

(7) Fast display and data update

Data update rate is optional, speeds up to 0.1s.

(8) PC Software

Provide application software to set measurement parameters and to obtain measurement data.

(9) Communication Interface

USB for default, RS-232, GP-IB and LAN for optional.

## Specifications

### Input Specifications

Items	Voltage	Current
Input terminal type	Small terminal	Direct input: Big terminal External current sensor input: Isolated BNC connector
Input format	Floating inputs with safety isolation	
	Resistive voltage divider	Shunt input
Input impedance	Approx. $2M\Omega + 13pF$	Direct input: PF310/PF310A: Approx. $500m\Omega + 10\mu H$ (range $\leq 200mA$ ) Approx. $5m\Omega + 10\mu H$ (range $\geq 0.25A$ ) PF330: Approx. $5m\Omega + 10\mu H$ External input: PF310/330 Approx. $20k\Omega$
Measurement Range (RMS)	PF310/PF330 Direct input: CF=3: 15V/30V/60V/150V/300V/600V CF=6: 7.5V/15V/30V/75V/150V/300V	PF310/PF310A Direct input: CF=3: 5mA/10mA/20mA/50mA/100mA/ 200mA/0.5A/1A/2A/5A/10A/20A CF=6: 2.5mA/5mA/10mA/25mA/50mA/ 100mA/0.25A/0.5A/1A/2.5A/5A/10A
		PF330 Direct input: CF=3: 0.5A/1A/2A/5A/10A/20A CF=6: 0.25A/0.5A/1A/2.5A/5A/10A External input: CF=3: 50mV/100mV/200mV CF=6: 25mV/50mV/100mV
Frequency Range	DC, AC 0.5Hz ~ 100kHz	
Instantaneous maximum allowable input ( $\leq 1s$ )	2kVpk or 1.5kVrms, whichever is less	90Apk or 30Arms, whichever is less
Continuous maximum allowable input	1.5kVpk or 1kVrms, whichever is less	60Apk or 22Arms, whichever is less
Filter	Line filter: Select OFF, 500Hz or 5kHz	
	Frequency filter: Select OFF, 500Hz or 5kHz	

## Measurement Accuracy

<b>Measurement Condition</b>	Temperature: 18°C ~ 28°C	
	Humidity: 30%R.H.~75%R.H.	
	Input Wave: Stable sine wave	
	Input Range: 10~100% of the fixed range	
	Common-mode voltage: 0V	
	PF: COSΦ=1	
	Crest Factor: CF=3	
<b>Items</b>	<b>Voltage (V) /Current (A)</b>	<b>Active Power (W)</b>
DC	$\pm(0.1\% \text{Reading} + 0.1\% \text{Range} + 1 \text{digit})$	$\pm(0.1\% \text{Reading} + 0.2\% \text{Range} + 1 \text{digit})$
$10\text{Hz} \leq f < 45\text{Hz}$	$\pm(0.1\% \text{Reading} + 0.2\% \text{Range} + 1 \text{digit})$	$\pm(0.3\% \text{Reading} + 0.2\% \text{Range} + 1 \text{digit})$
$45\text{Hz} \leq f \leq 65\text{Hz}$	$\pm(0.05\% \text{Reading} + 0.1\% \text{Range} + 1 \text{digit})$	$\pm(0.05\% \text{Reading} + 0.1\% \text{Range} + 1 \text{digit})$
$65\text{Hz} < f \leq 1\text{kHz}$	$\pm(0.1\% \text{Reading} + 0.2\% \text{Range} + 1 \text{digit})$	$\pm(0.2\% \text{Reading} + 0.2\% \text{Range} + 1 \text{digit})$
$1\text{kHz} < f \leq 10\text{kHz}$	$\pm(0.07 \times f \% \text{Reading} + 0.3\% \text{Range} + 1 \text{digit})$	$\pm[(0.1\% \text{Reading} + 0.3\% \text{Range}) + (0.067 \times (f-1)\% \text{Reading}) + 1 \text{digit}]$
$10\text{kHz} < f \leq 100\text{kHz}$	$\pm[(0.5\% \text{Reading} + 0.5\% \text{Range}) + (0.04 \times (f-10)\% \text{Reading}) + 1 \text{digit}]$	$\pm[(0.5\% \text{Reading} + 0.5\% \text{Range}) + (0.09 \times (f-10)\% \text{Reading}) + 1 \text{digit}]$
Note	f	f in the read error equation is the input signal frequency in kHz.
	Line filter influence	Low pass filter is available during test. Cut-off frequency: 5kHz or 500Hz. When the line filters are opened( $45\text{Hz} \leq f \leq 65\text{Hz}$ ), add $\pm 0.5\%$ of range.
	Crest factor influence	When crest ratio is set as 6, doubling the range error of that crest factor is set to 3.
	Temperature influence	Original accuracy $\pm 0.02\% \text{Range}/^\circ\text{C}$ in $5^\circ\text{C} \sim 18^\circ\text{C}$ and $28^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ .
	100%~130% Range	Original accuracy $\pm 0.5\% \text{Reading}$ .
	Frequency influence	0.5Hz~10Hz: Measurement data is reference value. DC, 10Hz~45Hz, 400Hz~100kHz: Measurement data is reference value when the current is over 20A.

## General Specifications

Preheating Time	Approx. 30 minutes or above
Operating environment	Temperature: 5°C ~40°C Humidity: 20%R.H. ~80%R.H. (no condensation)
Insulation Resistance	>50MΩ( each one between the signal input, power input and shell)
Withstand Voltage	AC2000V (between the signal input and shell,between the signal input and power input in 1 minute), DC2200V (between the power input and shell in 1 minute)
Power Supply	100VAC~240VAC, 50Hz/60Hz
External Dimensions	248mm×147mm×384mm (W×H×D)
Weight	PF310: 5.3kg PF310A: 3.4kg PF330: 6.6kg