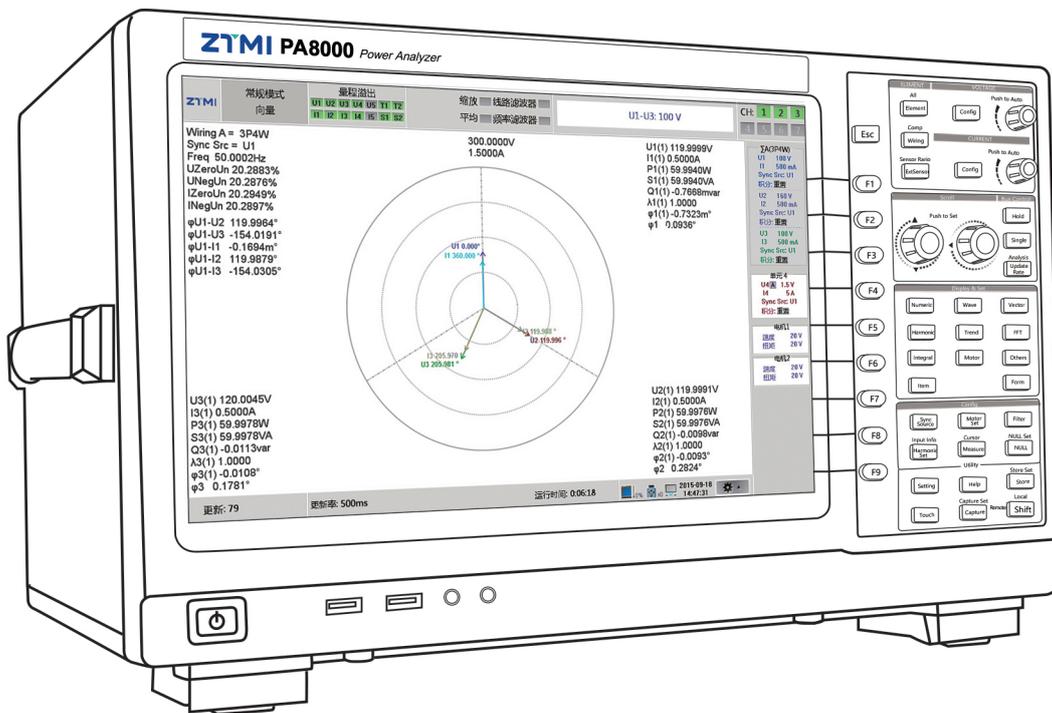




PA8000/PA6000H/PA5000H 系列功率分析仪

产品入门手册



广州致远仪器有限公司

ZTMI

安全须知

本仪器的使用涉及到高压，为防止电击或其它危险造成的人员伤亡，在安装、使用或维修本产品之前，请务必仔细阅读、并完全理解“安全须知”章节的相关内容。

为保证您能正确安全地使用本仪器，请务必遵守以下注意事项。如果未遵守本手册指定的方法操作本仪器，可能会损坏本仪器的保护功能。因违反以下注意事项操作仪器所引起的损伤，广州致远仪器有限公司概不承担责任。

一般性安全概要

了解下列安全性预防措施，以避免受伤，并防止损坏本产品或与本产品连接的任何产品。为避免可能的危险，请务必按照规定使用本产品。

使用正确的电源线

只允许使用所在国家认可的本产品专用电源线。

查看所有终端额定值

为避免起火和过大电流的冲击，请查看产品上所有的额定值和标记说明，请在连接产品前查阅产品手册以了解额定值的详细信息。

使用合适的过压保护

确保没有过电压（如由雷电造成的电压）到达该产品，否则操作人员可能有遭受电击的危险。

请勿开盖操作

请勿在仪器机箱打开时运行本产品。

更换电源保险丝

如需更换电源保险丝，请将仪器返厂，由致远仪器授权的维修人员进行更换。

怀疑产品出故障

怀疑产品出故障时，请勿进行操作。请联络广州致远仪器有限公司授权的维修人员进行检测、维护、调整或零件更换。

保持适当的通风

通风不良会引起仪器温度升高，进而引起仪器损坏。使用时应保持良好的通风，定期检查通风口和风扇。

请勿在潮湿环境下操作

为避免仪器内部电路短路或发生电击的危险，请勿在潮湿环境下操作仪器。

请勿在易燃易爆的环境下操作

为避免仪器损坏或人身伤害，请勿在易燃易爆的环境下操作仪器。

请保持产品表面的清洁和干燥

为避免灰尘或空气中的水分影响仪器性能，请保持产品表面的清洁和干燥。

防静电保护

静电会造成仪器损坏，应尽可能在防静电区进行测试。在连接电缆到仪器前，应将其内外导体短暂接地以释放静电。

注意搬运安全

为避免仪器在搬运过程中滑落，造成仪器面板上的按键、旋钮或接口等部件损坏，请注

意搬运安全。

警示标志



注意

注意符号表示存在危险。提示用户对某一过程、操作方法或类似情况进行操作时，如果不能正确执行或遵守规则，则可能对产品造成损坏或者丢失重要数据。在完全阅读和充分理解**注意**所要求的事项之前，请不要继续操作。



警告

警告符号表示存在严重危险。提示用户对某一过程、操作方法或类似情况进行操作时，如果不能正确执行或遵守规则，则可能造成人身伤害甚至死亡。在完全阅读和充分理解**警告**所要求的事项之前，请务必停止操作。

安全信息

功率分析仪安全符号如下所示。

	小心，危险		CE 认证		地端子
	小心，电击危险		请勿将使用过的 电池丢入垃圾桶		可回收利用

测量类别

PA 功率分析仪隶属 CAT II (1000V)，输入可连接到测量类别 CAT II 类的电源（最大 1000VAC）。不要用在 CAT II (1000V) 以上更高测量类别。

测量类别 IV 为适用于在低压设施的源端处进行的测量。

- 例如电表、在初级过流保护装置上和纹波控制单元上的测量、架空线路、电缆系统等。

测量类别 III 为适用于在建筑物设施中进行的测量。

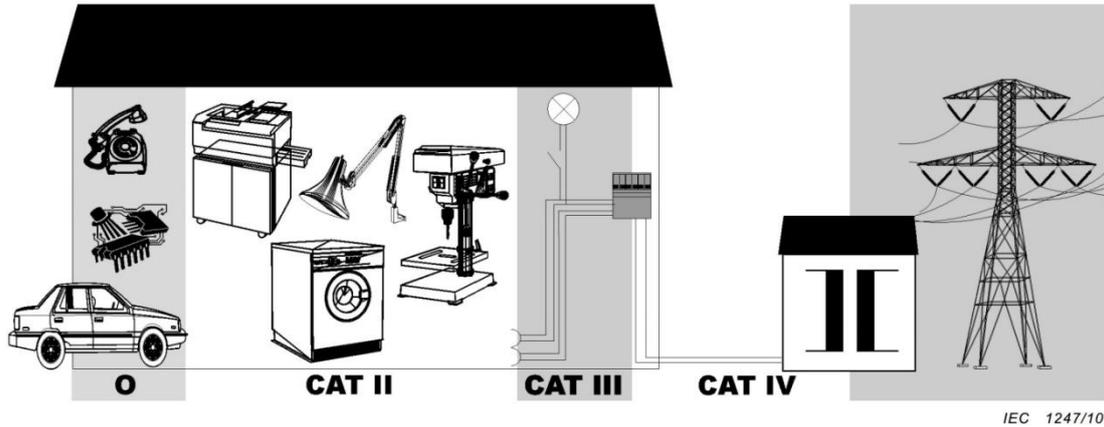
- 例如在配电板上、断路器上、布线上包括电缆、汇流条上、接线盒上、开关上、固定设施的输出插座上、工业用设备上以及其他设备上，例如与固定设施永久连接的驻立式电动机上的测量。

测量类别 II 为适用于在直接与低压设施连接的电路上进行的测量。

- 例如在家用电器上、便携式工具上和类似设备上的测量。

测量类别 0 为适用于在不直接与电网电源连接的电路上进行的测量。

- 例如在不由电网电源供电的电路上和作了特殊保护由（内部）电网供电的电路上进行的测量。在后一种情况下，瞬态应力是各不相同的，本仪器用于此类别测量请确保瞬态电压 $\leq 3000V$ 峰值。



IEC 1247/10

一般注意事项

针对人身安全与设备保护，列出注意事项如下所述：



- **保护功能有缺陷。**在使用仪器之前，请对保护功能进行确认。如发现保护接地或保险丝有缺陷，请勿继续使用本仪器；
- **请勿拆卸仪器的机箱。**仪器内部有高压，非常危险。若要对仪器内部进行检查和调试，请咨询广州致远仪器有限公司；
- **出现异味或冒烟时。**出现机体冒烟或散发异味等异常情况时，请直接关闭电源，从插座拔掉电源插头，并切断连接在输入端子的测量回路的电源。发生异常情况时，请咨询致远公司；
- **勿在易燃环境下操作仪器。**请勿在含有易燃易爆液体或气体的环境里使用本仪器；
- **请勿损坏电源线。**请勿将物品摆放在电源线上，并使电源线远离热源。将电源插头从插座拔出时，请勿拉扯电线，而应手持插头拔出。电源线有破损时，请在确认好零件编号后再向经销商订购；
- **请勿接近带电物品。**请勿使带电物品接近输入端子，否则会引起内部电路损坏；
- **切断电源。**长时间不使用仪器时。请切断测量回路和仪器的电源，将仪器的电源插头从插座拔出。



- **请勿在仪器上摆放物品。**请勿叠放仪器或在仪器上摆放其他仪器或盛液体的容器，否则可能引起故障；
- **请勿损伤液晶屏幕。**液晶显示器极易受损，注意不要让锋利物品损伤其表面。另外，请避免振动和碰撞；
- **搬运仪器时。**首先，请切断测量回路的电源，除去测量用电缆。接着，关闭仪器电源开关，除去电源线和其它电缆。搬运时，要注意双手握住把手；
- **测量作业时。**测量前，必须断开被测回路所有电源后进行接线；测量中，必须远离被测回路与仪器的接线端子；测量完成，必须先切断被测回路所有电源，然后断开接线，再关闭仪器。
- **清理污渍时。**清理机箱和操作面板的污渍时，请切断测量回路和仪器的电源，将仪器的电源插头从插座拔出后，使用干净柔软的干布轻轻擦拭。请勿使用挥发性化学药剂，可能引起变色或变形。
- **定期清理风扇防尘网。**防尘网每 30 天检查清理一次，避免堵塞造成发热或危险，堵塞过热也会影响仪器精度。

连接电源和地



- **使用正确的供电电源。**在连接电源线之前，请确保电源电压与仪器的额定电压相一致，并且小于电源线的最大额定电压。
- **使用正确的电源线和电源插头。**为预防触电和火灾，请使用本公司提供的电源线。请务必将主电源插头接入带保护接地的电源插座。请勿使用没有保护接地的接线板。
- **连接保护接地端子。**为预防触电，在打开电源之前请务必连好保护接地端子。随箱的电源线是含接地线的三芯电源线。因此，请使用带保护接地端子的三眼插座。
- **保护接地。**请勿切断本仪器内部和外部的保护接地线、或拔出保护接地端子的电线，否则将有潜在的触电危险。
- **防止触电危险。**电源线必须插在墙壁上或在可视范围内的插座上，不可插在引线混乱的插座上，插座不可过流使用。

仪器安置注意事项



- **远离恶劣环境。**远离阳光直射、热源、大量烟尘、蒸汽、腐蚀性或可燃性气体、强烈磁场源、高压设备与动力线、水、油、化学剂的场所；
- **水平平坦。**请将仪器安置在水平平坦场所。如使用场所不平稳或倾斜，可能影响测量精度，并存在跌落危险；
- **通风良好。**仪器的上盖板和底部均有通气孔。为防止内部温度过高，通气孔与安置面的距离请设置在 20mm 以上，当连接测试线或各种电缆线时，请另外保留操作所必须的空间；
- **环境温度与环境湿度。**环境温度：5~40°C，环境湿度：20~80%RH。

连接测量回路

为防止触电和损坏仪器，连接测量回路时务必遵守以下注意事项：



- **保护接地。**连接测量用电缆前，请为本仪器采取保护接地。随箱的电源线是三角插头，请使用含有接地线的三眼插座。如果准备用手接触电路，请在关闭电路电源并确认没有电压存在后再进行操作；
- **切断回路电源。**连接测量回路时，请切断测量回路的电源。在不切断电源的情况下连接或除去测量用电缆很危险；
- **测量回路连接无误。**切勿将电流回路接入电压输入端子或将电压回路接入电流输入端子；
- **防止电缆触电。**剥测量用电缆的绝缘层时，请确保接到输入端子的导线(裸线)未露出端子。同时，请固定好输入端子的螺丝，确保接入的电缆不会从输入端子脱落；
- **勿触摸输入接口。**当测量回路的电压引入电流输入端子时，请勿触摸电流传感器输入接口。因为在仪器内部这些端口在电气上是相通的，所以很危险；
- **电压互感器和电流互感器的耐压能力。**在外部使用电压互感器(PT)或电流互感器(CT)时，请确保它对测量电压(U)具备足够的耐压能力。另外，通电状态下请确保 CT 的二次侧短路。否则，CT 的二次侧会产生高压，非常危险；

- **机架固定时的电源切断开关。**使用机架固定时，为确保安全，请在机架前设置一个能切断仪器测量回路电源的开关；
- **回路电压电流。**确保测量回路电压电流及共模电压在仪器额定范围内；
- **连接外部传感器。**连接外部传感器时禁止使用裸露金属的 BNC 接头，并须移除电流直接输入端子的所有接线；
- **电流直接输入。**必须断开传感器输入端子的接线；
- **连接外部分流器。**必须切断测量回路的电源，不切断电源连接或除去分流器是危险的。



如果未按照广州致远仪器有限公司指定的方式使用测试附件，测试附件提供的保护功将会削弱。另外，已损坏或磨损的测试附件可能会导致仪器损坏或人身伤害，请勿使用。

目录

1. 产品简介	1
1.1 简介	1
1.2 功能特性	2
1.3 应用系统	3
2. 功能概述	4
2.1 主要功能概览	4
2.2 测量功能列表	4
2.3 工作模式	5
2.4 电压/电流模式	5
2.5 通信接口	5
2.6 显示界面	6
2.7 测量分析功能	9
2.7.1 波形显示	10
2.7.2 趋势分析	10
2.7.3 谐波分析功能	11
2.7.4 FFT 功能	12
2.7.5 IEC 谐波测量	13
2.7.6 向量显示	14
2.7.7 闪变分析	14
2.7.8 周期分析	15
2.7.9 常规分析模式	16
2.7.10 IEEE-1459	16
2.7.11 波形运算	16
2.7.12 电机测量	17
2.8 补充阅读	18
2.8.1 输入单元	18
2.8.2 接线组	19
3. 面板介绍	20
3.1 前面板	20
3.1.1 面板组件	20
3.1.2 显示界面	20
3.1.3 功能按键区	23
3.2 后面板	33
3.3 侧面板	35
4. 开始测量之前	36
4.1 概述	36
4.2 系统设置	36
4.3 校零	37
4.3.1 功能简介	37
4.3.2 操作步骤	37
4.4 输入通道连接与配置	37

4.4.1 测量方法选择	37
4.4.2 测量回路配置	39
4.4.3 滤波器配置	41
4.4.4 比例系数	42
4.5 阈值设置	44
4.6 设定接线补偿、效率补偿	44
4.6.1 功能简介	44
4.7 量程和区间设定	44
4.7.1 操作步骤	44
4.7.2 设置量程	45
4.7.3 测量区间设定	47
4.8 功率测量参数初始化	50
4.8.1 设定视在功率、无功功率和修正功率的运算公式	50
4.8.2 设定效率公式	52
4.9 平均功能	54
4.9.1 功能简介	54
4.9.2 操作步骤	55
4.10 同步测量	55
4.11 U-I 相位差	56
4.12 用户自定义功能	57
4.12.1 功能简介	57
4.12.2 操作步骤	59
4.13 配置向导	61
4.14 精确测量	62
4.15 补充阅读	63
4.15.1 PT 和 CT	63
4.15.2 电流传感器的种类	63
4.15.3 接线方式	63
4.15.4 连接测量配件	69
5. 系统功能	72
5.1 测量设置	72
5.2 配置向导	72
5.3 配置管理	73
5.4 文件管理	75
5.5 按键锁和按键配置	76
5.5.1 按键锁	76
5.5.2 按键配置	77
5.6 语言	77
5.7 日期/时间	77
5.8 远程控制	77
5.9 网络	78
5.10 无线网络	78
5.11 软件更新	79
5.12 系统信息	79

5.13 硬件自检	80
5.14 电源管理	81
5.15 捕获	82
5.16 Help 键	83
6. 异常处理/维护	85
6.1 异常处理	85
6.2 推荐部件更换周期	85
7. 规格	86
7.1 输入参数	86
7.1.1 输入端子类型	86
7.1.2 输入类型	86
7.1.3 D-sub 接口	86
7.1.4 输入单元数量	86
7.1.5 电压测量量程	87
7.1.6 电流测量量程	87
7.1.7 输入带宽	89
7.1.8 共模电压	89
7.1.9 滤波器	89
7.1.10 量程切换	89
7.1.11 A/D 转换器	89
7.2 显示器	90
7.3 精度	90
7.3.1 基本精度	90
7.3.2 输入范围	97
7.3.3 输入显示值	97
7.3.4 线路滤波器的影响	97
7.3.5 角度误差（参考值）	97
7.3.6 温度系数	98
7.3.7 12 个月精度	98
7.4 测量模式	98
7.5 测量项目	98
7.6 测量功能/测量条件	99
7.7 电机功能	100
7.7.1 模拟量输入参数	100
7.7.2 脉冲频率输入参数	100
7.8 谐波测量	101
7.9 IEC 谐波测量	101
7.10 常规谐波/谐波/IEC 谐波	101
7.11 FFT 运算功能	102
7.12 周期分析功能	102
7.13 积分功能	102
7.14 波形采样数据保存功能	103
7.15 存储	103
7.16 常规特性	103

7.17 外观尺寸	104
8. 免责声明	105
附录 A 测量功能符号及含义	106
附录 B 测量功能求法	110
9. 免责声明	115

1. 产品简介

1.1 简介

PA8000、PA6000H、PA5000H 系列功率分析仪是广州致远推出的三个不同系列功率分析仪产品。三个系列仅在测量精度、规格参数等技术指标方面有差别，其余功能则基本一致。

PA8000、PA6000H、PA5000H 系列功率分析仪采用了先进的测量技术，保证了可靠的测量准确度，可精确测量多相电压和电流的电压参数、电流参数、功率参数等；并支持采样波形显示、频谱分析、谐波闪变分析等功能。PA8000、PA6000H、PA5000H 系列功率分析仪的外观分别如图 1.1、图 1.2、图 1.3 所示。



图 1.1 PA8000 系列功率分析仪



图 1.2 PA6000H 系列功率分析仪



图 1.3 PA5000H 系列功率分析仪

1.2 功能特性

PA8000、PA6000H、PA5000H 系列功率分析仪产品的主要功能特性如下所述：

- 可同步采集所有相，精确测量直流/交流电压、电流和功率参数；
- 可支持多达 7 相功率输入。所有输入通道间的电气隔离高达 5kV；
- PA8000 系列功率分析仪的分辨率 18 位，基本精度 0.01%，测量带宽 DC，0.1Hz~5MHz，采样率 2MS/s；
- PA6000H 系列功率分析仪的分辨率 18 位，基本精度 0.01%，测量带宽 DC，0.1Hz~2MHz，采样率 2MS/s；
- PA5000H 系列功率分析仪的分辨率 16 位，基本精度 0.05%，测量带宽 DC，0.1Hz~5MHz，采样率 2MS/s；
- PA8000、PA6000H、PA5000H 系列功率分析仪可确保以更高的精度测量更快的信号。适用于变频器、变频家电、电机、开关电源等对采样率及带宽有极高要求的测量；
- 采用专利的 PLL 倍频技术，实现速度更快、动态范围更广的谐波测量，在谐波模式下实现电压、电流基波、功率、相位、谐波成分和总谐波失真因数（THD）测试。可测量高达 5kHz 的变频器基波信号谐波分析，满足高带宽变频器的测量需求。此外，可同时输入、输出通道进行多谐波测量，最高可测量基频的 500 次谐波；
- 可通过外部传感器测量扭矩和转速，适合于电机和驱动应用；
- 标配 USB、Ethernet、GPIB 和 RS-232 四种接口，并支持用户通过此四种接口远程控制功率分析仪，此外还提供音频输入和音频输出接口；
- 提供了丰富的测量分析功能。支持波形、趋势图、柱状图、FFT、向量图、谐波分析、闪变分析、IEC 谐波测量、周期分析、波形运算、积分运算等功能；
- 超大容量存储（240G），可支持长时间的数据记录；
- 配套的功率分析仪 PC 端管理软件 MTA 可通过 Ethernet 等方式与功率分析仪进行通信，管理功率分析仪的测量功能，实时获取数据进行分析 and 存储，并提供强大的报表功能；

- 12.1” 彩色液晶显示器，1280×800 分辨率。可显示更多参数和更详细的波形细节；
- 提供丰富、快捷的功能按键，支持触摸屏和鼠标键盘控制。

1.3 应用系统

功率分析仪应用系统见图 1.4。

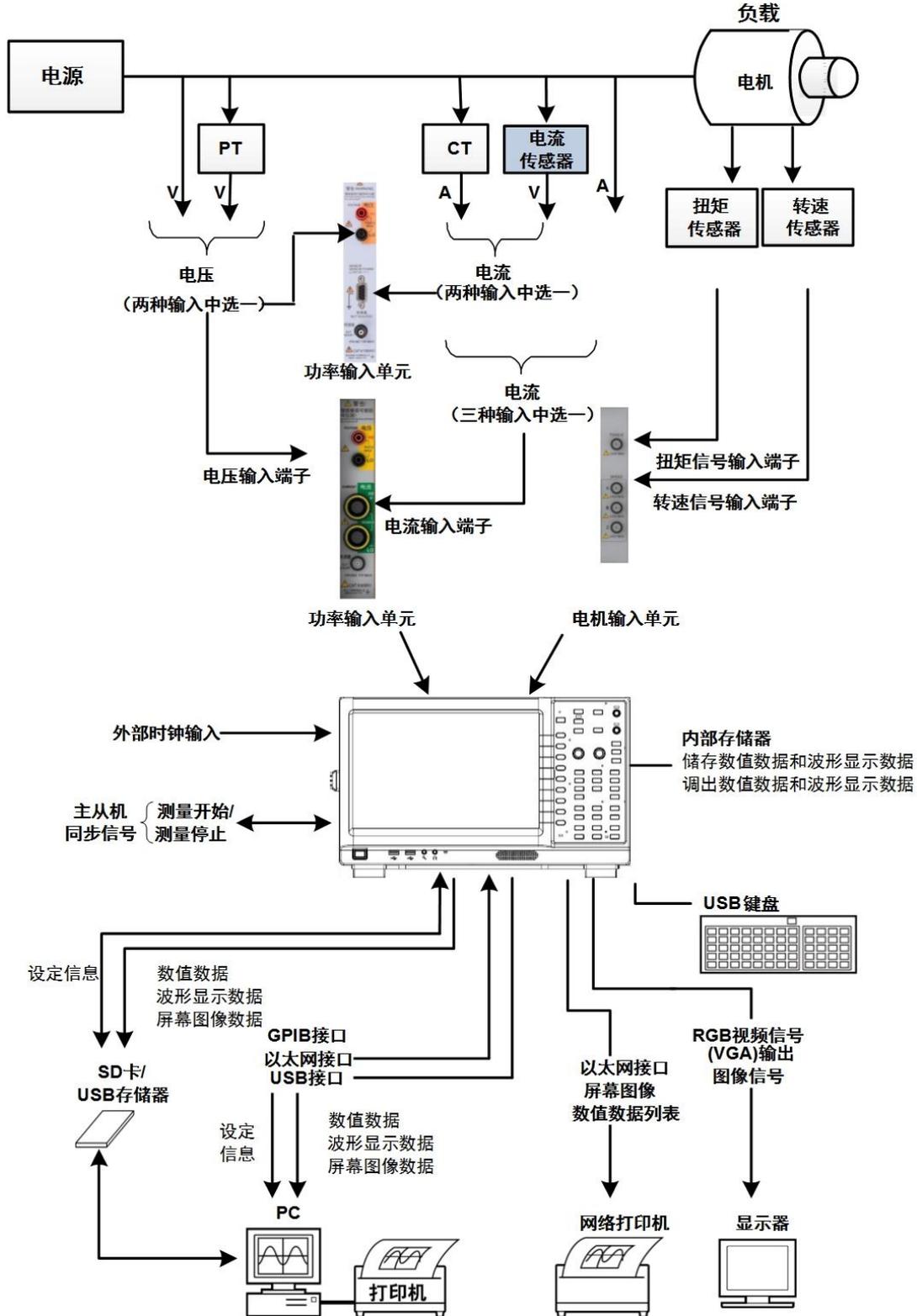


图 1.4 应用系统

2. 功能概述

2.1 主要功能概览

功率分析仪包括以下主要功能：

- **功率参数测量**。例如：电压和电流的有效值、平均值、峰值、波峰因数、波峰因子、基波含量等；
- **电机测量**。可测量扭矩和转速信号；
- **测量分析**。对测量结果进一步分析和处理，例如：快速傅里叶变换、谐波分析、波形显示、向量图、积分功能、趋势分析、周期分析等；
- **数据存储与管理**。对测量得到的数据进行保存和管理，例如保存采样值等。

2.2 测量功能列表

功率分析仪的测量功能如表 2.1 所示。

表 2.1 测量功能

输入单元的 测量功能	电压	<ul style="list-style-type: none"> ● 电压有效值 $U_{rms}^{[1]}$ ● 电压平均值（校准到有效值的整流平均值 $U_{mn}^{[2]}$、简单平均值 $U_{dc}^{[3]}$、整流平均值 $U_{rmn}^{[4]}$） ● 去掉直流分量的电压有效值 U_{ac} ● 电压的最大值/最小值 U_{+pk}/U_{-pk}
	电流	<ul style="list-style-type: none"> ● 电流有效值 $I_{rms}^{[1]}$ ● 电流平均值（校准到有效值的整流平均值 $I_{mn}^{[2]}$、简单平均值 $I_{dc}^{[3]}$、整流平均值 $I_{rmn}^{[4]}$） ● 去掉直流分量的电流有效值 I_{ac} 电流的最大值/最小值 I_{+pk}/I_{-pk}
	功率	有功功率 P 、视在功率 S 、无功功率 Q 、功率因数 λ 、修正功率 P_c
	效率	可显示 6 个效率值， $\eta_1 \sim \eta_6$
	其它	相位差 φ 、电压频率/电流频率、电压峰值因数 ^[5] /电流峰值因数 ^[5] 、电压/电流波形因数 ^[6]
	电机相关	Speed(转速)、Torque(扭矩)、Pm(电机输出或机械功率)、SyncSp(同步速度)和 Slip(滑差)
接线组的 测量功能	电压	电压的平均值 $U\Sigma$ ($U_{rms\Sigma}$ 、 $U_{mn\Sigma}$ 、 $U_{dc\Sigma}$ 、 $U_{rmn\Sigma}$ 、 $U_{ac\Sigma}$)
	电流	电流的平均值 $I\Sigma$ ($I_{rms\Sigma}$ 、 $I_{mn\Sigma}$ 、 $I_{dc\Sigma}$ 、 $I_{rmn\Sigma}$ 、 $I_{ac\Sigma}$)
	功率	$P\Sigma$ (有功功率的总和)、 $S\Sigma$ (视在功率的总和)、 $Q\Sigma$ (无功功率的总和)、 $\lambda\Sigma$ (功率因数的平均值)、 $P_c\Sigma$ (修正功率的总和)
	其它	$\varphi\Sigma$ (相位差的平均值)
自定义功能	用户自定义测量功能 F1~F20	

[1] U_{rms} 、 I_{rms} 是电压或电流的真有效值。将 1 个周期里的每个瞬时值先平方，求它们的平均值，然后再求平方根。相关计算公式见附录 B。

[2] U_{mn} 、 I_{mn} 是校准到有效值的整流平均值。将电压或电流的 1 个周期进行整流，求得平均值，再乘以当输入信号为正弦波时成为真有效值的系数；但若输入波形为畸变波形或直流波形，则系数不同于真有效值。相关计算公式见附录 B。

[3] U_{dc} 、 I_{dc} 即电压或电流 1 个周期的平均值。对计算直流输入信号的平均值和叠加在交流输入信号上的直流成分非常有效。

[4] U_{rmn} 、 I_{rmn} 即整流平均值。是将电压或电流的 1 个周期进行整流，求得平均值。

[5] 峰值因数是波形峰值和波形有效值的比值。

[6] 波形因数是波形有效值和波形校准到有效值的整流平均值的比值。

在计算电压、电流的测量值时，PA8000、PA5000H、PA6000H 系列功率分析仪还可运用数字滤波运算实现平均处理。

2.3 工作模式

功率分析仪有多个工作模式：

- **常规模式**。用于测量电压、电流、扭矩、转速、功率，并执行积分运算和波形运算；
- **常规测量分析模式**。常规测量分析模式下可将常规模式下保存的测量数据回放并分析，大大便利了用户对测量数据的观察和分析；
- **谐波模式**。可对基波频率在 0.5Hz~5kHz 的信号进行谐波测量；
- **IEC 谐波模式**。此模式可按 IEC61000-3-2 和 IEC61000-4-7 国际标准执行谐波测量；
- **电压波动和闪烁模式**。此模式下可按 IEC61000-3-3 和 IEC61000-4-15 国际标准执行电压波动和闪烁测量；也可自设测量条件，生成测量结果报告；
- **FFT 模式**。此模式可以通过 FFT(快速傅立叶变换)显示电压 U 、电流 I 、功率 P 和 Q 等输入信号的频谱；
- **周期测量分析模式**。此模式下，可测量交流输入信号各周期的电压、电流、功率及其它参数。

2.4 电压/电流模式

用户可指定对电压或电流的采样数据采取何种计算方式来显示计算结果。电压和电流模式决定了采样数据的计算方式，功率分析仪的部分测量功能会涉及电压/电流模式的选择。电压/电流模式包括如下五种：

- **RMS**：真有效值；
- **MEAN**：校准到有效值的整流平均值；
- **DC**：简单平均值；
- **AC**：交流成分的有效值；
- **RMEAN**：整流平均值。

每种模式的运算方法请查阅附录 B。

2.5 通信接口

功率分析仪标配 USB、Ethernet、GPIB 和 RS-232 四种接口。用户通过这些接口实现对功率分析仪的远程控制，也可以对功率分析仪采集的数据进行详细分析，生成报表。

此外，功率分析仪还在前面板上提供音频输入和音频输出接口，详见图 2.1 和图 2.2。



图 2.1 后面板卡接口



图 2.2 前面板通信接口

2.6 显示界面

功率分析仪的显示界面选择数值显示后，可以显示电压、电流和功率等的测量数据；采用上下分屏显示时，显示波形×8，趋势×16，柱状图×8，波形运算×2，FFT×8。

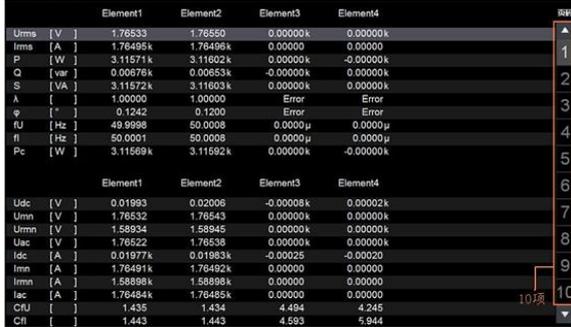
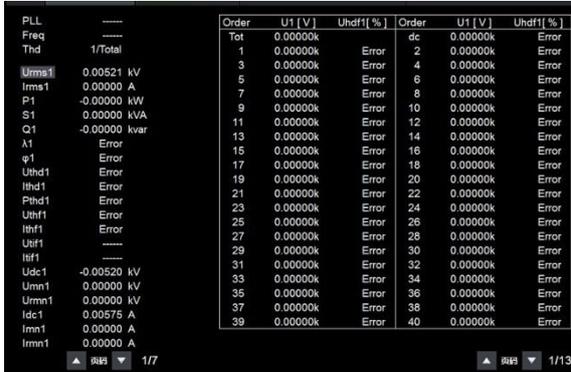
1. 多项目显示

对于数值型数据显示，可按多个测量项目显示，测量项目个数可以从6个、12个、24个、所有项目、用户自定义中选择；此外，每个显示项目可分别设置。这便于用户快速查看各项参数，提高测量效率，详见表 2.2。

表 2.2 多项目显示

显示格式	图片	描述
6 项目		每屏显示6个测量项目的测量结果，用户可翻页浏览各屏数据。

续上表

显示格式	图片	描述
12 项目		<p>每屏显示 12 个测量项目的测量结果，用户可翻页浏览各屏数据。</p>
24 项目		<p>每屏显示 24 个测量项目的测量结果，用户可翻页浏览各屏数据。</p>
所有项目		<p>每屏尽可能多地显示测量数据，用户可翻页浏览。当有 2 张以上电机卡时，数值显示最多可达 10 页，用户可设定每页的显示项目，通过选择显示项目，可改变显示在该位置的数值数据。</p>
单列		<p>单列显示格式下可显示一个谐波测量项的测量数据，奇次谐波与偶次谐波分开显示</p>

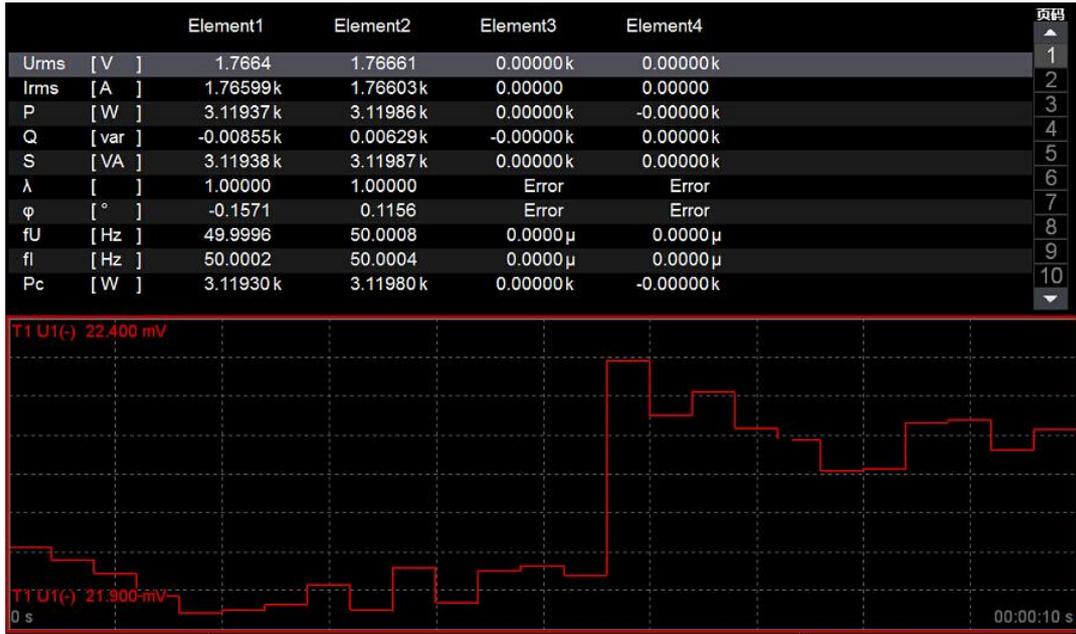


图 2.3 数值和趋势显示

3. 功能选择软键

用户可按下显示界面上的功能选择软键，弹出功能模块选择窗，在选择窗中选择功能模块，如图 2.4 所示。如果弹出功能选择窗后 12 秒内没有任何操作，则功能选择窗自动隐藏。



图 2.4 测量功能选择

2.7 测量分析功能

功率分析仪提供了丰富的测量分析功能：谐波分析、闪变分析、频谱分析、IEC 谐波分析、周期分析、采样数据的波形显示和向量图显示。

2.7.1 波形显示

可测量电压、电流、转速、扭矩等信号的波形，查看和分析电压-电流信号相位差、波形失真现象。可将多个波形在同一组内进行对比，也可分成多组进行监测，如图 2.5 和图 2.6 所示。

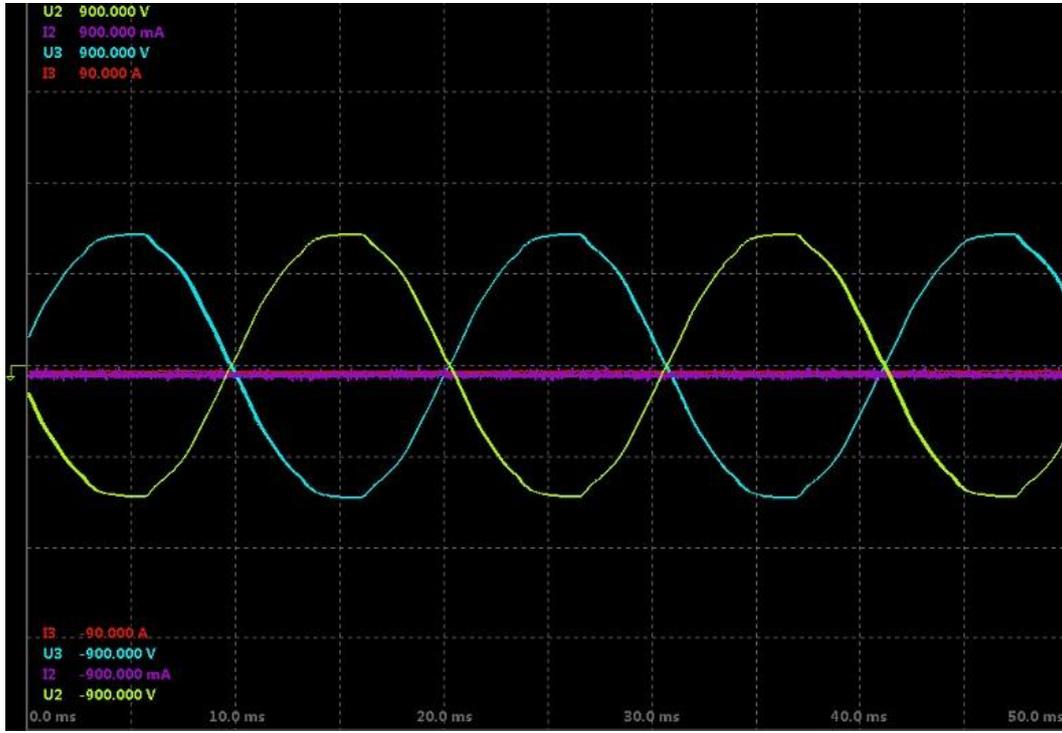


图 2.5 波形组合显示

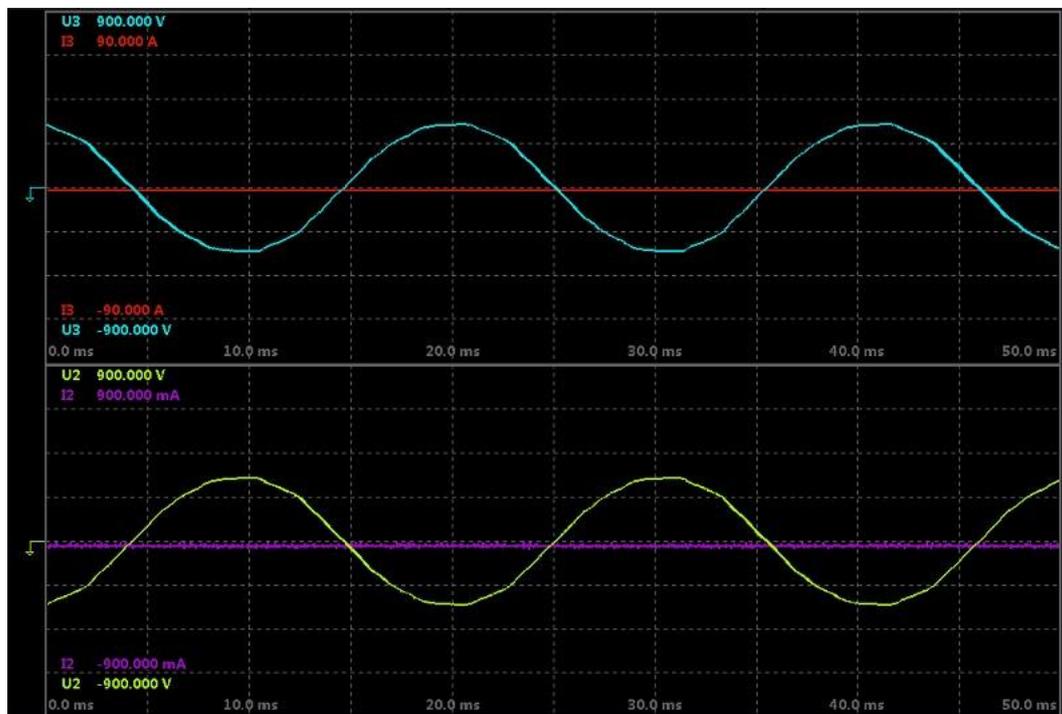


图 2.6 多个波形分屏显示

2.7.2 趋势分析

功率分析仪可测量各项数据在一段时间内的平均值，从而监控电源电压波动、电流消耗等数据的变化趋势。功率分析仪最多可同时查看 16 项数据趋势，详见图 2.7 和图 2.8。

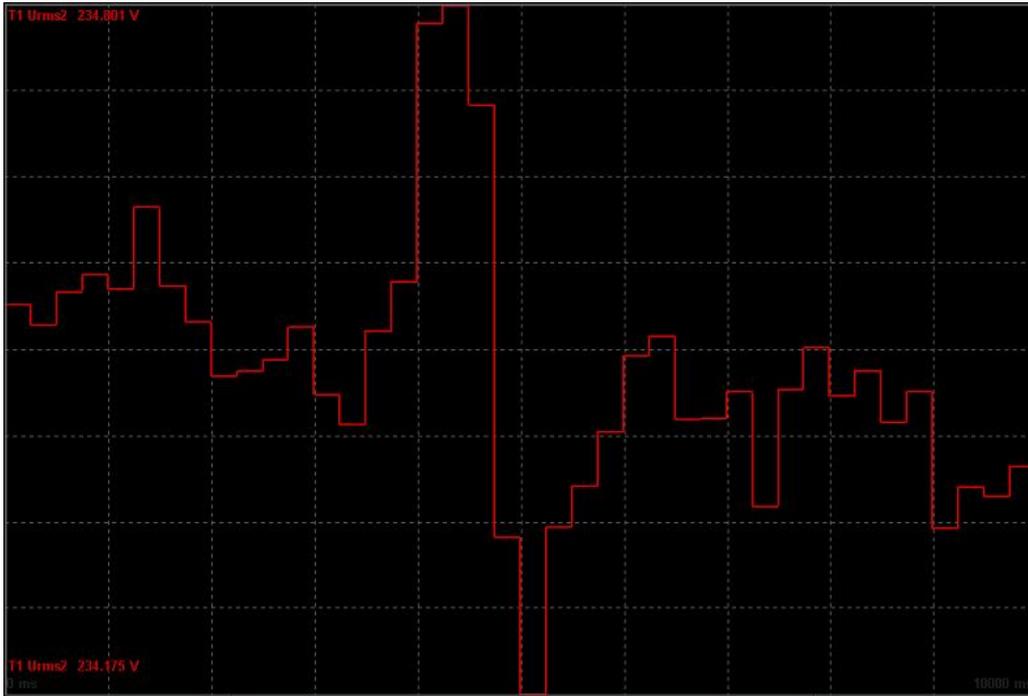


图 2.7 单个测量项目趋势分析图

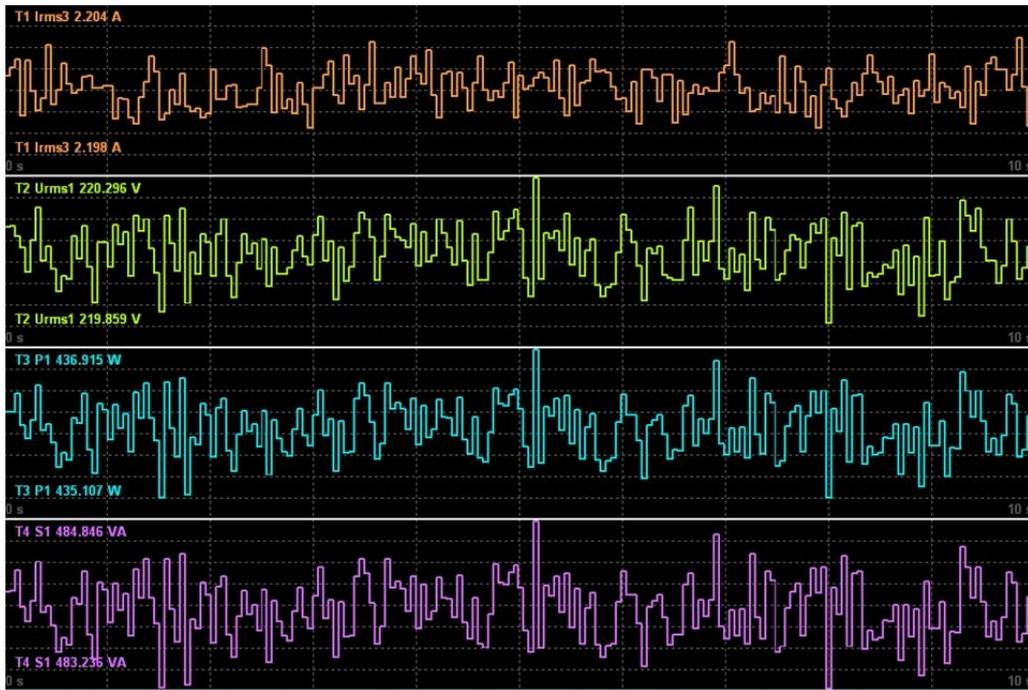


图 2.8 多个测量项目趋势分析

2.7.3 谐波分析功能

功率分析仪提供了高带宽的谐波分析功能，用于分析信号中的谐波含量，如电压、电流、功率、相位角等。采用柱状图显示谐波分析结果，可以显示最大 500 次的谐波测量结果，最多同时显示 8 组谐波测量。详见图 2.9 和图 2.10。

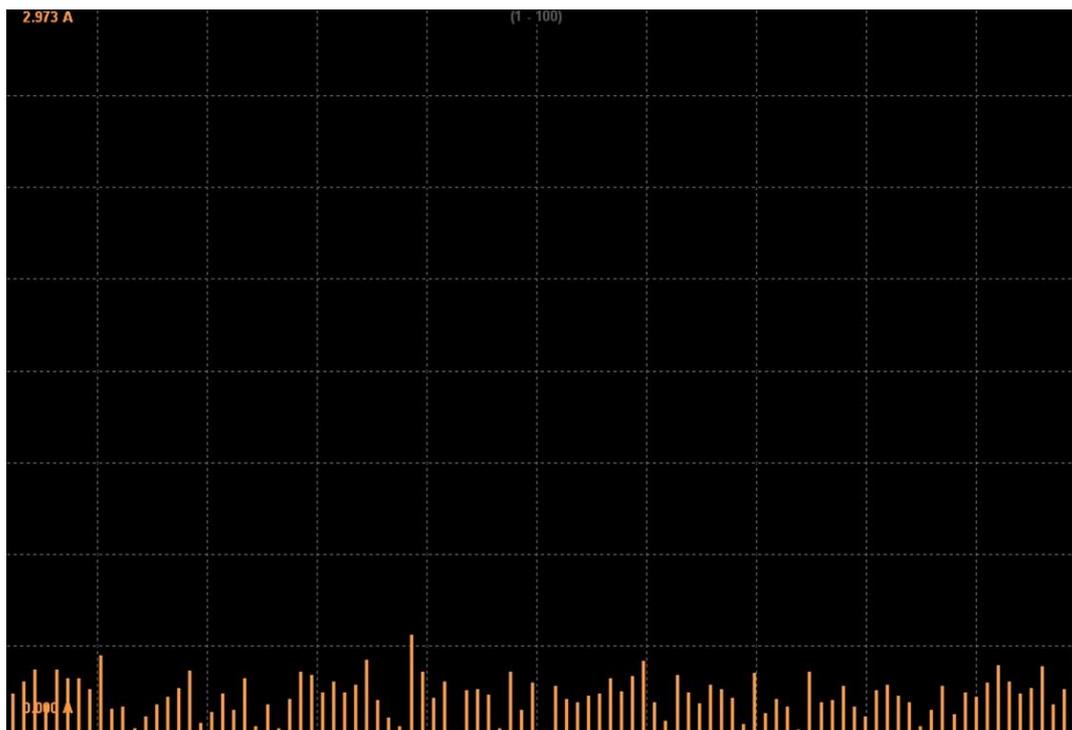


图 2.9 单个谐波柱状图

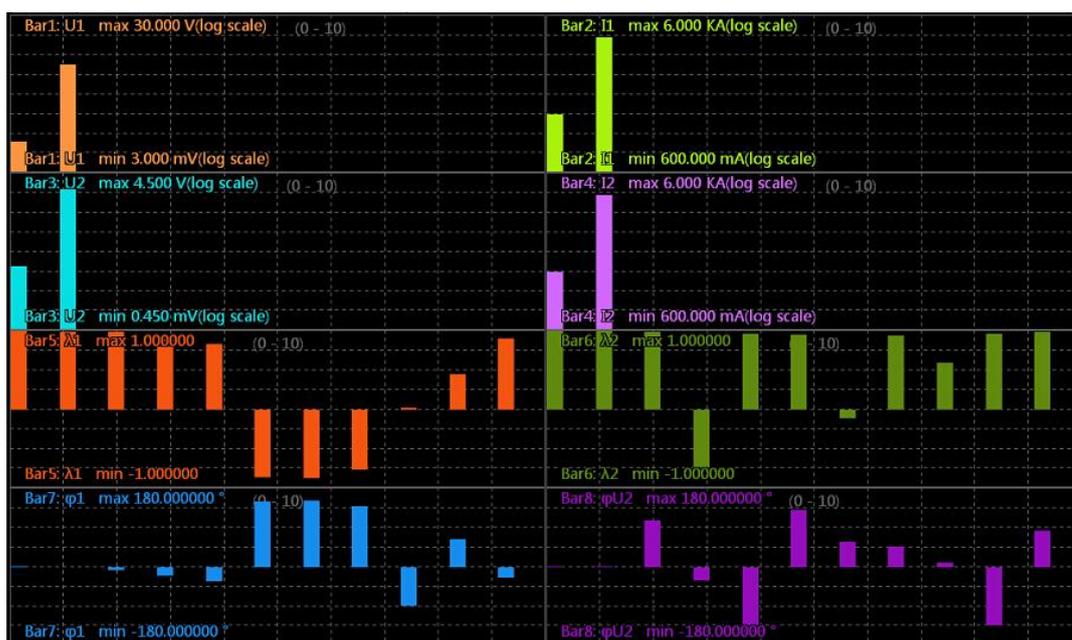


图 2.10 多个谐波柱状图

2.7.4 FFT 功能

功率分析仪的 FFT 模块将电压电流等原始数据进行 FFT 运算，得出原始数据的频率分布图。功率分析仪可以同时计算八组 FFT 数据，并且可以实现数值、图形、数值+图形显示。针对每一个 FFT 波形，可以设置其显示标签、量程、参与运算的原始数据等信息；同时也可以设置 FFT 窗口、FFT 点数以满足不同的测量需求。

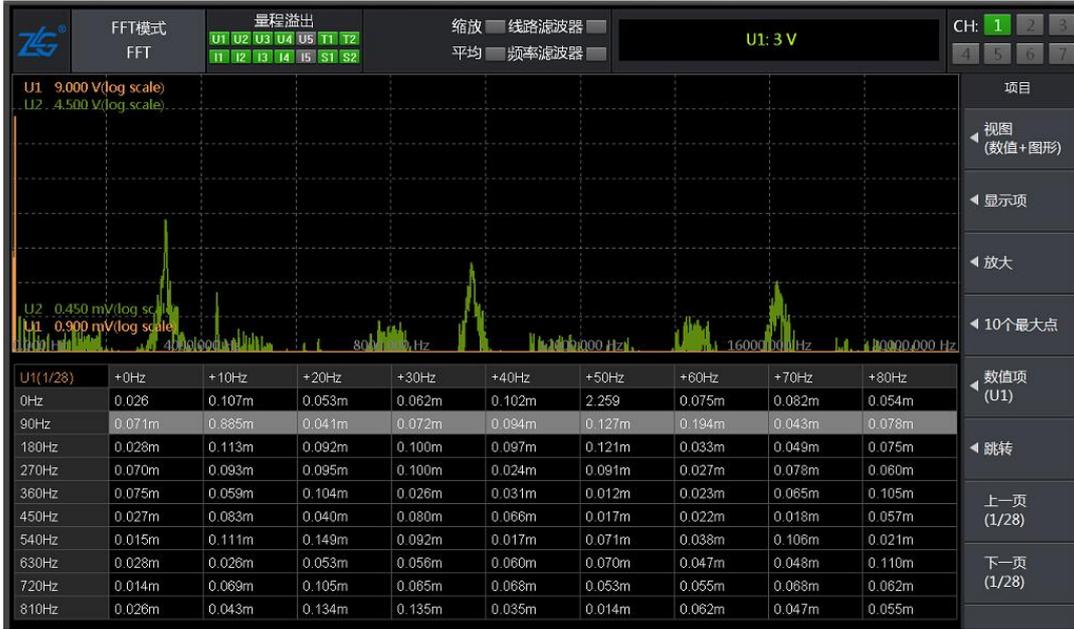


图 2.11 FFT 数值+图形显示

2.7.5 IEC 谐波测量

IEC 谐波模式将原始采样点进行 DFT 处理，再根据 IEC61000-4-7 的规范计算出相应结果并显示数据，包括谐波/间谐波子组、功率谱数据、谐波/间谐波指标，如图 2.12 和图 2.13 所示。

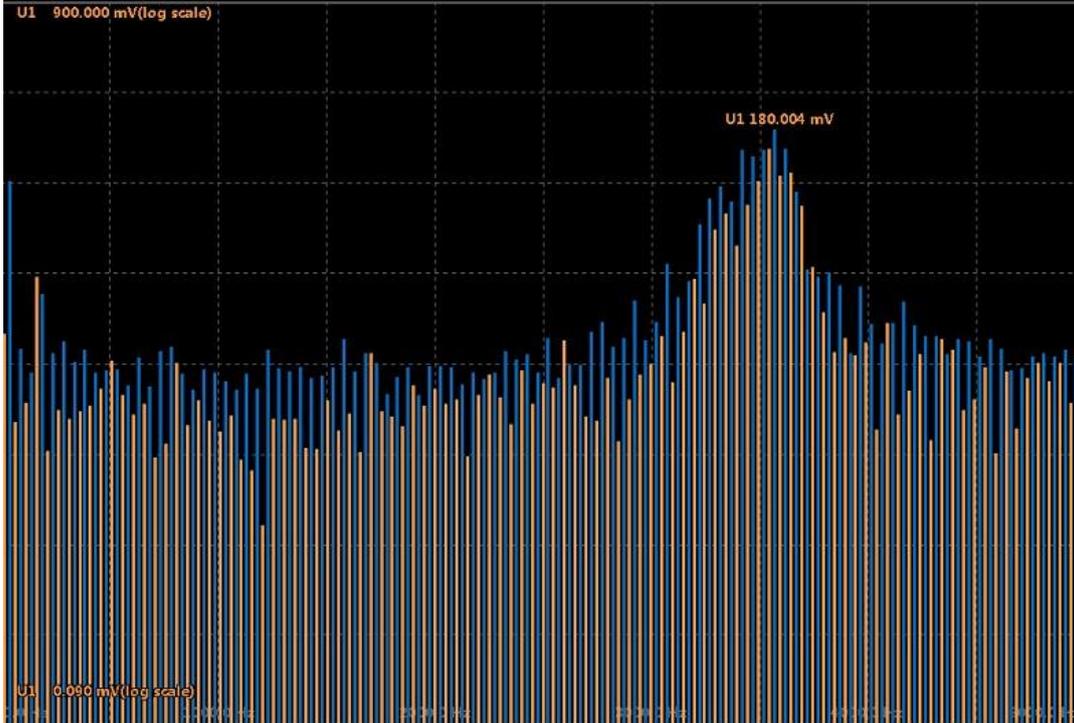


图 2.12 功率谱



图 2.13 IEC 谐波测量所有视图

2.7.6 向量显示

测量各接线组的基波电压相位角、基波电流相位角、电压与电流的相位差、电压值、电流值、功率等，详见图 2.14。

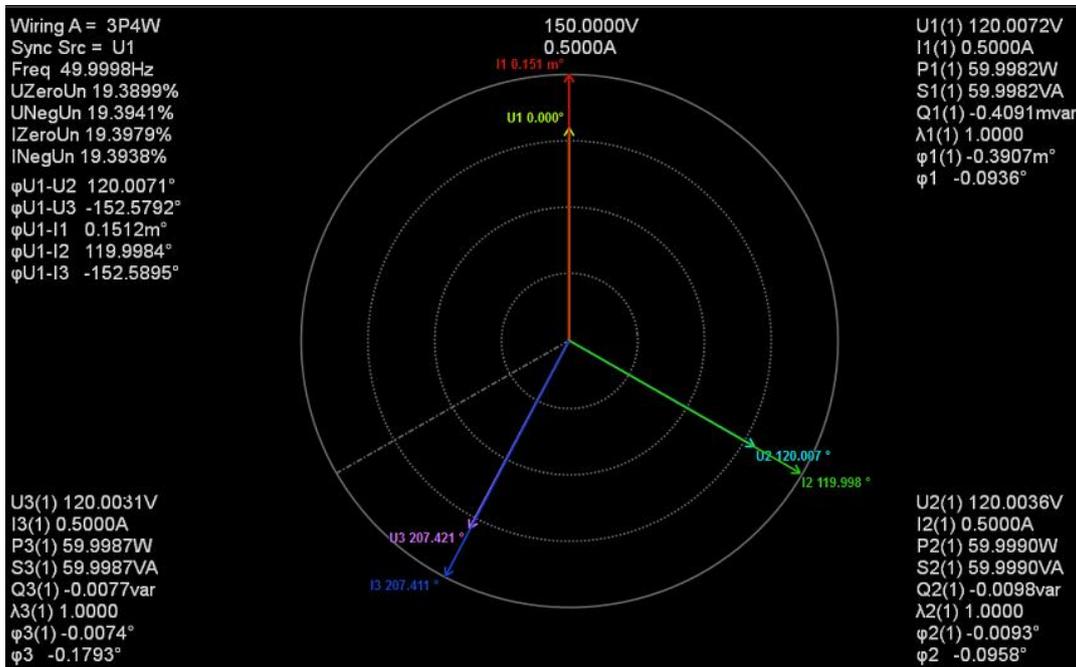


图 2.14 向量显示

2.7.7 闪变分析

功率分析仪提供闪变分析功能，符合国际标准 IEC61000-4-15 和测量标准 IEC61000-3-3。

电压波动造成灯光照度不稳定，导致的人眼视感反应称为闪变。功率分析仪可测量相对稳态电压变化 dc、最大相对电压变化 dmax、相对电压变化超过阈值的时间 d(t)、短时间闪

烁值 Pst、长时间闪烁值 Plt (手动测量只可测试 dmax)，并可判断是否超过正常值，以此综合评估闪变程度。闪变分析手动测量视图和自动测量视图分别见图 2.15 和图 2.16。

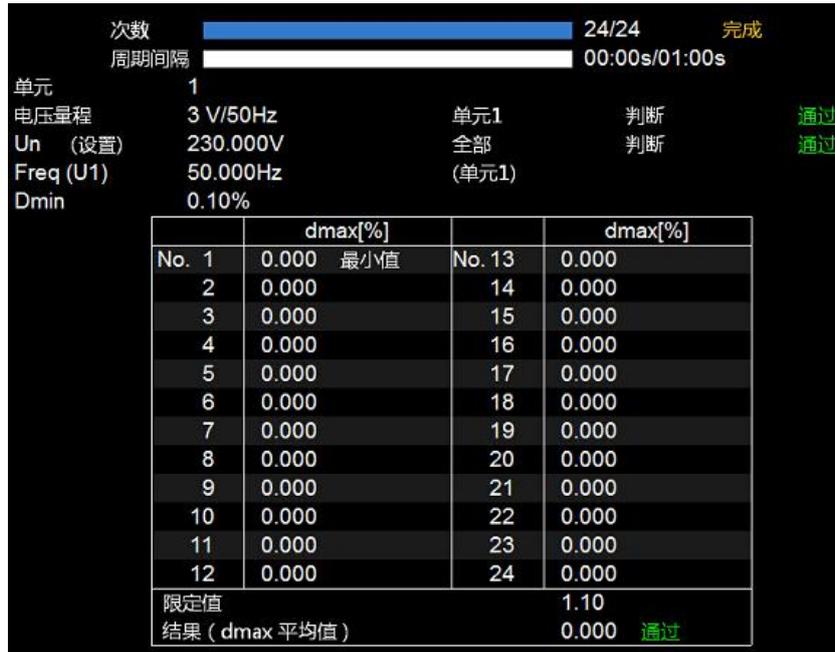


图 2.15 闪变分析手动测量视图



图 2.16 闪变分析自动测量视图

2.7.8 周期分析

周期分析以同步源信号为基准，计算每个交流输入单元和接线组的每个周期的电压、电流、有功功率、视在功率、无功功率、功率因数、转速、扭矩、机械功率。仪器可在一页内显示 7 种测量项 22 个周期的数据，周期分析次数范围为 10~4000 次。

同步源		U1	周期数	100	周期状态	Complete	
No.	Freq[Hz]	U1[V]	I1[A]	P1[W]	Q1[VA]	S1[var]	$\lambda \Sigma []$
1	50.028	232.173	0.767	5.650	177.934	178.023	0.015
2	50.028	232.167	0.767	5.533	177.982	178.068	0.015
3	50.028	232.234	0.767	5.559	178.046	178.133	0.015
4	50.028	232.162	0.767	5.458	178.008	178.091	0.015
5	50.028	232.123	0.767	5.571	178.005	178.092	0.015
6	50.028	232.114	0.767	5.531	177.942	178.028	0.015
7	50.028	232.095	0.767	5.612	177.953	178.041	0.015
8	50.028	232.221	0.767	5.567	178.066	178.153	0.015
9	50.028	232.159	0.767	5.613	178.038	178.126	0.015
10	50.028	232.425	0.767	5.462	178.169	178.253	0.015
11	50.028	232.027	0.767	5.582	177.905	177.993	0.015
12	50.028	232.382	0.767	5.534	178.216	178.302	0.015
13	50.028	232.115	0.767	5.454	177.914	177.997	0.015
14	50.028	231.940	0.767	5.531	177.768	177.854	0.015
15	50.028	231.957	0.767	5.516	177.864	177.949	0.015
16	50.028	232.254	0.767	5.484	178.057	178.141	0.015
17	50.028	232.066	0.767	5.492	177.887	177.971	0.015
18	50.028	232.159	0.767	5.504	178.017	178.102	0.015
19	50.028	232.068	0.767	5.538	177.904	177.990	0.015
20	50.028	232.084	0.767	5.552	177.905	177.992	0.015
21	50.028	231.944	0.767	5.568	177.853	177.940	0.015
22	50.028	232.042	0.767	5.621	177.922	178.010	0.015

图 2.17 周期分析视图

2.7.9 常规分析模式

在某些应用场合，用户需要测量仪器保存已测量的数据，并且在仪器上对数据执行各测量分析操作；另外，在某些应用场合，需要将变化速度较快的测量数据先保存，再逐个调出执行分析。

在常规模式下，功率分析仪会自动保存当前的测量数据；之后，令功率分析仪进入常规分析模式，用户可调出当前保存的测量数据，并执行常规模式下的各种测量分析操作。

2.7.10 IEEE-1459

IEEE-1459-2010 在正弦、非正弦、平衡和非平衡的条件下电功率值的测量用的新定义的试行标准。支持单相非正弦系统、三相正弦不平衡系统、三相非正弦不平衡系统的功率分析仪，给出了非有功功率定义与分解的方法和理论依据。

2.7.11 波形运算

波形运算模块除了波形显示之外，还能够使用自定义公式进行波形运算并显示。功率分析仪可以同时设定两套公式，每套公式可以使用各个通道的 U、I 作为变量进行运算；公式中也可包含 Sin、Cos 以及 Sqrt 等常用函数。

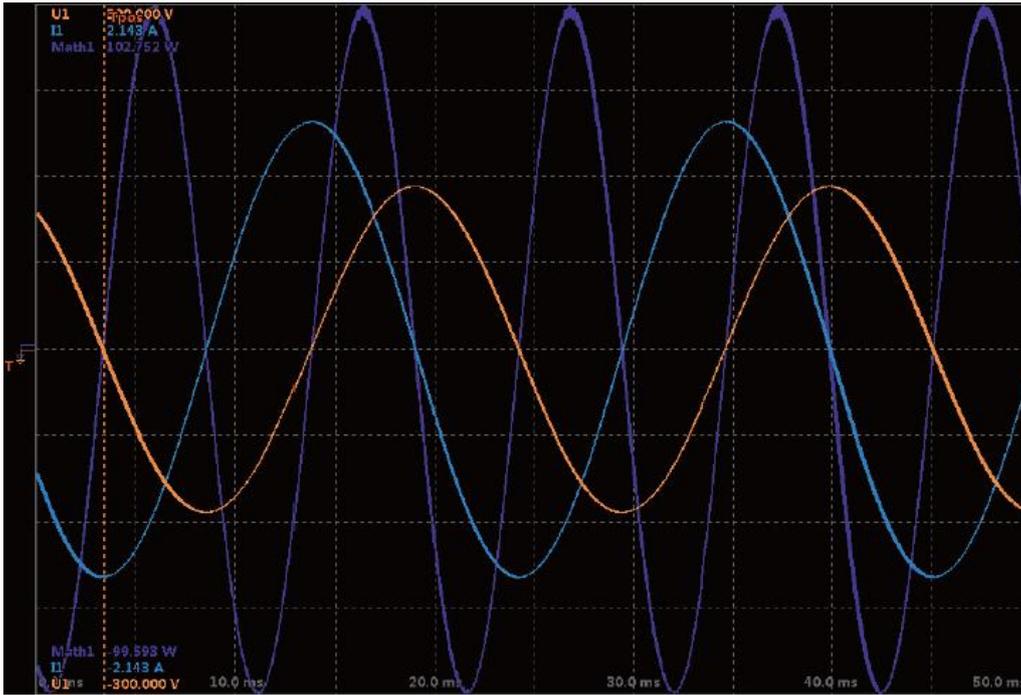


图 2.18 波形运算

2.7.12 电机测量

使用电机测量功能，可直接测出电机的转速、扭矩及机械功率。来自转速传感器或扭矩仪的信号可选择模拟信号（直流电压）或脉冲信号。另外，通过设定电机极数，可计算电机的电相角、同步速度和滑差；并且可利用本仪器测得的有功功率、频率和电机输出，计算电机效率和总效率，电机测量结果示意图见图 2.19。

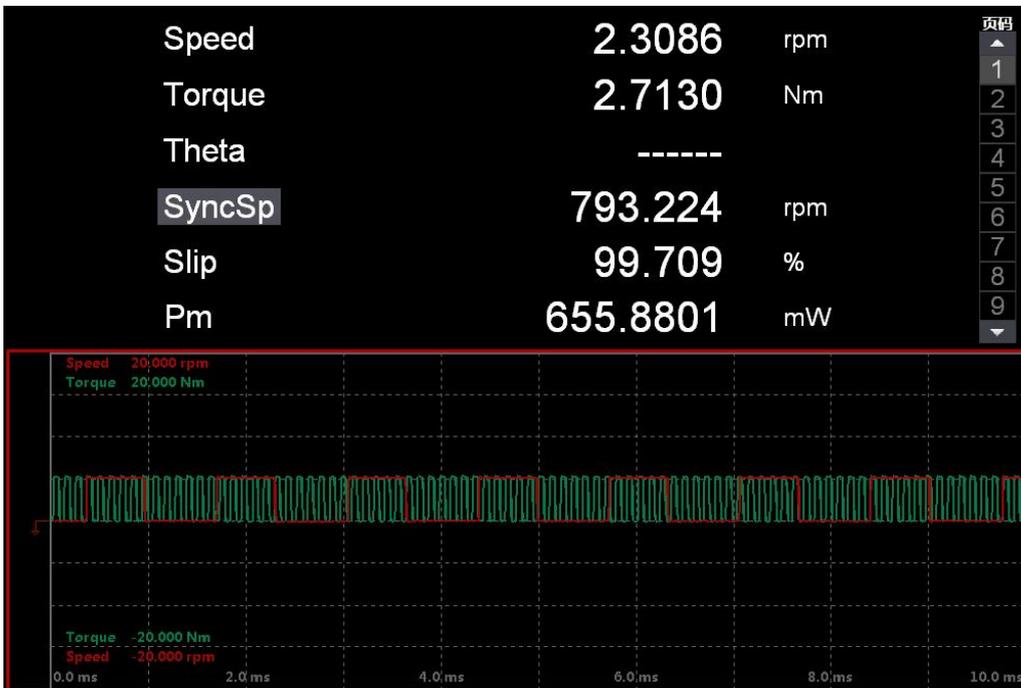


图 2.19 电机测量

2.8 补充阅读

2.8.1 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输入端子，输入端子均采用安全端子，以保证现场操作的便利性和安全性。功率分析仪有 7 个通道输入单元，可分别支持 7 通道功率单元、7 通道电机单元、或功率单元和电机单元组配，例如 5 通道功率输入单元和 1 通道电机输入单元，如图 2.20 所示。输入单元的编号为 1~5，在被测量符号后添加编号，可判断出功率分析仪所显示测量数据所属的输入单元。例如，“Urms1”表示单元 1 的电压真有效值。

功率分析仪的功率 5A/50A 输入单元电压端子支持直接输入或者 PT（电压互感器）输入；电流端子支持电流直接输入或者 CT（电流互感器）输入，也可以通过电流传感器输入。

功率分析仪的 DB9 输入单元电压端子支持直接输入或者 PT（电压互感器）输入；电流端子支持 CT（电流互感器）输入，也可以通过电流传感器输入。

功率分析仪也可以增加电机输入单元，该单元用于测量电机扭矩信号和转速信号，详见图 2.20。

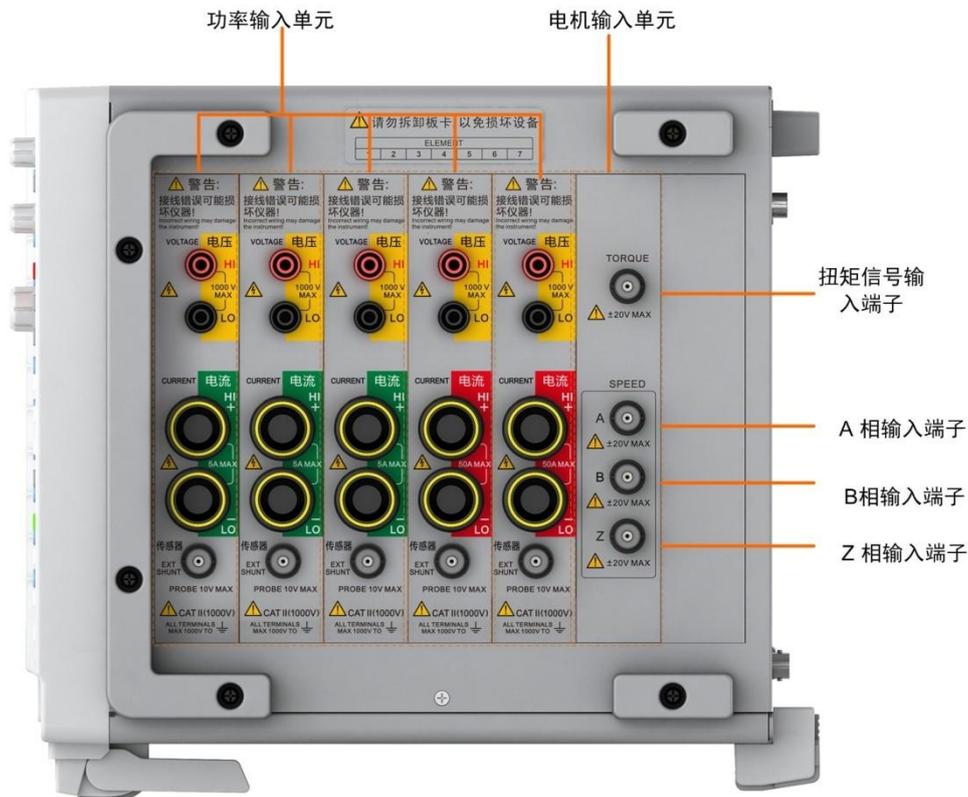


图 2.20 电机信号输入

图 2.21 描述了输入信号到功率分析仪的连接。

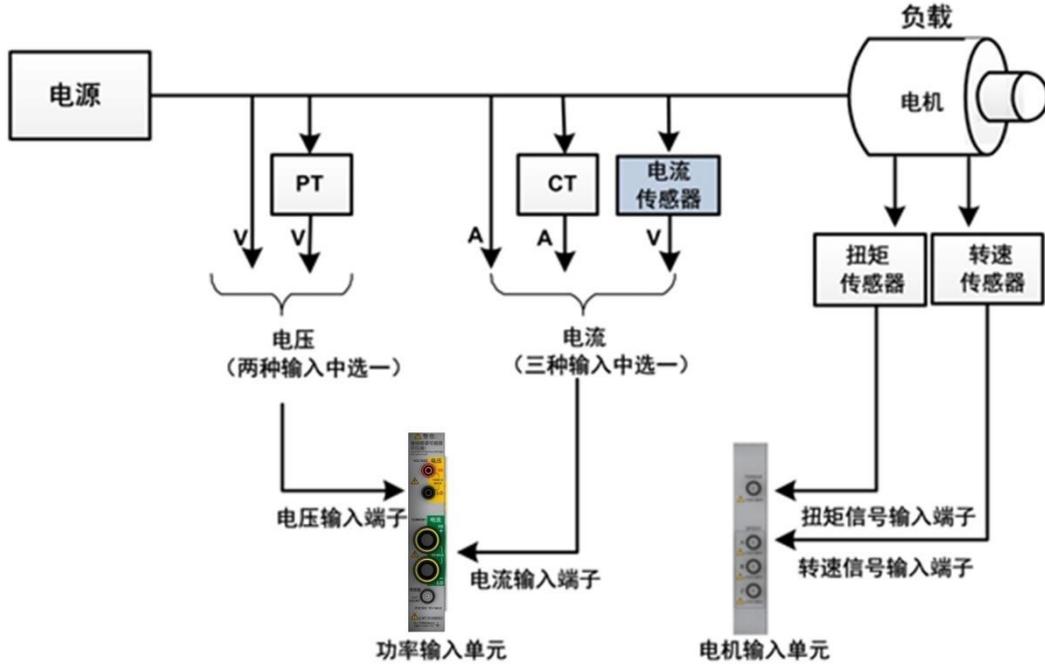


图 2.21 输入信号到输入单元

2.8.2 接线组

用户可以将 2~3 个类型相同的板卡（即输入单元）组成一组，即为接线组，以此来测量输入信号。功率分析仪根据接线方式的类型，最多可以组成 3 个接线组，分别用符号 ΣA 、 ΣB 和 ΣC 表示，如图 2.22。

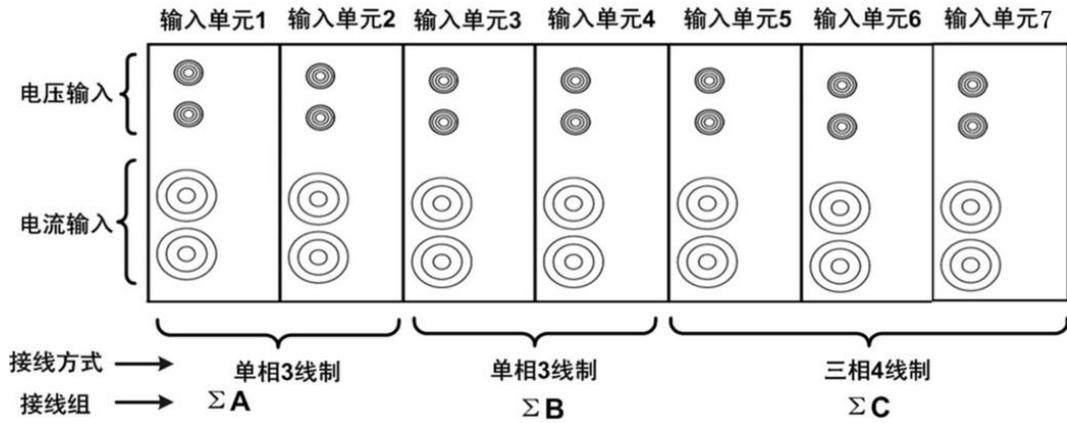


图 2.22 接线组

3. 面板介绍

本章介绍 PA8000、PA6000H、PA5000H 系列功率分析仪前/后面板和侧面板的功能。除型号标识外，PA8000、PA6000H、PA5000H 系列功率分析仪的各面板均完全相同。下文以 PA8000 高精度宽带功率分析仪为例介绍面板功能。

3.1 前面板

3.1.1 面板组件

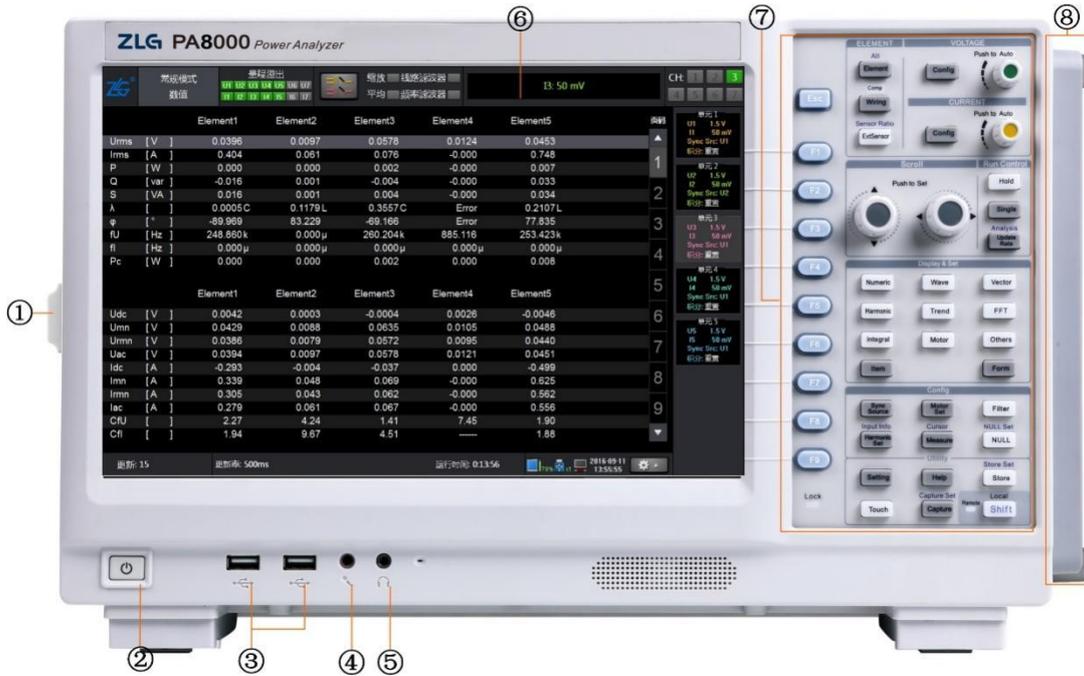


图 3.1 前面板

对图 3.1 中各部分功能依次序说明如下：

- ① **提手**。用于移动功率分析仪设备。如图 3.1 的标注①处所示。
- ② **电源键**。用于接通或切断功率分析仪的电源。如图 3.1 的标注②处所示。
- ③ **USB Host 接口**。用于连接 USB 存储器和 USB 键盘等。如图 3.1 的标注③处所示。
- ④ **麦克风接口**。如图 3.1 的标注④处所示。
- ⑤ **音频输出接口**。如图 3.1 的标注⑤处所示。
- ⑥ **液晶显示屏**。如图 3.1 的标注⑥处所示。
- ⑦ **功能按键区**。如图 3.1 的标注⑦处所示。
- ⑧ **输入接口**。如图 3.1 的标注⑧处所示，详见图 3.26。

3.1.2 显示界面

1. 界面描述

根据测量功能和工作模式的不同，显示界面也有所不同，图 3.2 给出了常规测量模式下功率测量(数值显示)的屏幕显示实例。



图 3.2 常规测量模式下的屏幕显示

对图 3.2 所示显示界面各部分功能说明如下：

- **当前工作模式。**用于说明功率分析仪当前所处的工作模式；
- **超量程指示灯。**当有功率输入单元或电机输入单元的测量值超过量程，则指示灯变为红色，否则指示灯为绿色。若没有插入功率输入单元或电机输入单元，则对应的指示灯为黑色；
- **测量设置。**快捷实现板卡单独或统一测量参数设置，如电压/电流量程、同步源、滤波器、传感器比率，见图 3.3。
- **功能运行状态指示灯。**显示比例系数功能、滤波器、平均功能的使能或关闭状态；
- **数据更新率。**用于显示功率分析仪当前选择的数据更新率；
- **积分状态。**用于显示当前积分功能的执行状态和积分的时间参数。积分状态包括：Start（启动）、End（结束）、Error（错误）、Reset（重置）、Ready（就绪）。根据积分模式的不同，还会显示不同的积分时间参数。积分时间参数包括定时时间、积分开始时间和结束时间、积分运行时间等；
- **页码条。**用于指示当前显示测量数据所在页；
- **输入通道指示灯。**用于指示当前选中须进行配置的输入单元；
- **系统日期/时间。**当前的年月日时间；
- **USB、以太网连接状态。**用于显示 USB、以太网的连接状态，详见表 3.1；

表 3.1 连接状态显示

连接状态说明	对应图标
USB 设备连接	
USB 设备未连接	
以太网已连接	
以太网未连接	

- **存储空间状态**。显示功率分析仪内部磁盘的存储空间使用率；
- **常用设置**。按下该键显示常用设置界面如图 3.4 所示，便于用户在触摸屏上快速进入常用设置。
- **采样数据更新次数**。用于显示测量启动后，当前各个输入通道采样数据的次数。

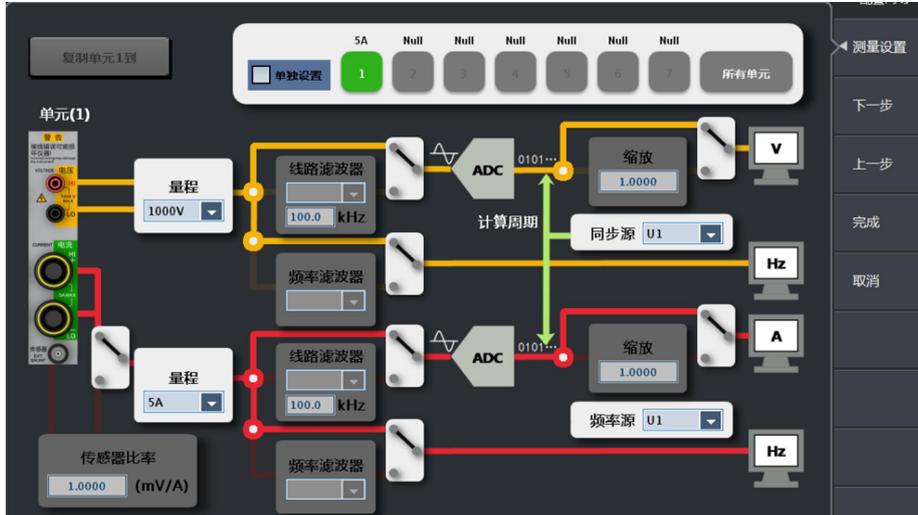


图 3.3 配置向导之测量图片

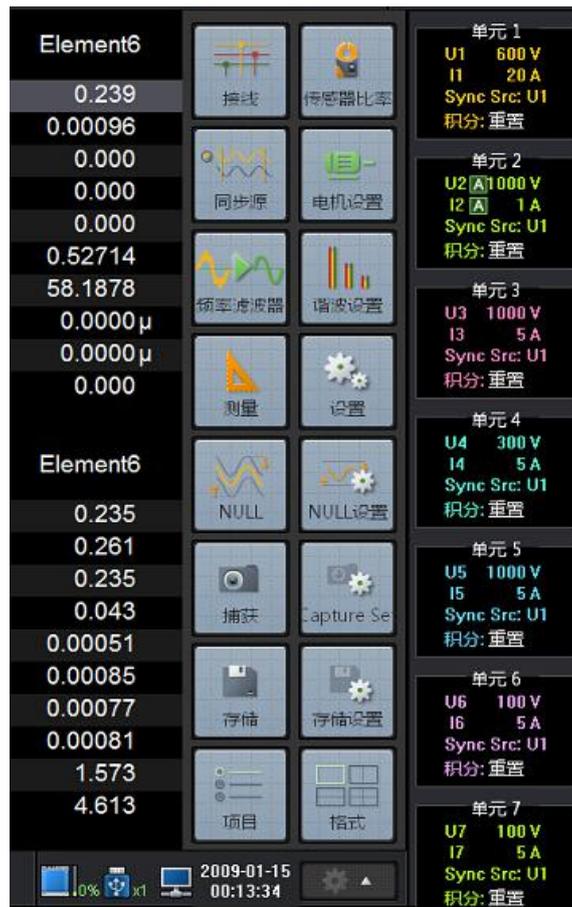


图 3.4 常用设置

2. 显示符号

显示界面里可能出现的各种显示符号说明如图 3.5 所示。

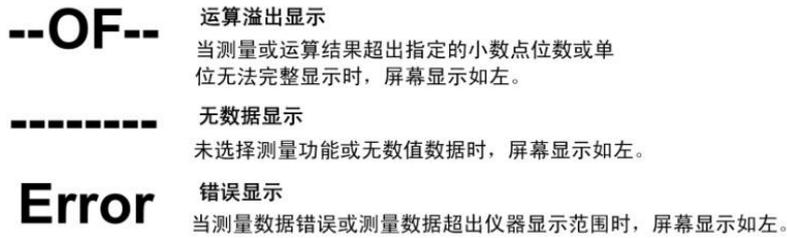


图 3.5 非数值显示

3. 超量程时的显示

当测量项目的 rms 测量数值超过当前量程的 108%或测量项的测量峰值超过当前量程的 324%时，测量值会变为红色，提示用户测量值超过了当前量程，详见图 3.6。

常规模式 数值	量程溢出								
	U1	U2	U3	U4	U5	T1	T2		
	I1	I2	I3	I4	I5	S1	S2		
	[Element1	Element2							
[V]	1.7678	1.7680							
[A]	1416.63	1417.60							
[W]	2.47752k	2.47963k							

图 3.6 超量程提示

4. 测量数值的显示

本节介绍功率分析仪的测量值显示。显示测量值时可使用如下形式：

- 数值+词头+计量单位。例如 1kV、100kV；
- 数值+计量单位。例如 1000V、0.3A。

(1) 数值

数值直接用阿拉伯数字表示，并且有效位数为 7 位。

(2) 词头

词头符号

词头是加在计量单位前面构成十进制倍数或分数的因数符号，必须与计量单位连用，例如：3kΩ 不能写作 3k。测量数值显示使用的词头符号与对应的因数见表 3.2。

大小写

当词头对应的因数等于或大于 10⁶，词头符号须大写；当词头对应的因数小于等于 10³ 词头符号须小写。

(3) 计量单位

测量数值中使用的计量单位见表 3.3。

表 3.2 词头

对应因数	词头
10 ⁶	M
10 ³	k (小写)
10 ⁻³	m

表 3.3 计量单位及其显示形式

计量单位	显示形式	计量单位	显示形式
伏特	V	赫兹	Hz
安培	A	转/分	rpm
瓦时	Wh	牛米	NM
安时	Ah	瓦特	W
伏安	VA	度	°
伏安时	VAh	欧姆	Ω
乏时	varh	乏	var

3.1.3 功能按键区

1. 概述

功能按键区如图 3.7 所示。对于具有上档功能的按键，用户可双击按键执行按键功能切换。例如，双击图 3.7 所示的 Element 按键，可同时选中所有输入单元。长按每一个按键则会显示该按键的帮助信息。



图 3.7 设定菜单的显示键和执行键

2. 系统功能按键区

(1) 功能键区说明

系统功能按键区用于功率分析仪器自身的设置或操作，如图 3.8 所示，包括：上档功能键、存储功能键、系统功能设置键、截图功能键、帮助功能键等。

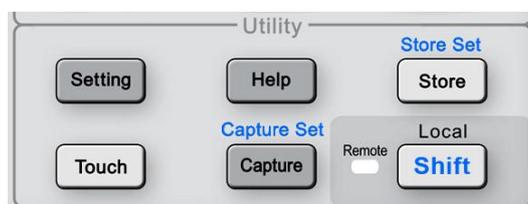


图 3.8 系统功能按键区

(2) 按键功能说明

对如图 3.8 所示按键功能说明如下所述。

系统功能设置键（Setting 键）

按下此键后，可显示系统功能设置菜单。用户可在菜单里设定日期/时间、锁键和解锁、显示亮度/对比度/分辨率、显示颜色、显示语言、风扇速度、屏幕捕获参数、触摸屏校准参数，还可执行文件管理、软件更新、设定信息初始化、查看系统状态、使用通信命令设定远程控制等功能。

帮助功能键（Help 键）

按下此键后显示帮助窗口，为当前菜单提供帮助信息。

屏幕捕获键（Capture 键）

用于保存/打印屏幕图像数据。用户可通过 Setting 键进入屏幕捕获菜单，设定打印目的地、打印格式等。连接两下 Capture 键则进入屏幕捕获设置菜单。

存储键（Store 键）

用于启动/停止存储操作等。按下该按键后，可显示存储/回读菜单，用户可在存储菜单里设置存储操作的开始、暂停、结束；或在回读菜单选择回读文件和回读帧。连接两次 Store 键则进入存储设置菜单，设置存储参数。

触摸功能键（Touch 键）

功率分析仪触摸屏开关。当按下 Touch 键，Touch 键亮后，功率分析仪触摸屏功能启动；再按一下 Touch 键，Touch 键灭，则功率分析仪触摸屏功能关闭。

上档键（Shift 键）

当功率分析仪处于本地操作模式时，按下 Shift 键可激活上档键功能，此时可执行面板按键的上档功能（该功能在按键上方用蓝色文字标注）。

当功率分析仪处于远程控制模式时，按下 Shift 键，则激活本地操作模式，此时用户可以使用面板按键；若再按一次 Shift 键，则激活上档键功能，

3. 测量初始化按键区

测量初始化按键区见图 3.9，该区用于初始测量条件，对图中各个按键或旋钮说明如下。

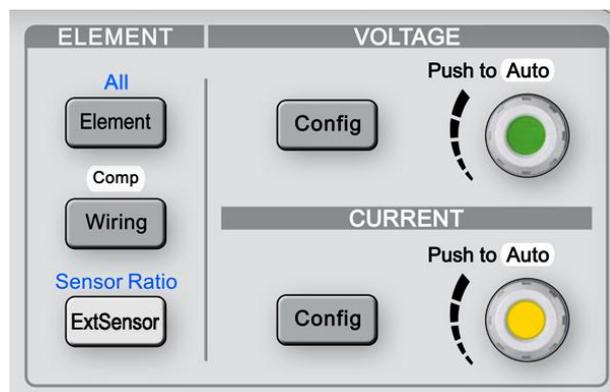


图 3.9 测量初始化按键区

输入单元选择键（Element 键）

按下该按键显示输入单元选择菜单，用户可在菜单里选择须使用的输入单元；该按键的上档功能是选择所有输入单元。用户可连接两次 Element 键激活上档功能或使用上档键（Shift 键）选择。

接线设置键（Wiring 键）

按下该键后，显示接线设置菜单；在菜单里用户可设定输入单元的接线参数，例如效率公式、效率补偿、接线补偿等。当开启接线补偿功能时，Wiring 键上方的 Comp 指示灯会点

亮；否则熄灭。

外部传感器键（ExtSensor 键）

按下 ExtSensor 键可开启/关闭外部传感器输入通道。连接两次 ExtSensor 键则显示缩放菜单，用户可在缩放菜单里选择缩放比例和传感器比率。

量程配置按键（Config 键）

如图 3.10 所示，量程配置按键分为电压量程配置按键和电流量程配置按键。以电压量程配置按键为例，按下 Config 键则显示如图 3.11 所示的电压量程配置菜单，用户可在量程配置菜单指定所有输入单元或指定输入单元的可选量程，之后可通过量程设置旋钮在可选量程范围内选择所需的量程。

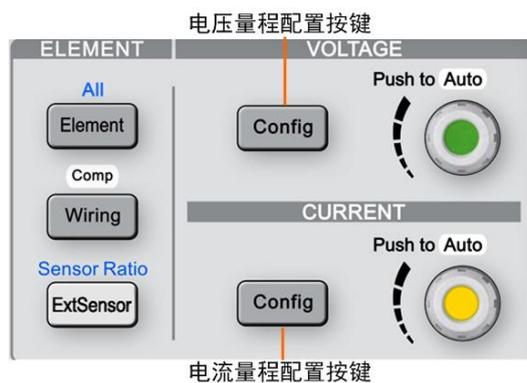


图 3.10 电压/电流量程配置按键

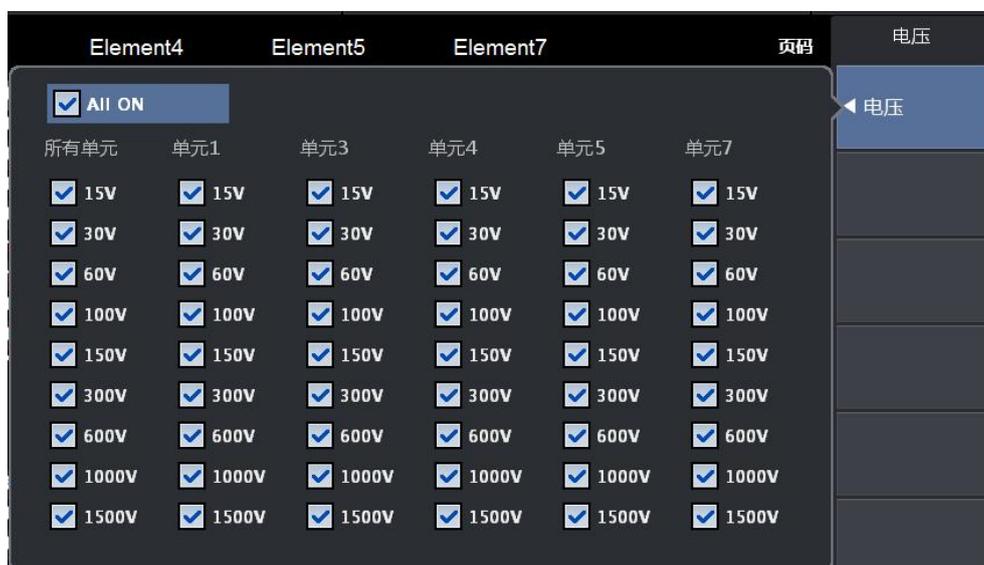


图 3.11 PA8000/PA6000H 电压量程范围配置



图 3.12 PA5000H 电压量程范围配置

量程设置旋钮

量程设置旋钮用于选择量程设置模式和量程，包括电压和电流量程设置旋钮，如图 3.13 所示。

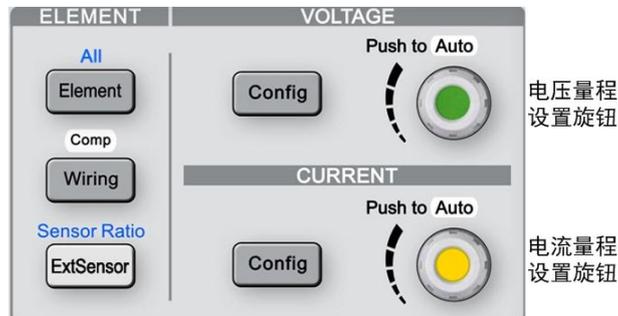


图 3.13 量程设置旋钮

按下量程设置旋钮，则 Auto 指示灯亮并开启自动量程功能，此时功率分析仪将根据输入信号的振幅自动设定量程；但若转动旋钮，则 Auto 指示灯熄灭，并切换到手动量程模式，此时用户可转动旋钮在可选量程范围里选择所需量程（可选量程通过量程配置按键来设置，见图 3.10）。

4. 菜单操作&运行控制按键区

菜单操作&运行控制按键区用于菜单操作和测量功能的运行控制，相关按键功能说明如图 3.14 所示。

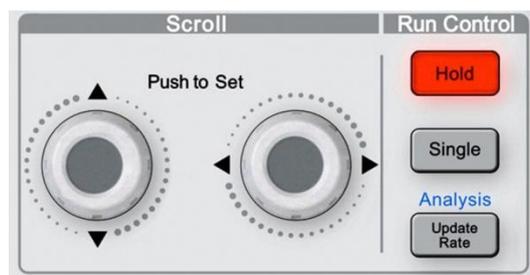


图 3.14 运行控制功能键区

Hold 键

Hold 键用于暂停当前测量并保持当前测量结果的显示。按下 Hold 键后，仪器进入保持状态并且 Hold 指示灯点亮。

保持状态下，以数据更新率进行的测量和显示动作被暂停，而所有测量功能的数据仍保持显示。此时，使用外置打印机打印的数据列表、通信输出的数值数据及其它数值均为保持状态下的数值数据。

再按一次 Hold 键，Hold 指示灯熄灭，恢复正常测量功能，数据显示的更新恢复。

单次测量键（Single 键）

按下 Single 键可执行单次测量操作，Single 键见图 3.14。

保持状态下执行单次测量，则按当前数据更新率进行 1 次测量后重新进入保持状态。在非保持状态下执行单次测量，则仪器立即重新开始测量。

数据更新率设定菜单键（Update Rate 键）

按下该键后，可配置电压、电流和功率等数据的捕获间隔，也即数据更新率。加快数据更新率，可获取电力系统较快的负载变动；减慢数据更新率，可测量相对低频信号。

常规分析模式键（Analysis 键）

按下 Analysis 键，可使功率分析仪进入常规分析模式，并且显示常规分析模式的设定菜单。执行 Analysis 键的功能，需要同时按下 Shift 键和 Update Rate 键。

返回键（ESC 键）

返回键（ESC 键）具有隐藏当前菜单、显示当前菜单、返回上一级菜单的功能：

- **返回上一级菜单**。如果当前菜单不是最上级菜单，按下该键返回上一级菜单；
- **隐藏当前菜单**。如果当前菜单已是最上级菜单，则按下 ESC 键后，隐藏当前菜单；
- **显示当前菜单**。如果当前菜单已经隐藏，则按下 ESC 键后，会显示当前菜单。

菜单操作旋钮

菜单操作旋钮控制菜单中的光标移动，包括水平旋钮和垂直旋钮：

- 顺时针方向转动水平旋钮，则菜单光标向右移动，逆时针方向旋转则向左移动；
- 顺时针方向转动垂直旋钮，则菜单光标向上移动，逆时针方向旋转则向下移动；
- 按下水平或垂直旋钮，则确认光标选中的项目。

5. 测量显示设置按键区

测量显示设置按键区如图 3.15 所示，用于设置数值/波形/向量/周期/谐波/电压波动和闪烁/积分/电机等测量功能以及测量分析功能的显示。

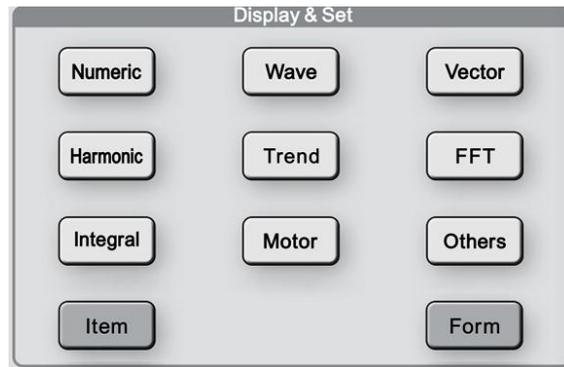


图 3.15 显示测量/运算结果

(2) 按键功能说明

对图 3.15 中测量显示设置按键区的按键功能说明如下。

显示项目配置菜单键 (Item 键)

在屏幕显示数值数据时，按下 Item 键出现显示项目配置菜单，用户可在菜单里配置当前选中项目的输入单元、测试项目、谐波次数等。

测量数据显示按键 (Numeric 键)

按下该键则显示测量数据。

显示格式配置按键 (Form 键)

按下 Form 键，进入显示格式配置菜单，可配置当前测量或分析功能的显示格式。例如，按下 Numeric 键进入测量数据显示功能后，按下 Form 键可配置显示的测量项目数目。

波形显示按键 (Wave 键)

按下 Wave 键则显示当前测量数据对应的波形。按下 Wave 键再按下 Form 键，可设定波形的显示参数，例如：波形分屏显示窗口数目、时间窗设置范围等。

向量显示按键 (Vector 键)

按下 Vector 键则显示向量图，此时再按下 Item 键，则可配置向量的显示参数，如电压向量缩放、电流向量缩放等。

谐波测量按键 (Harmonic 键)

按下 Harmonic 键后，显示谐波测量的结果与三种谐波模式相互切换设置。

趋势测量按键 (Trend 键)

按下 Trend 键后，显示趋势测量结果，与趋势测量参数配置菜单。

积分测量键 (Integral 键)

按下 Integral 键后显示积分测量结果与测量参数配置菜单。可在菜单里设定积分模式、积分定时器、积分自动校准、积分功能的开始/停止/重置等功能参数。

FFT 测量功能键 (FFT 键)

FFT 测量功能键，按下后显示 FFT 测量结果与 FFT 配置菜单。

电机测量功能键 (Motor 键)

电机测量功能键，按下后显示电机测量结果与测量参数配置菜单。

其它功能键 (Others 键)

用于执行其它测量分析功能，例如：柱状图、周期分析、闪变波动、X-Y、电机能效图、

IEEE-1459、数值+波形、数值+FFT 等。

6. 测量功能配置按键区

该按键区用于配置测量功能的功能参数，如图 3.16 所示，相关按键说明如下所述。

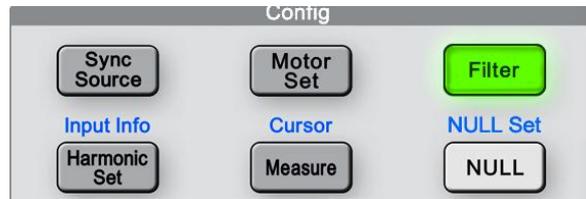


图 3.16 显示项目与输入单元设置按键区

滤波器设定键（Filter 键）

按下该键后进入滤波器设置菜单，用户可设置线路滤波器、频率滤波器。

输入信息查询（Input Info）

先按下 Shift 键，然后按下 HarmonicSet 键，执行输入信息查询功能，显示输入信息菜单，用户可在菜单里查询每个输入单元的接线方式、接线组、测量量程、输入滤波器、比例及同步源等信息，如图 3.17。

	单元1	单元2	单元3	单元4	功率单元
接线	1P3W	1P3W	1P2W	1P2W	
电压	10V	10V	1000V	1000V	
电流	2V	2V	2V	2V	
外部传感器	开	开	开	开	
传感器比率(mV/A)	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
线路滤波器(电压)	OFF	OFF	OFF	OFF	
线路滤波器(电流)	OFF	OFF	OFF	OFF	
频率滤波器(电压)	OFF	OFF	OFF	OFF	
频率滤波器(电流)	OFF	OFF	OFF	OFF	
缩放	关	关	关	关	
PT	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
CT	1.0000	1.0000	1.0000	1.0000	
数字滤波(电压)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
数字滤波(电流)	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	
同步源	U1	U1	U1	U1	

图 3.17 输入信息

NULL 功能键（NULL 功能）

按下 NULL 键，执行 NULL 功能，NULL 指示灯点亮；此时，采样到的所有输入单元或接线组测量回路里的直流成分被去除；再按一次 NULL 键，NULL 指示灯熄灭，NULL 功能失效。

NULL 功能设置（NULL Set）

按下 Shift+NULL 键，显示 NULL 设置菜单，用户可分别指定各测量回路的 NULL 操作，如图 3.18 所示。OFF 选项指不执行 NULL 操作，ON 指执行 NULL 操作，USER 则指在执行 NULL 操作时对指定测量回路的直流成分减去指定偏置值，偏置值可在如图 3.18 所示对话框设置。



图 3.18 NULL 功能设置



图 3.19 NULL 偏置值设置

自定义功能键（Measure 键）

按下自定义功能键，显示自定义测量功能菜单，可设置自定义测量功能。

光标测量设置（Cursor 功能）

按下 Shift 键再按下 Measure 键，可进入光标测量菜单，设置光标测量参数。

同步源菜单键（Sync Source 键）

按下此键后显示同步源菜单，用户可设定每个输入单元的同步源。

电机测量设置键（Motor Set 键）

按下该键后显示电机设置菜单。

谐波设置键（Harmonic Set 键）

按下谐波设置键可弹出谐波设置菜单，可设置 PLL 源、Thd 公式等谐波参数，如图 3.20、图 3.21 所示。



图 3.20 谐波设置菜单 1

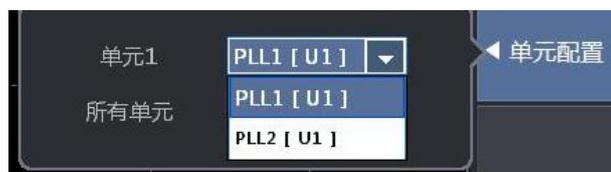


图 3.21 谐波设置菜单 2

常规谐波模式，按下谐波设置键可弹出谐波设置菜单，可设置频率源、Thd 公式等谐波参数。



图 3.22 常规谐波设置

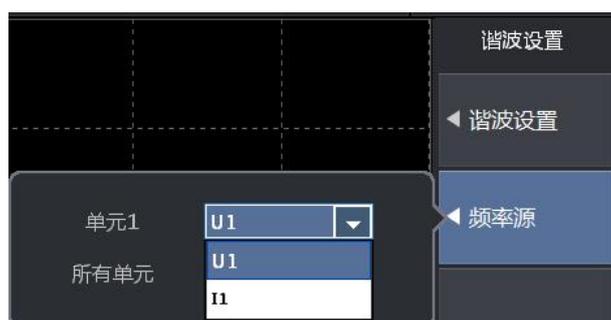


图 3.23 常规谐波设置频率源

7. F1~F9 功能键区

F1~F9 功能键区包括 F1~F9 一共 9 个按键，如图 3.24 所示。F1~F9 功能键区可以用于选择屏幕上位于按键左方的相邻菜单。例如，F1 按键可用于选择在其左方的菜单，F2 按键则可用于选择在其左方的菜单。



图 3.24 F1~F9 功能键区

3.2 后面板

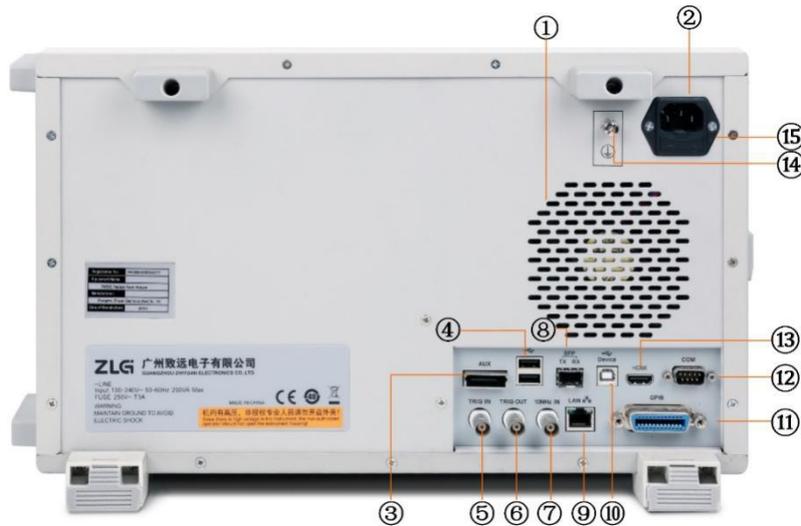


图 3.25 后面板说明

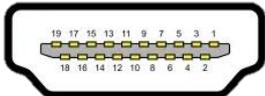
对图 3.25 中各部分功能依次序说明如下：

- ① **散热孔**。用于功率分析仪的散热。如图 3.25 的标注①处所示。
- ② **电源插座**。如图 3.25 的标注②处所示。
- ③ **AUX 多机同步接口**。如图 3.25 的标注③处所示。
- ④ **USB Host 接口**。如图 3.25 的标注④处所示，两个 USB Host 接口，可用于连接 USB 存储器或 USB 键盘。
- ⑤ **触发信号输入**。图 3.25 的标注⑤处所示，可送给各子卡，用于子卡的同步触发。
- ⑥ **触发信号输出**。如图 3.25 的标注⑥处所示，其功能可通过终端软件进行设置。
- ⑦ **10MHz 同步参考时钟输入**。如图 3.25 的标注⑦处所示。用户可使用 10MHz 同步时

钟同步功率分析仪。

- ⑧ **SFP 光纤接口**。如图 3.25 的标注⑧处所示。
- ⑨ **千兆 LAN 接口**。如图 3.25 的标注⑨处所示，详见图 3.26。该接口为一路 10M/100M/1000M 以太网，用于对终端机的远程控制。右侧指示灯为数据传输指示灯，有数据传输时为黄色；左侧为链路指示灯，灯为绿色表示链路为 1000M 以太网；橙色表示为链路为 100M 以太网，灯灭则表示链路为 10M 以太网。
- ⑩ **USB Device 接口**。如图 3.25 的标注⑩处所示。USB 2.0 高速 Device 接口，支持自定义协议，支持远程操作。
- ⑪ **GPIB 接口**。如图 3.25 的标注⑪处所示，用于对终端机的远程控制。目前，本 GPIB 仅支持从机功能。
- ⑫ **标准全功能串口**。速率最大支持 115200bps，如图 3.25 的标注⑫处所示。
- ⑬ **HDMI 接口**。其物理接口形式为 19 针的 HDMI Type A 接口，最大分辨率为 4k×2k@30。HDMI A 接口的引脚配置和信号分配见表 3.4。

表 3.1 引脚配置和信号分配

引脚编号	信号名	规格	引脚排列示意图
1	TMDS Data2+	TMDS	
2	TMDS Data2 Shield		
3	TMDS Data2 -	TMDS	
4	TMDS Data1+	TMDS	
5	TMDS Data1 Shield		
6	TMDS Data1 -	TMDS	
7	TMDS Data0+	TMDS	
8	TMDS Data0 Shield		
9	TMDS Data0 -	TMDS	
10	TMDS Clock+	TMDS	
11	TMDS Clock Shield		
12	TMDS Clock -	TMDS	
13	NC		
14	Reserved (N.C. on device)		
15	SCL	5V	
16	SDA	5V	
17	DDC/CEC Ground		
18	+5V Power		
19	Hot Plug Detect	5V	

连接仪器和监视器时须注意先关闭仪器和监视器的电源，再用模拟 HDMI 线连接仪器和监视器；之后打开仪器和监视器的电源，仪器屏幕就显示在监视器上。

- ⑭ 接地。如图 3.25 的标注⑭处所示。
- ⑮ 电源保险丝。如图 3.25 的标注⑮处所示。

3.3 侧面板

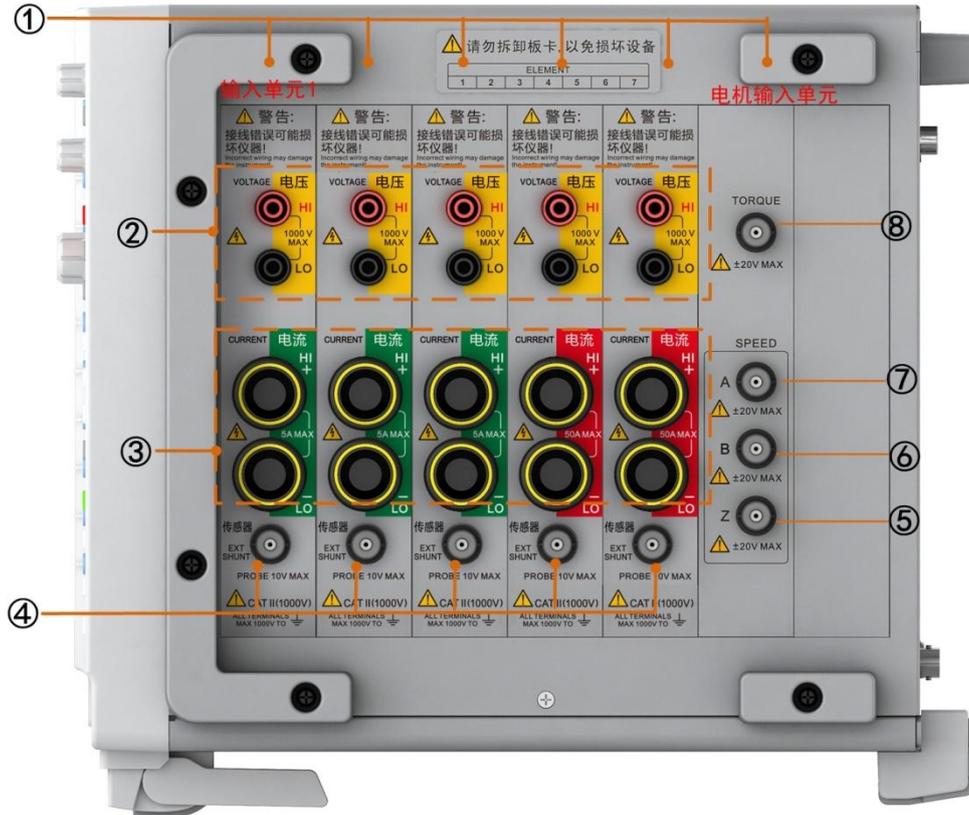


图 3.26 右侧面板说明

对图 3.26 中各部分功能依次序说明如下：

- ① 输入单元 1~5。如图 3.26 的标注①处所示。
- ② 电压输入端子。连接电压测试线。如图 3.26 的标注②处所示。
- ③ 电流输入端子。连接电流测试线。如图 3.26 的标注③处所示。
- ④ 外部电流传感器输入端子。如图 3.26 的标注④处所示。
- ⑤ Z 脉冲输入端子（电机版）。如图 3.26 的标注⑤处所示。
- ⑥ B 脉冲输入端子（电机版）。如图 3.26 的标注⑥处所示。
- ⑦ A 脉冲输入端子（电机版）。如图 3.26 的标注⑦处所示。
- ⑧ 扭矩信号输入接口（电机版）。如图 3.26 的标注⑧处所示。仅电机版功率分析仪具有，电机评估时输入来自扭矩仪的信号。

4. 开始测量之前

4.1 概述

在使用功率分析仪开始测量之前，需要完成如下工作：

- 请务必阅读“前沿”的《安全须知》；
- 系统设置；
- 至少开机 30 分钟（预热）后进行校零。
- 阅读 4.4 “输入通道连接与配置”小节，按要求完成输入通道的连接和配置工作；
- 设置测量量程和测量区间；
- 配置基本功能参数：平均测量功能、电压/电流模式、用户自定义功能；
- 阅读②4.14 “精确测量”小节，准备测量环境。

用户也可使用配置向导来完成上述测量条件的初始化工作，详见②4.13 “配置向导”节。

4.2 系统设置

用户须先设置功率分析仪的系统功能参数，包括：日期/时间、按键锁、按键配置、显示器、捕获、语言、电源管理、触摸屏校准、文件管理、软件更新、网络、系统信息、存储数据、恢复出厂设置。按系统功能按键区“setting”按键，系统设置菜单见图 4.1。



图 4.1 系统设置菜单

4.3 校零

4.3.1 功能简介

预热时间不足或环境温度变化可能导致功率分析仪的零电平发生改变，校零作用是消除内部零电平的变化，从而提高仪器的测量的准确性。

在如图 4.2 所示测量菜单里，用户可配置自动校零开关，若开启自动校零，则在改变测量量程和输入滤波器，功率分析仪自动执行一次校零。任何时候可以点击“校零”软键执行一次校零。

4.3.2 操作步骤

1. 概述

用户进入测量菜单，即可设置自动校零功能的开启或关闭，并可执行手动校零操作。

2. 进入测量菜单

按下前面板功能按键区的 Measure 键进入测量菜单，详见图 4.2。

3. 开启/关闭自动校零

在如图 4.2 所示测量菜单里按下“自动校零”软键，用户可在弹出的对话框里选择是否开启自动校零功能。

4. 执行手动校零

在如图 4.2 所示测量菜单里按下“校零”软键，即可执行手动校零操作。为了精确测量，必须达到预热时间后再执行校零，若使用环境温度发生变化待稳定后执行校零，长时间使用应定期执行校零。



图 4.2 测量菜单

4.4 输入通道连接与配置

在使用测量功能之前，需要连接输入通道，并对输入通道作相关配置，包括：连线配置、输入滤波器、PT/CT 比例（PT/CT 比例见“PT 和 CT”小节）。

4.4.1 测量方法选择

用户需根据被测电压和被测电流大小，选择合适的测量方法，详见表 4.1、表 4.2 所示。

表 4.1 电压测量方法选择

		当电压在 1500V 及以下 ^[1]	当电压超过 1500V 时 ^[1]
电压 接线	直接输入	将来自测量回路的测量用电缆直接连接到电压输入端子	不能直接输入
	PT（电压互感器）	将外部电压互感器(PT)的测量用电缆连接到输入单元的电压输入端子 ^[1]	

表 4.2 电流测量方法选择

		当共模电压在 1000V 或以下 ^[1]		当共模电压超过 1000V 时 ^[1]
输入单元	5A 板卡输入单元/50A 板卡输入单元 ^[3]	当电流在 5A 以下时 当电流在 50 以下时	当电流超过 5A 时 当电流超过 50A 时	
电流接线	直接输入	将来自测量回路的测量用电缆 直接连接到电流输入端子	不能直接输入	不能直接输入
	分流型电流传感器 ^[4]	可将外部电流传感器 连接到电流传感器输入接口 来测量电流 ^[2]		不能使用分流型电流传感器 ^[2]
	钳式电流传感器(电压输出型) ^[4]	将外部电流传感器 连接到电流传感器输入接口 来测量电流 ^[2]		
	钳式电流传感器(电流输出型) ^[4]	将外部电流传感器的测量用电缆 连接到输入单元的电流输入端子 ^[2]		
	CT(电流互感器) ^[4]	将外部电流互感器(CT)的测量用电缆 连接到输入单元的电流输入端子 ^[2]		

[1] 非电网电路电压测量高低端子之间的电压最高 1500V (峰值因数 1.33), 电网电路最高 1000V, 低端对地电压不超过 1000V。

[2] 查看互感器/传感器/外部分流器上的标示, 确认互感器/传感器/外部分流器是否能满足被测回路的说明书或产品上标示的耐压能力及应用范围。

[3] PA5000H/PA6000H/PA8000 功率分析仪使用的输入板卡规格有最大电流 5A, 50A。

[4] 电流传感器的说明见 4.154.15.2 “电流传感器的种类” 小节。

表 4.3 电流传感器选型表

传感器类型	传感器型号	基本绝缘[1]	加强绝缘[1]	CAT 等级
电流传感器	IT 60-S	2000V	600V	CAT III
	IT 200-S	2000V	600V	CAT III
	IT 400-S	2000V	600V	CAT III
	IT 700-S	1600V	300V	CAT III
	IT 1000-S/SP1	300V	150V	CAT III
	LF 205-S/SP3	500V	250V	CAT III
	LF 205-S	500V	250V	CAT III
	LF 505-S	1250V	690V	CAT III
	LF 1005-S	2000V	1000V	CAT III
电流钳	C117	---	600V	CAT III
	D36N	---	600V	CAT III

续上表

传感器类型	传感器型号	基本绝缘[1]	加强绝缘[1]	CAT 等级
电流钳	PAC22	---	600V	CAT III
	CTS500	---	600V	CAT III
	ZCP500	---	600V	CAT III
	ZCP1000	---	600V	CAT III
	YX-CTS200	---	600V	CAT III
电流环	CTS6000	---	600V	CAT III
外部分流器	PATV-33	≤42V 峰值		

[1] 依据 IEC /EN61010-1: 2010 标准。

4.4.2 测量回路配置

1. 操作简介

测量前用户须配置测量回路。例如输入单元的连接方法、是否使用 PT 或 CT、PT 比或 CT 比配置、是否使用输入滤波器等。

按下 Wiring 按键，可进入连线配置菜单，如图 4.3 所示，在菜单里可完成如下设置：

- 接线设置。用于设置输入单元的接线方法；
- η 公式；
- 接线补偿；
- 接线组单独设置功能；
- 阈值；
- Δ 测量。

2. 接线方式设置

(1) 功能简介

为测量各种单相、三相输电方式下的功率，功率分析仪提供了 5 种接线方式：单相 2 线制(符号：1P2W)、单相 3 线制(符号：1P3W)、三相 3 线制(符号：3P3W)、三相 3 线制(3 电压 3 电流表法，符号：3P3W (3V3A))和三相 4 线制(符号：3P4W)。5 种接线方式的详细内容参见“接线方式”小节。

(2) 操作步骤

接线方式选择菜单

用户首先需要设置输入单元的接线方式。在如图 4.3 所示的“接线设置”菜单里按下“接线设置”软键，弹出接线方式选择对话框如图 4.4 所示。

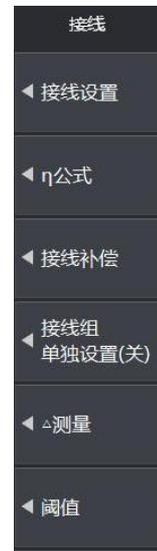


图 4.3 接线菜单



图 4.4 输入单元接线方式选择菜单

选择接线方式

转动菜单操作旋钮，在如图 4.4 所示对话框里选择需要配置接线方式的输入单元；然后再按下菜单操作旋钮，弹出接线方式选择对话框如图 4.5 所示，然后用户再使用菜单操作旋钮在图 4.5 里完成接线方式的选择。

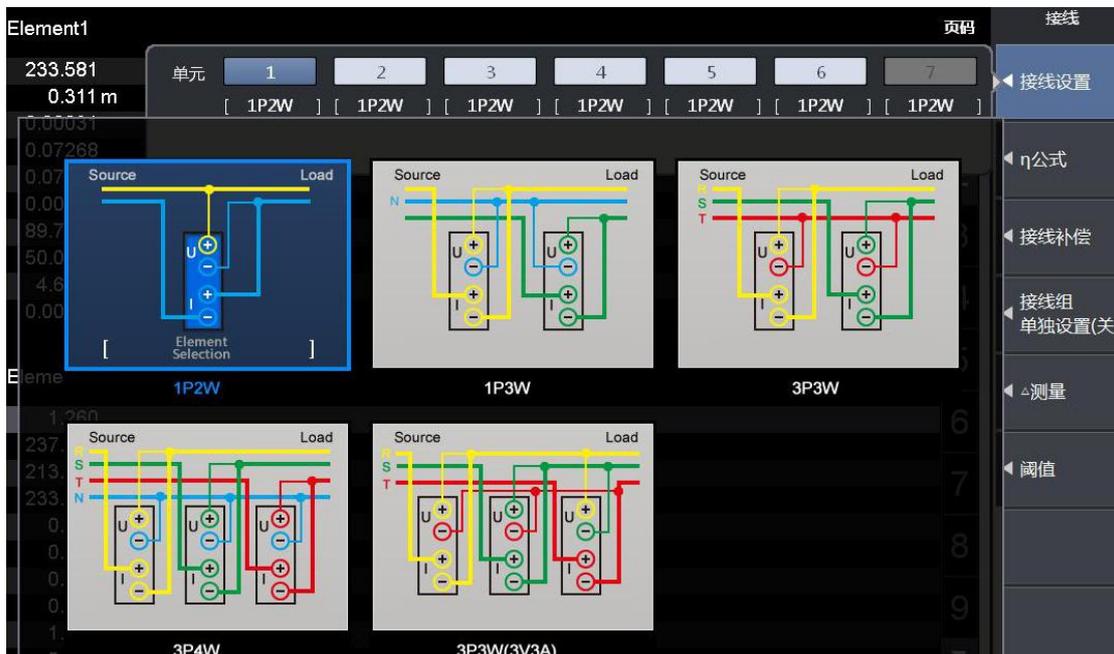


图 4.5 选择接线方式

设置接线方式后，用户可查看输入单元的当前接线方式，如图 4.6 所示。

此外，当选择了 1P2W 以外的接线方式，并且输入单元单独设置关闭时（详见“输入单元单独设置”小节），各输入单元的参数设置发生变化：

- **测量量程变化。**接线组输入单元测量量程里最大的一个，成为接线组的测量量程。需要注意的是，电流量程里，外部传感器输入量程优先于直接输入电流量程；
- **自动量程变化。**接线组自动量程与测量量程最大输入单元的一致。当最大测量量程的输入单元不止一个时，自动量程优先跟随单元编号最小的输入单元；
- **同步源设定的变化。**接线组同步源设定与接线组中单元编号最小的输入单元一致。

3. 输入单元单独设置

(1) 功能描述

接线组里各个输入单元的参数设置，部分可以共享，部分则不可共享而须单独设置：

- 接线组组成单元可共享的设置。选择关闭单独设定输入单元后，接线组各组成单元可共享如下设置：
 - 测量量程设置；
 - 电压/电流模式；
 - 同步源设置；
- 只能单独设置的参数。无论是否关闭单独设定输入单元各输入单元仍须单独设置的参数如下所述：
 - 比例(PT 比、CT 比、传感器比率)；
 - 输入滤波器。



图 4.6 接线组单独设置开关

当输入单元是接线组的一部分时，用户如果需要单独设置该输入单元的共享设置，须开启输入单元的单独设置。

(2) 操作步骤

在如图 4.3 所示接线菜单里按下“接线组单独设置”，弹出开关选择界面如图 4.6 所示，用户可选择是否关闭/打开接线组单独设置。

(3) 示例

假设对输入单元 1~3 的接线方式设定为：三相 4 线制（3P4W），输入单元 1~3 组成接线组 ΣA ：

- 当打开输入单元单独设置功能时，用户可单独设定接线组中每个输入单元的测量量程或同步源；
- 当关闭输入单元单独设置功能时，用户可同时设定接线组所有输入单元的测量量程和同步源，这对测量三相设备很方便。



图 4.7 滤波器菜单

4.4.3 滤波器配置

1. 功能简介

功率分析仪有 2 种滤波器：线路滤波器、频率滤波器，可用于去除测量信号中的噪声。线路滤波器插在电压和电流测量回路里，频率滤波器插在频率测量回路。用户可在线路滤波器功能里灵活设置对采样信号的滤波处理功能，去除干扰信号。

2. 线路滤波器配置

在图 4.7 所示滤波器菜单按下线路滤波器软键，显示线路滤波器菜单如图 4.8 所示。



图 4.8 线路滤波器菜单

如图 4.7 所示，用户可对当前可用输入单元配置电压和电流的线路滤波，设置是否开启线路滤波或选择截止频率。当选择 OFF 则对应输入单元的电压或电流通道关闭线路滤波。线路滤波的截止频率可选择 1MHz、300kHz、100Hz~100kHz 中的一个频率值。当选择截止频率为“100Hz~100kHz”，用户可在设置 100Hz~100kHz 范围设置截止频率，单位为 kHz，如图 4.9 所示。



图 4.8 截止频率设置

3. 频率滤波器配置

在图 4.7 所示滤波器菜单按下频率滤波器软键，显示频率滤波器对话框如图 4.10 所示。



图 4.9 频率滤波器菜单

如图 4.9 所示，用户可对当前可用输入单元配置电压和电流的频率滤波，设置是否开启频率滤波或选择截止频率。当选择 OFF 则对应输入单元的电压或电流通道关闭频率滤波。频率滤波的截止频率可选择 1kHz、500Hz、100Hz，如图 4.11 所示。



图 4.10 开启/关闭频率滤波器

频率滤波器的注意事项如下所述：

- 频率滤波器可被用于精确检测过零点。功率分析仪检测过零点约有量程 5% 的迟滞；
- 频率滤波器关闭时，若打开线路滤波器，会影响频率测量；
- 输入信号的频率在 1kHz 以下时，建议打开频率滤波器。

4.4.4 比例系数

按下前面板的 ExtSensor 键一次，可开启/关闭外部传感器输入通道。连接两次 ExtSensor 键则可设置比例系数，如图 4.12 所示。



图 4.11 缩放设置和传感器比率

1. 传感器比率设置

如果使用了电压输出电流传感器，用户需要设置换算比率。例如，使用电流 1A 换算输

出 10mV 的电压输出电流传感器测量最大 100A 的电流时，产生的最大电压为 $10\text{mV/A} \times 100\text{A} = 1\text{V}$ 。在图 4.11 所示对话框，用户使用菜单操作旋钮可配置指定输入单元的传感器比率，从而确定电压输出电流传感器输出电压和电流测量结果的换算关系。

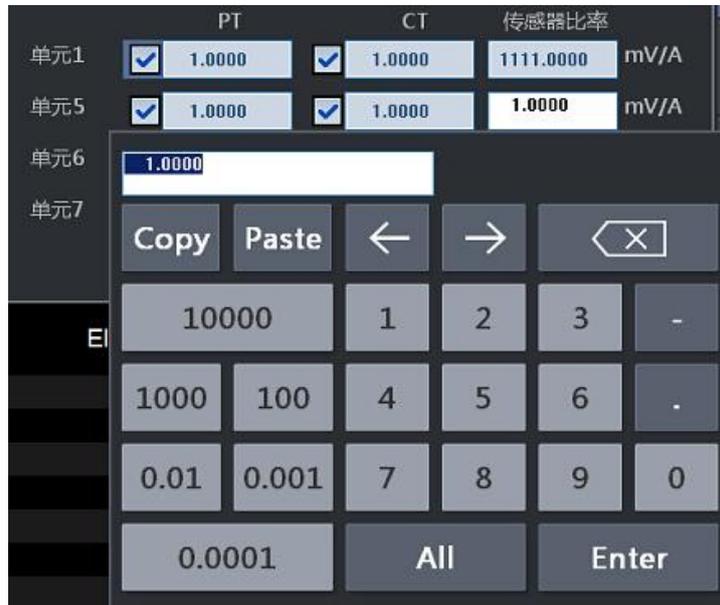


图 4.12 传感器比率配置菜单

2. 电压/电流比例设置

用户可通过电压互感器或电流互感器测量待测信号，然后设定换算比，即可换算出变压、变流前的电压或电流数据以及对应的波形显示数据。

打开/关闭 PT/CT 比例设置功能

在图 4.11 所示对话框可设置 PT/CT 比例设置功能是否开启。若通过电压互感器或电流互感器测量，则勾选 PT 或 CT 系数旁的选择框；此时，功率分析仪将电压互感器/电流互感器电压输出的电压 U、电流 I、功率(P、S、Q)、电压最大值和最小值(U+pk 和 U-pk)、电流的最大值和最小值(I+pk 和 I-pk)等乘以 PT 比、CT 比，换算后再作为测量结果输出。若希望功率分析仪直接显示电压互感器/电流互感器的输出值，则不要勾选 PT 或 CT 系数旁的选择框。图 4.14 的示例中，不使用 PT 比例设置功能，使用 CT 设置功能。



图 4.13 PT/CT 系数设置

设定输入单元的 PT/CT 系数

用户可通过菜单操作旋钮在图 4.13 所示的对话框内设定各输入单元的 PT 系数、CT 系数。PT、CT 系数的设置范围是 0.0001~99999.9999。

4.5 阈值设置

用户可设置输入单元测得的电压值或电流值低于某个阈值时，功率分析仪产生报警提示。在如图 4.3 所示的菜单里，按下“阈值”软键，弹出对话框如图 4.15 所示。



图 4.14 阈值设置

图 4.14 中，电压阈值的单位为 V，电流阈值的单位为 A。用户可为每一个输入单元分别设置电压阈值和电流阈值，只要当输入单元所测电压或电流中有一个低于对应阈值，即触发报警动作。可选择的报警动作包括：弹出错误窗口和发出报警音；均可在如图 4.14 所示对话框里选择。

4.6 设定接线补偿、效率补偿

4.6.1 功能简介

用户可通过接线补偿和效率补偿功能来补偿因测量接线或功率分析仪内部阻抗引起的测量误差：

- **接线补偿。**接线补偿功能用于补偿各输入单元因测量接线阻抗引起的测量误差；
- **效率补偿。**测量功率转换器(如变频器)二次侧的功率时，测量值将包含因功率分析仪内部阻抗引起的损耗，该损耗在效率运算中会以误差的形式显示。用户可使用效率补偿功能补偿该损耗。

4.7 量程和区间设定

开始测量之前需要设置测量量程、同步源、数据更新率等参数。

4.7.1 操作步骤

1. 显示接线菜单

按下前面板的 Wiring 按键，显示如图 4.3 所示的接线菜单。

2. 显示接线补偿对话框

在如图 4.3 所示接线菜单按下接线补偿软键，显示接线补偿对话框，如图 4.16 所示。

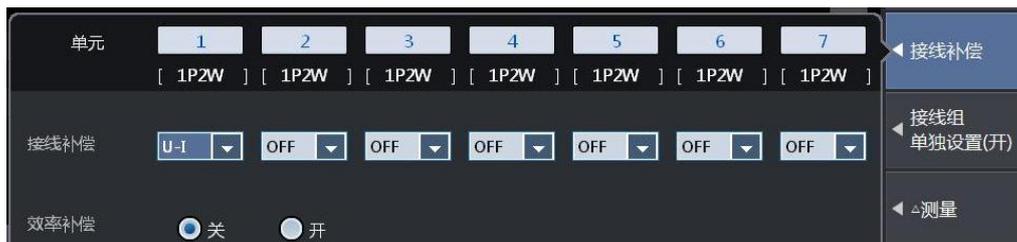


图 4.15 接线补偿对话框

3. 选择须执行接线补偿的对象

如图 4.15 所示，用户可以对输入单元 1~7 设置接线补偿；用户可转动菜单操作旋钮，选择要补偿的输入单元。

4. 选择接线补偿方式

用户可选择如下接线补偿方式：

- **OFF**。此时不执行接线补偿；
- **U-I**。当测量较小电流，采用电流表内接（U-I）接线方式，使用 U-I 接线补偿方式，电压测量值等于各单元的电压值减去“施加在电流端子的电压”。施加在电流端子的电压计算公式为：电流测量值 × 电流端子的输入阻抗；
- **I-U**。当测量较大电流，采样电流表外接（I-U）接线方式，使用 I-U 接线补偿方式时，电流测量值等于各单元的电流值减去“流经电压端子的电流”。流经电压端子的电流的计算公式为：电压测量值/电压端子的输入阻抗。

在如图 4.15 所示的菜单里，用户可选择接线补偿方式。

5. 开启效率补偿

如果需要效率补偿功能，用户可在如图 4.15 所示的对话框里开启。

4.7.2 设置量程

1. 操作简介

功率分析仪的量程模式包括固定量程模式、自动量程模式。用户需要为输入单元选择量程模式：

- **固定量程模式**。该模式下，量程固定不变；
- **自动量程模式**。自动量程模式下可切换的量程种类和固定量程是相同的，只是在自动量程模式下，功率分析仪会根据当前测量值，在测量值不超量程的前提下（详见表 4.4 所示，自动选择固定量程中最小的一个。对于测量失真波形等非正弦波信号，选择最小测量量程可实现高精度测量。

表 4.4 超量程

输入单元类型	超量程触发
电机输入单元	模拟信号测量值 > 当前量程的 110%
功率输入单元	RMS、MEAN、DC、RMEAN 四种电压/电流模式下，U、I 信号测量值 > 当前量程的 140% 或 U、I 信号峰值 > 当前量程的 330% ^[1]

[1] 功率分析仪的峰值因数固定设置为 3。

2. 被测信号直接输入时的量程配置

(1) 选择输入单元

在前面板按下 Element 键，选择须配置直接输入测量量程的输入单元，出现如图 4.17 所示输入单元选择界面。选择须设定量程的输入单元后，被选输入单元的指示灯会点亮。如图 4.17 所示，选中了输入单元 1，因此输入单元 1 对应的指示灯点亮。若按 Shift+Element 软键，则选中所有输入单元。



图 4.16 选择输入单元

(2) 设定电压测量量程

选中输入单元后，则可调节电压量程旋钮设定电压测量量程：

- 顺时针旋转旋钮增加量程；
- 逆时针选择旋钮减小量程；
- 按下旋钮则启用自动量程模式，此时 Auto 指示灯点亮。



图 4.17 电压量程显示

设定电压量程时，当前选中输入单元的电压量程值实时显示。

(3) 设定电流量程

在经过外部传感器直接测量电流时设置量程，需要关闭外部传感器，以设定电流量程。

关闭外部传感器

用户首先须关闭外部传感器。用户可按下前面板上如图 3.9 所示的 ExtSensor 键关闭外

部传感器；此时 ExtSensor 键熄灭。

调节电流量程

调电流量程旋转按钮设定电流量程：

- 顺时针旋转按钮增加量程；
- 逆时针旋转按钮减小量程；
- 按下按钮则开启自动量程模式，并且 Auto 指示灯点亮。

电流测量量程显示

设置电流测量量程时，显示界面如图 4.19 所示处会显示所选输入单元当前的电流量程。



图 4.18 电流量程显示

(4) 设定其它输入单元的电流测量量程

重复以上步骤，为其它输入单元设定电流测量量程。

3. 使用外部电流传感器时的量程配置

(1) 操作简介

用户可将电压输出型电流传感器的输出信号引入输入单元进行测量。

(2) 选择输入单元

首先按下前面板的 Element 键选择须设置量程的输入单元。

(3) 打开外部电流传感器

打开输入单元的外部传感器，此时 ExtSensor 键点亮。

(4) 设定外部电流传感器量程

虽然外部电流传感器输出电压信号，仍须通过电流量程调节旋钮来设定电流量程：

- 顺时针旋转按钮增加量程；
- 逆时针旋转按钮减小量程；
- 按下按钮则开启自动量程模式，此时 Auto 指示灯点亮。

例如，使用电流 1A 换算输出 10mV 的电流传感器测量最大 100A 的电流时，产生的最大电压为 $10\text{mV/A} \times 100\text{A} = 1\text{V}$ 。因此，对电流传感器量程应设为 1V。进行电流量程设置时，显示界面上会显示当前设置的电流量程，请参考图 4.18。

(5) 选择其它输入单元

重复以上步骤，为其它输入单元设定外部电流传感器量程。

4.7.3 测量区间设定

常规测量时，测量区间决定了采样数据的获取范围。测量区间是由同步源和数据更新率

共同决定的。同步源为测量操作提供了基准信号，数据更新率决定了采样数据的更新周期。

1. 设定同步源

(1) 操作说明

本节介绍同步源的设定。

(2) 操作步骤

显示同步源菜单

按下前面板的 Sync Source 软键，显示同步源菜单如图 4.20 所示。



图 4.19 同步源菜单

选择对象单元

在图 4.19 所示菜单里选择须设定同步源的输入单元。

设定同步源

选定须配置同步源的输入单元之后，转动菜单旋钮选择同步源，如图 4.21 所示。为单个输入单元或为所有输入单元设定作为同步源的信号，可从下列选项选择：U1、I1、U2、I2、U3、I3、U4、I4、U5、I5、U6、I6、U7、I7、None（若信号当前不可用则不显示）。



图 4.20 设定同步源

注意：未插入功率分析仪的输入单元的 U、I 信号不会出现在同步源信号列表里。

如果同步源设定不当，测量值有可能不稳定或出现错误。

(3) 注意事项

默认同步源

注意，功率分析仪的默认同步源为 U1；因此，若用户没有指定同步源，并且输入单元 1 正常工作，则默认使用 U1 作为同步源。

同步源信号畸变的处理

如果同步源信号发生畸变，或者有高频噪声重叠，可能导致测量到不同于基波频率范围的信号。如果遇到这种情况，请打开频率滤波器。

同步源信号电平过低

如果同步源信号电平低于过零检测电平，将无法正确检测过零。这样有可能导致测量值不稳定，或者出现超时。

2. 设定数据更新率

用户需要根据具体测量需要设定数据更新率。加快数据更新率，可以获取电力系统较快的负载变动；减慢数据更新率，可以获取较长信号的数个周期内的采样数据。

(1) 显示 Update Rate 菜单

在前面板按下 Update Rate 按键，显示更新率配置菜单如图 4.22 所示。

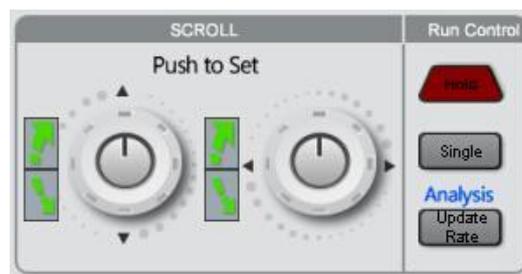


图 4.21 更新率选项按键

(2) 选择数据更新率

在图 4.23 所示菜单里选择合适的数据更新率。可选择的数据更新率包括：10ms、50ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、20s；用户也可自行定义所需的数据更新率，如图 4.23。



图 4.22 数据更新率选择

4.8 功率测量参数初始化

用户可使用功率分析仪测量有功功率、视在功率、无功功率、修正功率、功率转换效率等。在测量之前，需要初始化相关参数。

4.8.1 设定视在功率、无功功率和修正功率的运算公式

1. 功能简介

(1) 选择视在功率、无功功率的运算公式

有 3 种功率：有功功率、无功功率和视在功率，通常情况下，它们的定义公式分别如下 (U: 电压有效值、I: 电流有效值、 ϕ : 电压和电流的相位差):

- 有功功率 $P = UI \cos \phi$;
- 无功功率 $Q = UI \sin \phi$;
- 视在功率 $S = UI$ 。

三个功率之间的关系: $(\text{视在功率 } S)^2 = (\text{有功功率 } P)^2 + (\text{无功功率})^2$

上述定义式只适用于正弦波；但在测量失真波形时，根据上述公式，视在功率和无功功率的测量值会有所不同。因此，提供了 3 种运算公式用于求取视在功率和无功功率。用户可在 Type1~3 中选择视在功率和无功功率的运算公式，详见表 4.5。

表 4.5 每个测量模式下可选择的运算公式

测量模式	S、Q 的运算公式		
	TYPE1	TYPE2	TYPE3
常规测量	可选	可选	可选
谐波/IEC 谐波	固定为 TYPE3		
波形运算	可选	可选	不可选
FFT	固定为 TYPE2		
电压波动和闪烁	不支持		
周期分析	固定为 TYPE2		

Type 1

Type1 运算公式:

- 三相 4 线制的有功功率 $P_{\Sigma} = P1 + P2 + P3$;
- 三相 4 线制的视在功率 $S_{\Sigma} = S1 + S2 + S3 (= U1 \times I1 + U2 \times I2 + U3 \times I3)$;
- 三相 4 线制的无功功率 $Q_{\Sigma} = Q1 + Q2 + Q3$
 $(= \sqrt{(U1 \times I1)^2 - P1^2} + \sqrt{(U2 \times I2)^2 - P2^2} + \sqrt{(U3 \times I3)^2 - P3^2})$
 当电流相位超前电压时，Q1、Q2、Q3 的符号为负 (-)，反之为 (+)。

Type 2

Type2 运算公式:

- 三相 4 线制的有功功率 $P_{\Sigma} = P1 + P2 + P3$;
- 三相 4 线制的视在功率 $S_{\Sigma} = S1 + S2 + S3 (= U1 \times I1 + U2 \times I2 + U3 \times I3)$;
- 三相 4 线制的无功功率 $Q_{\Sigma} = \sqrt{S_{\Sigma}^2 - P_{\Sigma}^2}$

Type 3

Type3 运算公式:

- 三相 4 线制的有功功率 $P\Sigma = P1 + P2 + P3$;
- 三相 4 线制的视在功率 $S\Sigma = \sqrt{P\Sigma^2 + Q\Sigma^2}$;
- 三相 4 线制的无功功率 $Q\Sigma = Q1 + Q2 + Q3$ 。

(2) 设定修正功率

修正功率(Pc)是常规测量模式下的一个测量功能。当连接到变压器的负载非常小时，需要补偿被测变压器的有功功率。在这种情况下，须设定补偿公式和系数。

设定修正功率须选择标准和系数。可从以下标准中选择：IEC76-1(1976)、IEEE C57.12.90-1993、IEC76-1(1993)。系数 P1 和 P2 可在 0.0001~9.9999 范围内设定。

2. 操作步骤

(1) 显示公式对话框

按下前面板按键区的 Measure 按键，显示测量菜单；然后按下测量菜单里的公式按键，弹出公式对话框。

(2) 设定视在功率和无功功率的运算公式

在弹出的公式对话框中选择 S、Q 的运算公式，如图 4.24 所示。

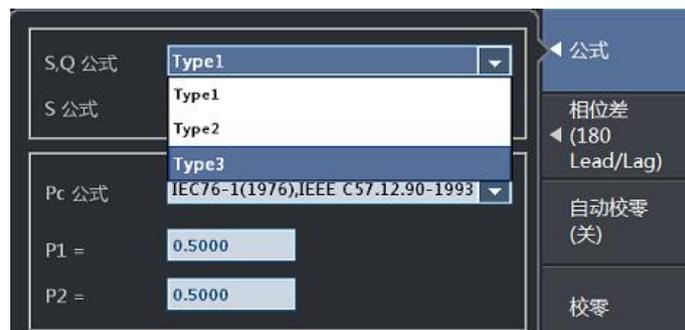


图 4.23 S、Q 的运算公式

(3) 设定 S 的运算公式

视在功率 $S=U \times I$ ，用户可指定 U、I 的测量类型，可以在真有效值 RMS、校准到真有效值的整流平均值 MEAN、整流平均值 RMEAN、简单平均值 DC 中选择，如图 4.25 所示。

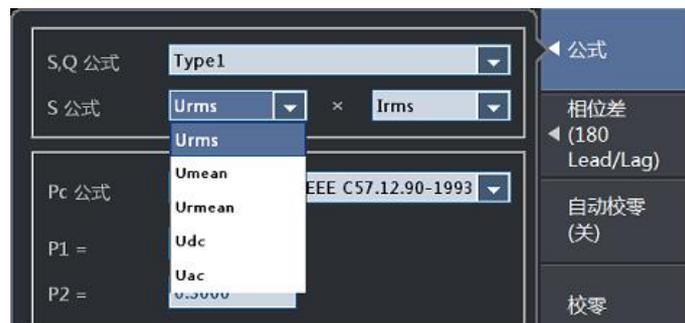


图 4.24 S 运算公式设定

(4) 设定修正功率

设定 Pc 公式

调节菜单操作旋钮，在图 4.26 所示对话框里，将光标移动到 Pc 公式；然后，按下菜单操作旋钮，显示 Pc 公式的选择框，用户可选择“IEC76-1(1976),IEEE C57.12.90-1993”或“IEC76-1(1993)”，如图 4.26 所示。

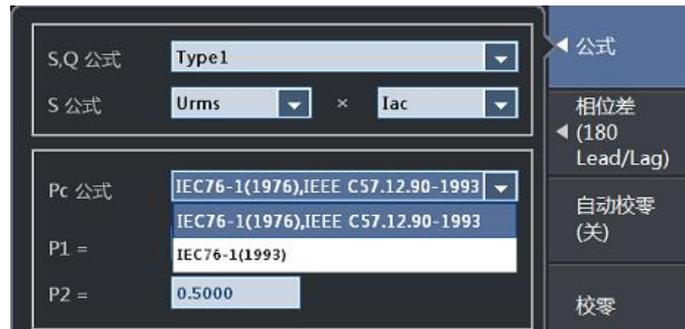


图 4.25 选择 Pc 公式

设定系数

当公式的适用标准是“IEC76-1(1976),IEEE C57.12.90-1993”时，用户可通过菜单操作旋转按钮设定系数 P1 和 P2，如图 4.27 所示。

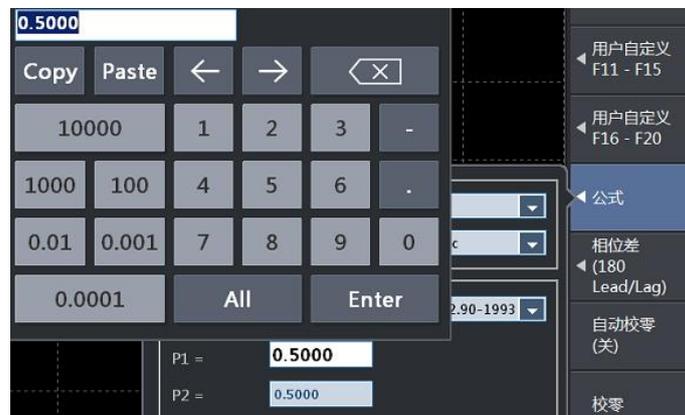


图 4.26 设定系数

3. 注意事项

视在功率和无功功率的公式设定受测量模式的限制。例如，如果在常规测量模式下将公式设为 Type1，然后切换到 FFT 模式，那么公式会自动切换到 Type2。如果再切换回常规测量模式，公式也会自动切回 Type1。

4.8.2 设定效率公式

1. 功能简介

用户可以将各输入单元、接线组的功率及电机输出功率作为效率公式的运算项，创建 6 个效率公式($\eta_1 \sim \eta_6$)，用于求出被测设备的功率转换效率。

功率转换效率 = 输出功率 / 输入功率 \times 100%

η 的计算公式可由用户根据具体情况设定。例如，设备的输入功率是 $P_{\Sigma A}$ ，输出功率是 $P_{\Sigma B}$ ，将 η 公式设为 $\eta = P_{\Sigma B} / P_{\Sigma A}$ 便可计算出该设备的功率转换效率；而在安装电机输入单元的仪器上，可将公式设为 $\eta = P_m / P_{\Sigma A}$ 或 $P_m / P_{\Sigma B}$ ，即可计算出电机的功率转换效率。

2. 操作步骤

(1) 显示接线菜单

按下前面板的 Wiring 键，显示 Wiring 菜单。

(2) 设定效率公式

如图 4.28 所示，在弹出的接线菜单里按 η 公式软键，弹出 η 公式对话框。

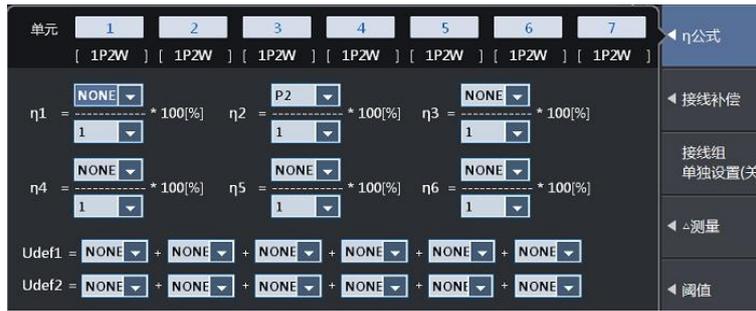


图 4.27 η公式配置对话框

(3) 配置η公式的分子/分母

调节菜单操作旋转按钮，从η1~η6 中选择要设定效率公式的分子或分母。如图 4.29 所示，用户可配置η1 的分子为 P1~P6、PΣA、PΣB、PΣC、Udef1、Udef2。



图 4.28 效率公式分子/分母配置

(4) 配置 Udef1 或 Udef2

如果需要把多个运算项相加的和作为效率公式的分子或分母，则可选择 Udef1 或 Udef2 作为分子或分母，并且对 Udef1 或 Udef2 进行配置。如图 4.30 所示，可以看到 Udef1 可设置为各个功率的和。

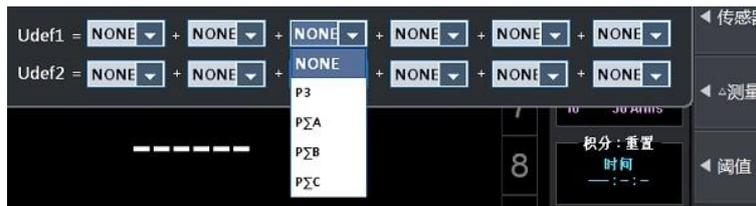


图 4.29 效率运算参数设定

3. 注意事项

在 IEC 谐波测量模式、电压波动和闪烁测量模式、周期分析模式，不能执行效率运算。注意要确保所有用于效率运算的功率单位的一致性。

4. 补充阅读

效率公式的几个示例如下所述。

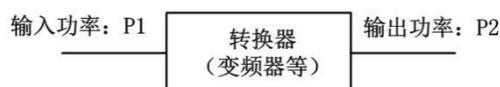


图 4.30 功率公式

表 4.6 常见接线方式效率示例

接线方式	输入	输出	效率公式
单相 2 线制输入/单相 2 线输出设备的效率	单元 1 的功率(P1)	单元 2 的功率(P2)	$P2/P1$
单相 2 线制输入/三相 3 线制输出设备的效率	单元 1 的功率(P1)	单元 2、3 的 Σ 功率($P_{\Sigma A}$)	$P_{\Sigma A}/P1$
三相 3 线制输入/三相 3 线制输出设备的效率	单元 1、2 的 Σ 功率($P_{\Sigma A}$)	单元 3、4 的 Σ 功率($P_{\Sigma B}$)	$P_{\Sigma B}/P_{\Sigma A}$
单相 2 线制输入电机的效率	单元 1 的功率(P1)	电机输出(Pm)	$Pm/P1$
三相 3 线制输入电机的效率	单元 1、2 的 Σ 功率($P_{\Sigma A}$)	电机输出(Pm)	$Pm/P_{\Sigma A}$
三相 4 线制输入电机的效率	单元 1、2、3 的 Σ 功率($P_{\Sigma A}$)	电机输出(Pm)	$Pm/P_{\Sigma A}$

4.9 平均功能

4.9.1 功能简介

当电源或负载变动较大或输入信号频率较低时数值显示不稳定、读取困难；此时可开启平均处理功能，求取和显示多次测量的平均值。因此，输入信号如果发生急剧变化，测量值对变化的响应会变慢。功率分析仪支持指数平均和移动平均两种类型。

1. 常规测量时的平均功能配置

(1) 指数平均

用户可设定衰减常数对电压或电流有效值、有功功率的瞬时值（采样数据）进行指数平均，去除被测量的高频成分。衰减常数越大，噪声去除效果越好；但测量延迟也会相应变长。

(2) 衰减常数或平均个数

用户使用平均功能需要配置相关参数。平均类型若是 Exp(指数平均)，则设定衰减常数；若是 Lin(移动平均)，则设定平均个数。无论是指数平均的衰减常数，抑或移动平均的平均个数，设置值越大测量值越稳定，对输入变化的响应速度也越慢。

(3) 执行平均处理的测量功能

可执行平均处理的测量功能包括：U、I、P、S、Q 和 Torque、speed、Pm。

λ 、 φ 、Cfu、Cfl、Pc、 $\eta_1 \sim \eta_6$ 是从经过平均处理的 P、Q 运算而得，滑差是由经过平均处理的转速值运算而得；所以这些功能都受平均处理的影响。

2. 谐波测量时的平均处理功能配置

执行平均处理的测量功能

下列测量功能直接被平均处理：

- U(k)、I(k)、P(k)、S(k)、Q(k)。k 是谐波次数；
- Z、Rs、Xs、Rp、Xp、Uhdf、Ihdf、Phdf、Uthd、Ithd、Pthd、Uthf、Ithf、Utif、Itif、hvf、hcf。

$\lambda(k)$ 、 $\varphi(k)$ 是经过平均的 P(k)、Q(k) 运算而得；所以也受平均处理影响。

3. 不支持平均处理的测量功能

不支持平均处理的测量功能如下所述：

- 电压波动和闪烁测量模式、周期分析模式；
 - 常规测量模式下的测量功能 q 、 $q+$ 、 $q-$ 、 WS 、 WQ 、 fU 、 fI 、 $U+pk$ 、 $U-pk$ 、 $I+pk$ 、 $I-pk$ 、 $Time$ 、 WP 、 $WP+$ 、 $WP-$ 、 $SyncSp$ ；
 - 谐波测量的测量功能 $\phi U(k)$ 、 $\phi I(k)$ 、 ϕU_i-U_j 、 ϕU_i-U_k 、 ϕU_i-I_i 、 ϕU_i-I_j 、 ϕU_i-I_k 。
- 上述测量功能符号的含义请参考附录。

4.9.2 操作步骤

1. 显示平均处理菜单

在前面板上按下 Measure 键，显示测量菜单；在测量菜单按下“平均设置”软键，显示对话框如图 4.32 所示。



图 4.31 平均设置菜单

2. 配置平均处理参数

在如图 4.31 所示的菜单里，调整菜单操作旋转按钮，依次执行以下配置：

- ① 开启平均处理功能。
- ① 选择平均类型。
- ② 平均类型若是 Exp(指数平均)，设定衰减常数；若是 Lin(移动平均)，设定平均次数。

4.10 同步测量

PA 功率分析仪支持同步测量功能。可选择单机、主机、从机模式，单独一台仪器，选择单机模式，2 台仪器相连时可执行主/从机同步测量，同步测量菜单图 4.33，此外支持一主多从的环型结构，从机数量理论上仅受限于主机和从机距离。

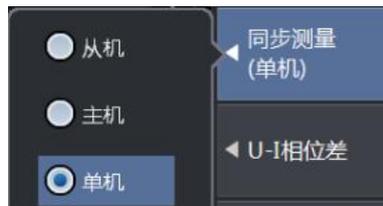


图 4.32 同步测量设置菜单

1) 两台仪器级联

只能将一台设置为主机，一台设置为从机，需 2 根 BNC 同轴线缆，其中一根 BNC 同轴线连接主机外部触发输出和从机的外部触发输入，另外一根 BNC 同轴线缆连接主机外部触发输入和从机的外部触发输出接口，如图 4.34 所示。

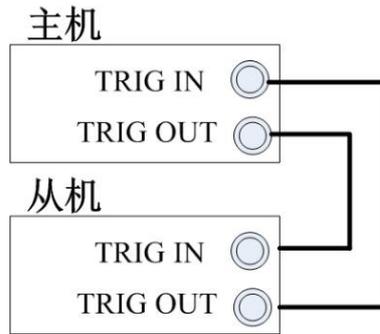


图 4.33 两台机器级联示意图

2) 多台仪器级联

多台机器级联时，其中 1 台仪器设置成主机，其余设置成从机，若 N 台机器级联，需 N-1 根 BNC 同轴线缆，第一根 BNC 线连接主机外部触发输出和第一台从机的外部触发输入，第二根 BNC 线连接第一台从机的外部触发输出和第二台从机的外部触发输入，依次类推，第 N-1 根 BNC 线缆连接第 N 台仪器（即 N-1 台从机）的外部触发输出接口和主机的外部触发输入接口，如图 4.35 所示。

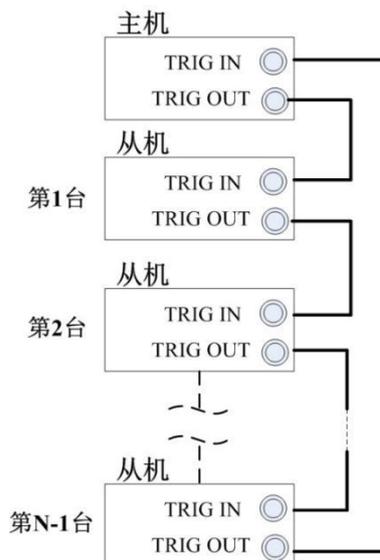


图 4.34 多台仪器级联示意图

主机输出测量开始信号，从机接收信号，实现 2 台或多台仪器同步测量。

- 1) 主机开始测量的同时，从机也开始测量。
- 2) 主机停止测量的同时，从机也停止测量。

4.11 U-I 相位差

在外接传感器/互感器时，传感器/互感器会引入延时误差，功率分析仪可实现设置 U-I 相位差补偿相位延时，减少相位角测量误差，从而提高测量准确度。可设置范围 -50000.00ns~50000.00ns，最小分辨率 0.01ns。具体设置值需参考传感器/互感器规格参数。



图 4.35 U-I 夹角相位差设置

4.12 用户自定义功能

4.12.1 功能简介

用户可自定义运算公式，求取测量功能以外的物理量。运算公式由运算项、运算符组成。

1. 运算项

运算项由测量功能符号、输入单元编号、谐波编号组成。运算公式内运算项的个数不限，运算项和测量项目的对应关系见表 4.7。

表 4.7 运算项列表

测量项目	运算项符号	测量项目	运算项符号
Urms<x> ^[1]	Urms<x> / URMS<x>	Slip	Slip / SLIP
Umn<x>	Umn<x> / UMN<x>	η <x>	ETA<X>
Udc<x>	Udc<x> / UDC<x>	Udef<x>	Udef<x> / UDEF<x>
Urmn<x>	Urmn<x> / URMN<x>	F<x>	F<x>
Irms<x>	Irms<x> / IRMS<x>	Uthd<x>	Uthd<x> / UTHD<x>
Imn<x>	Imn<x> / IMN<x>	Ithd<x>	Ithd<x> / ITHD<x>
Idc<x>	Idc<x> / IDC<x>	Pthd<x>	Pthd<x> / PTHD<x>
Irmn<x>	Irmn<x> / IRMN<x>	Uhdf<x>	Uhdf<x> / UHDF<x>
fU<x>	fU<x> / FU<x>	Ihdf<x>	Ihdf<x> / IHDF<x>
fI<x>	fI<x> / FI<x>	Utif<x>	Utif<x> / UTIF<x>
U+peak<x>	UPPK<x>	Itif<x>	Itif<x> / ITIF<x>
I+peak<x>	IPPK<x>	hcf<x>	hcf<x> / HCF<x>
U-peak<x>	UMPK<x>	hvf<x>	hvc<x> / HVF<x>
I-peak<x>	IMPK<x>	U<x>(n)	U<x>(n) ^[1]
CfU<x>	CfU<x> / CFU<x>	I<x>(n)	I<x>(n)

续上表

测量项目	运算项符号	测量项目	运算项符号
Cfl<x>	Cfl<x> / CFI<x>	P<x>(n)	P<x>(n)
P<x>	P<x>	S<x>(n)	S<x>(n)
Pc<x>	Pc<x> / PC<x>	Q<x>(n)	Q<x>(n)
S<x>	S<x>	λ <x>(n)	LAMBDA<x>(n)
Q<x>	Q<x>	ϕ <x>(n)	PHI<x>(n)
λ <x>	LAMBDA<x>	ϕ U<x>(n)	UPHI<x>(n)
ϕ <x>	PHI<x>	ϕ I<x>(n)	IPHI<x>(n)
WP<x>	WP<x>	Z<x>(n)	Z<x>(n)
WP+<x>	WPP<x>	RS<x>(n)	RS<x>(n)
WP-<x>	WPM<x>	XS<x>(n)	XS<x>(n)
WS<x>	WS<x>	RP<x>(n)	RP<x>(n)
WQ<x>	WQ<x>	XP<x>(n)	XP<x>(n)
q<x>	q<x> / AH<x>	UhdF<x>(n)	UHDF<x>(n)
q+<x>	qP<x> / AHP<x>	IhdF<x>(n)	IHDF<x>(n)
q-<x>	qM<x> / AHM<x>	PhdF<x>(n)	PHDF<x>(n)
Pdc<x>	PDC<x>	Speed	Speed / SPEED
Pdc+<x>	PDCP<x>	Torque	Torque / TORQUE
Pdc-<x>	PDCM<x>	Theta	Theta / THETA
SyncSp	SyncSp / SYNC	Pm	PM
Torque	Torque / TORQUE	Speed	Speed / SPEED
自定义运算公式	F1~F20[2]	Slip	Slip / SLIP
Σ A	SA	η <x>	ETA<X>
Σ B	SB	Udef<x>	Udef<x> / UDEF<x>
Σ C	SC	F<x>	F<x>
Δ F1<mode><group>	DELTA F1<mode><group>	Δ F2<mode><group>	DELTA F2<mode><group>
Δ F3<mode><group>	DELTA F3<mode><group>	Δ F4<mode><group>	DELTA F4<mode><group>
Δ P1<group>	DELTA P1<group>	Δ P2<group>	DELTA P2<group>
Δ P3<group>	DELTA P3<group>		

[1] 运算项符号中的“x”表示输入单元编号，但不包括接线组；“n”表示谐波次数，当n=1时即表示基波。“()”是运算项符号的一部分，在书写运算公式时不可省略；“<>”用于在表 4.7 中标记输入通道号 x，在书写运算公式时不能写出。

[2] 在使用 F1~F20 中的某一个自定义运算公式 Fm 来定义 Fn 时，n 必须>m。例如，定义 F1 = F2 + F3 则定义无效；定义 F3 = F2 + F1 则有效。

2. 运算符

有 11 种运算符：+、-、*、/、ABS(绝对值)、SQR(平方)、SQRT(平方根)、LOG(自然对数)、LOG10(常用对数)、EXP(指数)和 NEG(负数)，详见表 4.8。

3. 示例

求输入单元 2 电压信号的谐波成分的有效值：

$$\sqrt{\text{所有电压的有效值}^2 - \text{基波电压信号的有效值}^2}$$

用户可自定义运算公式：SQRT(SQR(Urms2) - SQR(Urms2(1)))来完成计算。

表 4.8 运算符

运算符	说明
+、-、*、/	四则运算
ABS	绝对值
SQR	平方
SQRT	平方根
LOG	自然对数
LOG10	常用对数
NEG	负数
EXP	指数

4.12.2 操作步骤

1. 显示用户自定义菜单

在前面板按下 Measure 键，显示用户自定义菜单如图 4.37 所示。



图 4.36 用户自定义菜单

2. 打开/关闭用户自定义功能配置对话框

在如图 4.36 所示用户自定义菜单里，用户可自定义 F1~F20 的自定义功能，显示用户自定义功能配置对话框如图 4.38 所示。



图 4.37 用户自定义功能配置对话框

3. 编辑用户自定义功能

编辑表达式

用户可定义自定义测量功能的表达式。选择要编辑的测量项，选择“开”，然后将光标定位到表达式处，弹出编辑菜单，如图 4.39 所示。

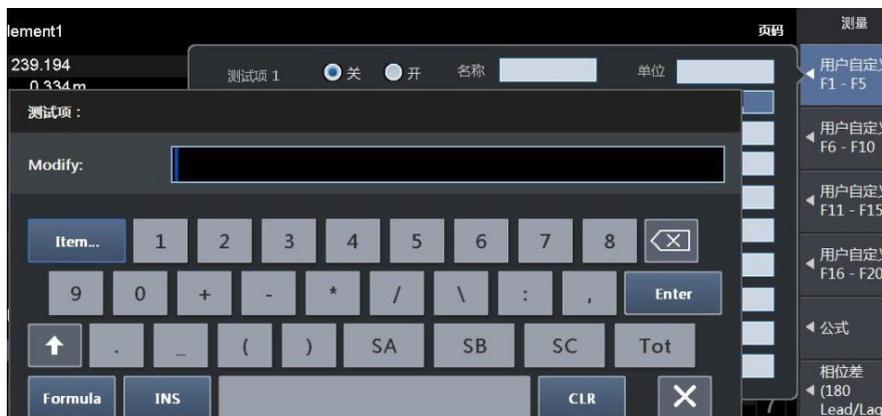


图 4.38 用户自定义功能表达式编辑菜单

自定义测量功能名称定义

用户可为自定义测量功能取名。名称长度为 9 个字符，格式不限。将光标定位到名称处，弹出名称编辑对话框如图 4.40 所示。

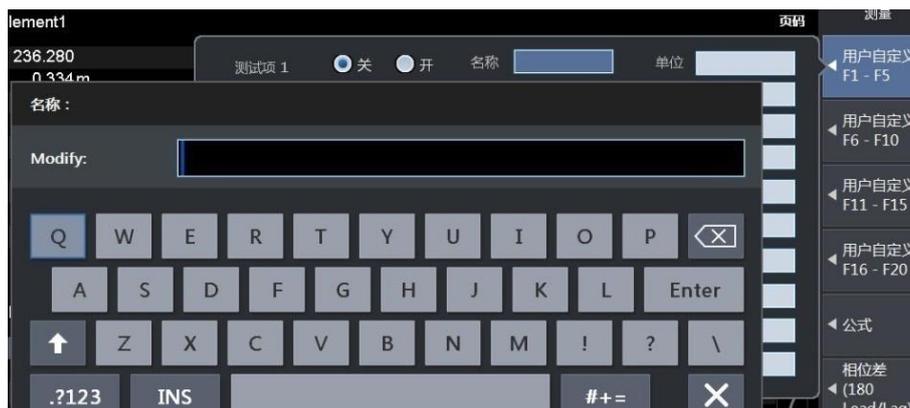


图 4.39 测量功能名称编辑

测量功能单位自定义

用户可自定义测量功能的单位。单位长度为 9 个字符，格式不限。将光标定位到单位处，弹出单位编辑对话框如图 4.39 所示。

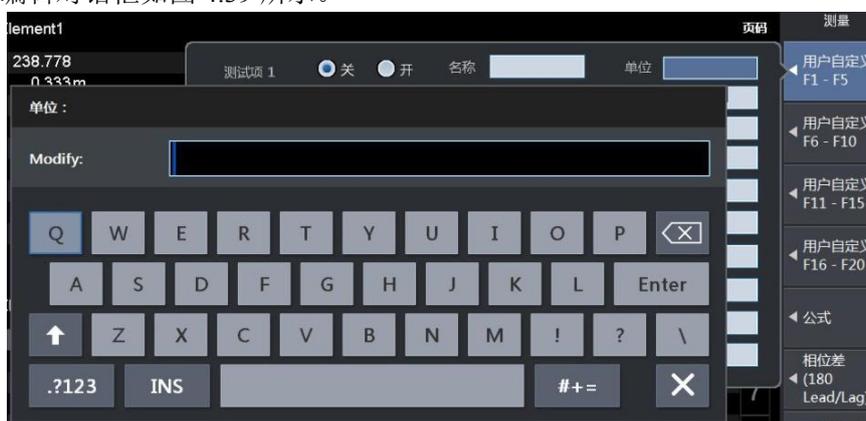


图 4.40 测量功能单位编辑

4.13 配置向导

功率分析仪为用户提供了配置向导功能,帮助用户在开始测量前完成对仪器的基础配置。按下前面板的 Setting 键,进入配置向导菜单,如图 4.42 所示。按下表 4.9 中的“下一步”软键,可跳转到下一个设置步骤;按下“完成”软键则令设置生效并退出配置向导。

配置向导依次完成接线设置、测量设置、谐波设置、电机配置,如表 4.9 所示测量设置界面里,用户可以很直观地在图中设置测量的各个参数。



图 4.41 配置向导

表 4.8 配置向导操作界面

编号	图片	显示界面
①		接线设置
②		测量设置
③		更新率设置
④		谐波设置

续上表

编号	图片	显示界面
⑤		<p>电机设置 备注：电机版功率分析仪，配置向导才可见电机配置。</p>

4.14 精确测量

为实现精确测量，请注意以下事项：

- 请在环境温度: 23±5°C 环境湿度: 30~75%RH (无结露)的条件下使用仪器；
- 在 5~18°C 或 28~40°C 的环境温度下使用时，测量结果需加上温度系数；
- 在环境湿度为 30%或以下的场所使用时，须使用防静电垫防止静电；
- 将仪器从温度较低的场所移到较高场所或因温度骤变仪器出现结露现象时，需让仪器适应变化后的环境温度 1 小时以上，恢复到无结露状态后方可使用；
- 考虑杂散电容和测量电压电流大小的因素；
- 预热和校零，开机或环境温度温度后预热至少 30 分钟后，测量前执行校零。

杂散电容的影响

当测量单相设备时，将仪器的电流输入端子连接到接近电源(Source)接地电位的一端，可以降低杂散电容对测量精度的影响，详见图 4.43。

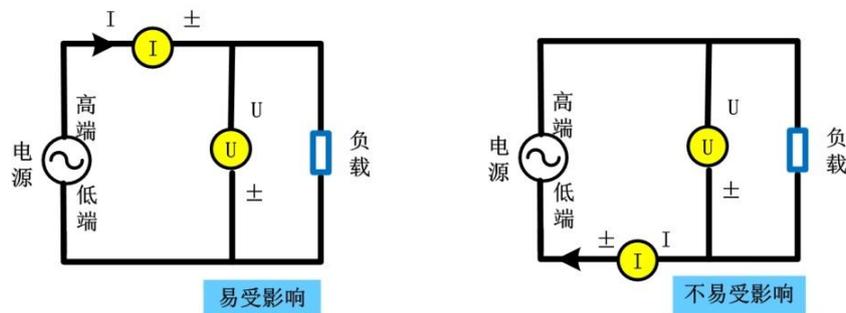


图 4.42 降低杂散电容对测量精度的影响

测量电压和电流的大小对测量的影响

根据测量电压和电流的大小，须注意输入端子的位置，详见图 4.44。

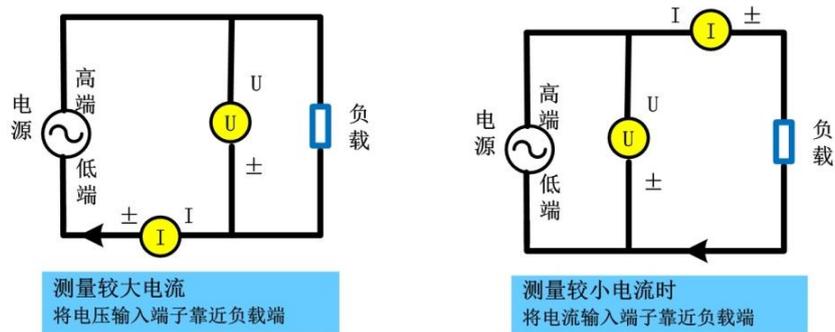


图 4.43 测量电压和电流的大小对测量的影响

4.15 补充阅读

4.15.1 PT 和 CT

CT，电流互感器，英文拼写 Current Transformer，是将一次侧的大电流，按比例变为适合仪表使用电流的变换设备。它的工作原理和变压器相似。

PT，电压互感器，英文拼写 potential Transformer，是将一次侧的高电压按比例变为适合仪表使用电压的变换设备。

4.15.2 电流传感器的种类

常用电流传感器的类型与其说明参见表 4.10。

表 4.9 电流传感器介绍

类型	说明
分流式电流传感器	分流式电流传感器又叫分流器，是将阻抗很小的精密电阻串接在待测电流信号回路中；当电阻上有待测电流信号通过，则可测量电阻两端的电压，根据欧姆定律计算出待测电流大小
电流互感器 (Current transformer 简称 CT)	电流互感器的作用是把数值较大的一次电流通过一定的比例转换为数值较小的二次电流，用来进行测量
钳式电流传感器	常用于现场测试，不用拆开被测线路，使用方便。它可将电流变换为固定函数关系的磁场信号，再将磁场信号变换为成函数关系的电压或电流信号；从而测出被测电流

4.15.3 接线方式

1. 单相 2 线制 (1) 单相 2 线制接线示例

测量仪表接线

单相 2 线制下根据电路的不同，测量仪表接线方法也不同，详见图 4.45。

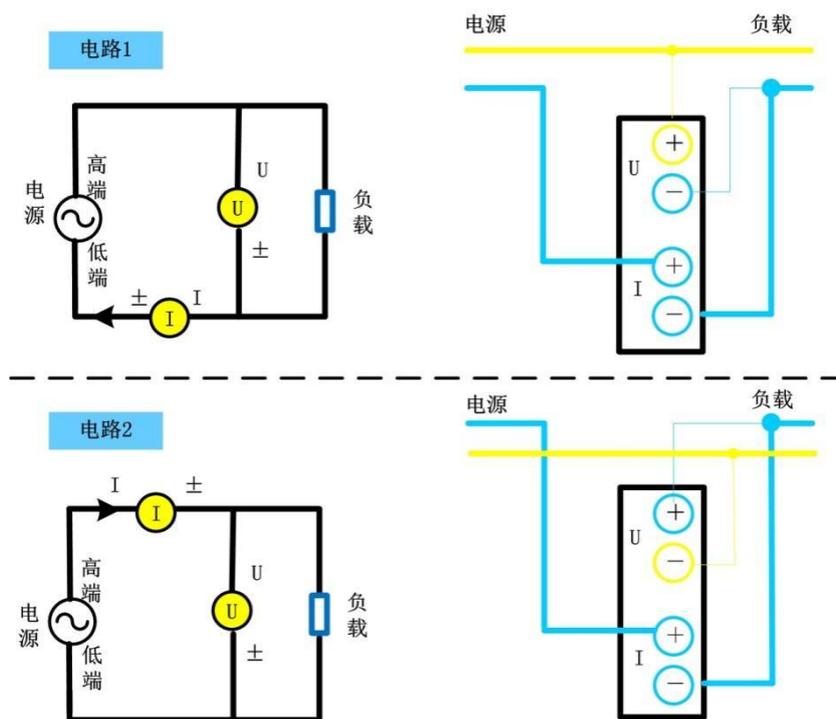


图 4.44 单相 2 线制(1P2W)，测量仪表的接线

使用 PT 和 CT 时的接线

使用 PT 和 CT 进行测量时的接线示例如图 4.46 所示。

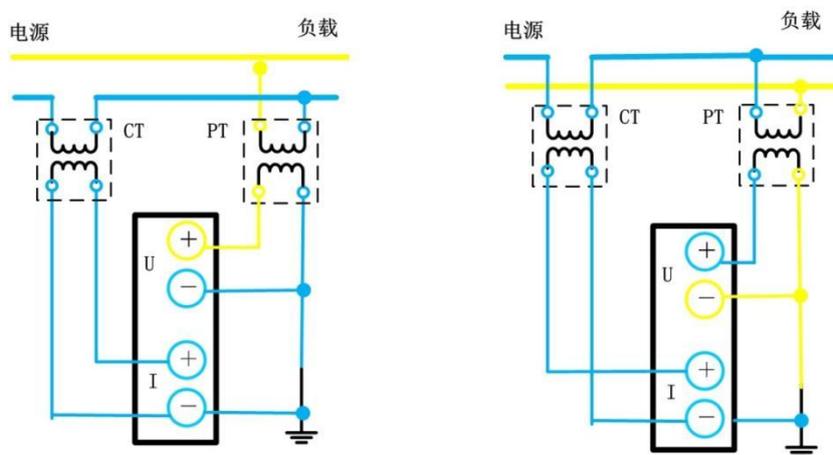


图 4.45 单相 2 线制(1P2W)，使用 PT/CT 时的接线举例

接线实例

功率分析仪单相 2 线制下的接线实例如图 4.47 所示。

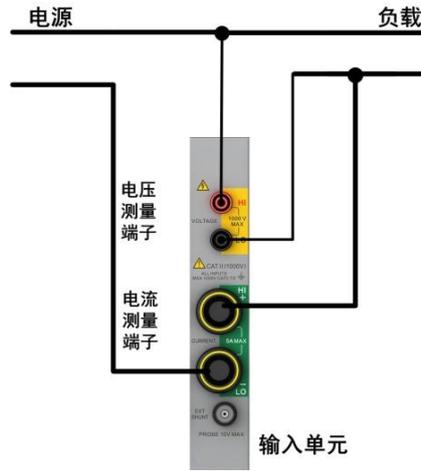


图 4.46 1P2W 下功率分析仪接线实例

(2) 单相 3 线制

测量仪表接线

单相 3 线制下测量仪表接线方法见图 4.48。

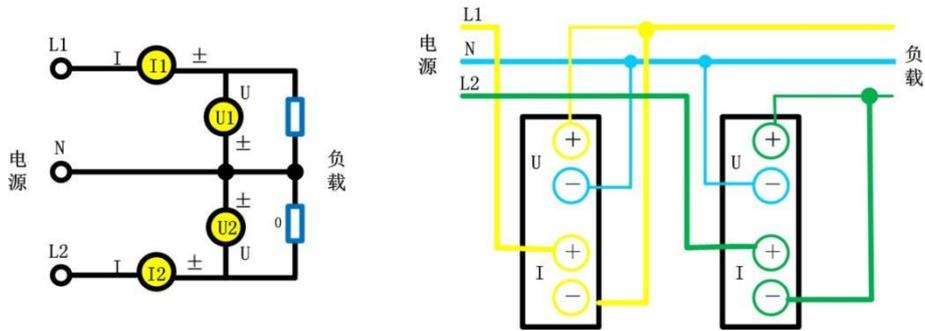


图 4.47 单相 3 线制(1P3W)，测量仪表的接线

使用 PT/CT 时的接线

使用 PT 和 CT 进行测量时的接线示例如图 4.49 所示。

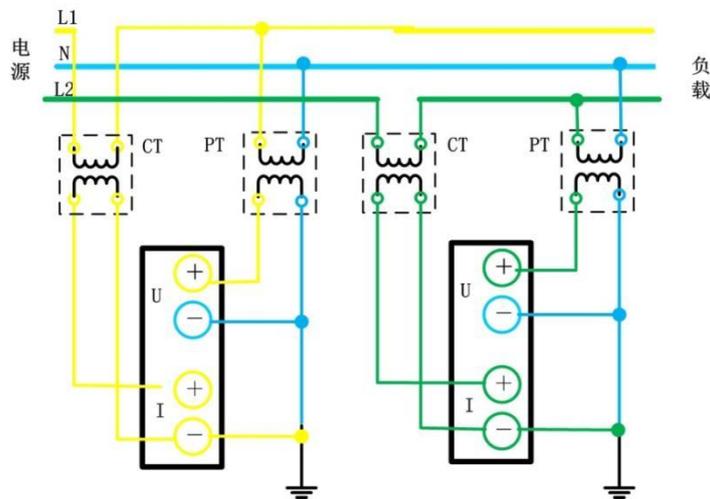


图 4.48 单相 3 线制(1P3W)、使用 PT/CT 时的接线举例

接线实例

功率分析仪单相 3 线制下的接线实例如图 4.50 所示。

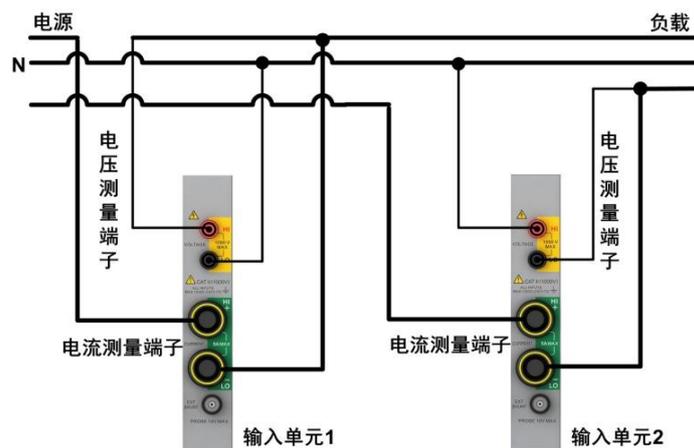


图 4.49 1P3W 下功率分析仪接线实例

2. 三相 3 线制

电力系统高压架空线路一般采用三相三线制，三条线路分别代表三相，例如我们在野外看到的输电线路，一般有三根线（即三相）而没有中性线，故称三相 3 线制。

(1) 三相 3 线制

测量仪表接线

三相 3 线制下测量仪表接线方法见图 4.51。

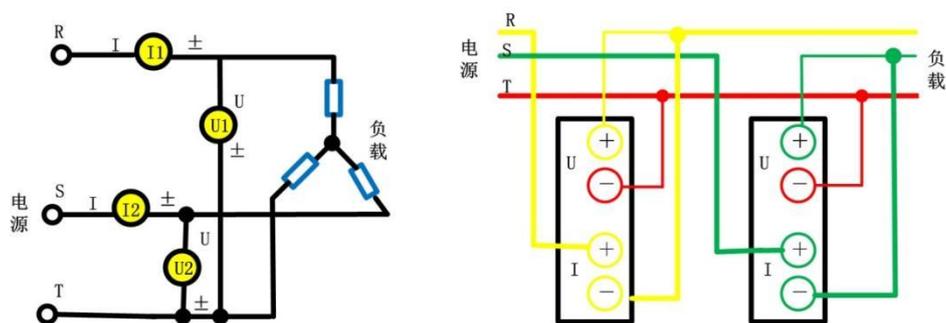


图 4.50 三相 3 线制、测量仪表的接线

使用 PT/CT 时的接线

三相 3 线制下，使用 PT/CT 时的接线如图 4.52 所示，此时使用两个输入单元分别连接到两根相线，分别测量相线的电压和电流。

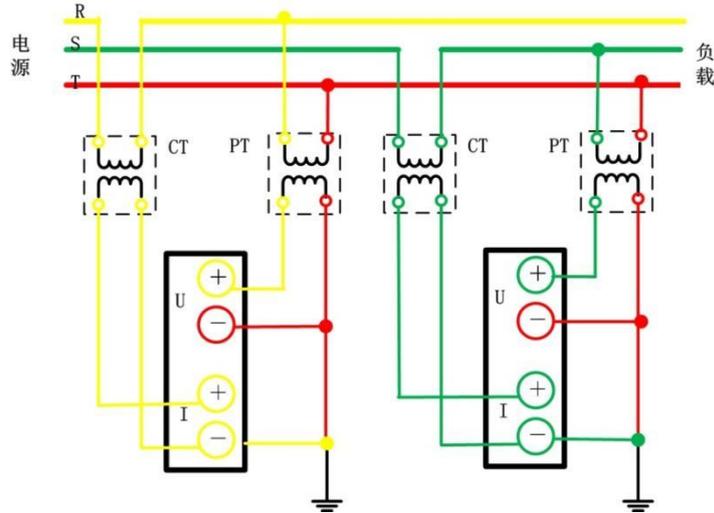


图 4.51 三相 3 线制(3P3W)、使用 PT/CT 时的接线举例

接线实例

功率分析仪三相 3 线制下的接线实例如图 4.53 所示。

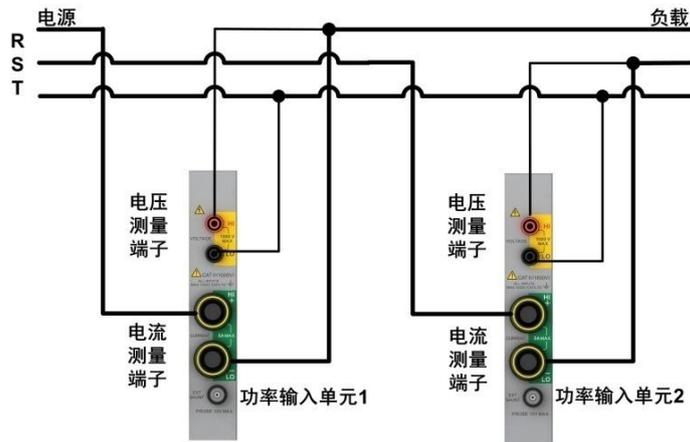


图 4.52 3P3W 下功率分析仪接线示例

(2) 三相 3 线制 (3 电压 3 电流表法)

除此之外，还有一种三相三线制 (3 电压 3 电流表法) 的接线方法，这种方法是指用 3 个输入单元分别连接到三根相线上，每个输入单元分别测量一根相线的电压与电流。

测量仪表接线

三相 3 线制 (3 电压 3 电流表法) 下，测量仪表接线的方法如图 4.54 所示。

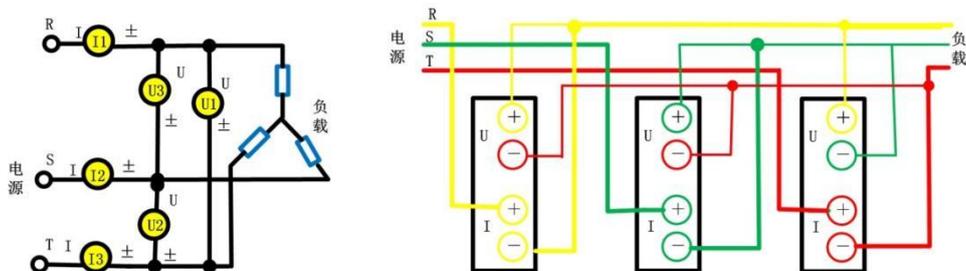


图 4.53 三相 3 线制 (3 电压 3 电流表法)，测量仪表接线

使用 PT/CT 时的接线

三相 3 线制（3 电压 3 电流表法）下，使用 PT/CT 时的接线如图 4.51 所示。

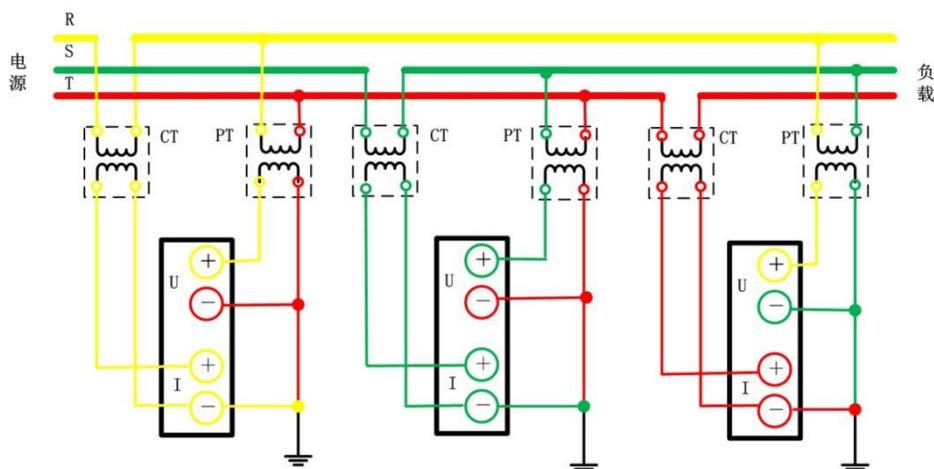


图 4.54 三相 3 线制（3 电压 3 电流表法），使用 PT/CT 的接线

接线实例

功率分析仪三相 3 线制（3 电压 3 电流表法）下的接线实例如图 4.56 所示。

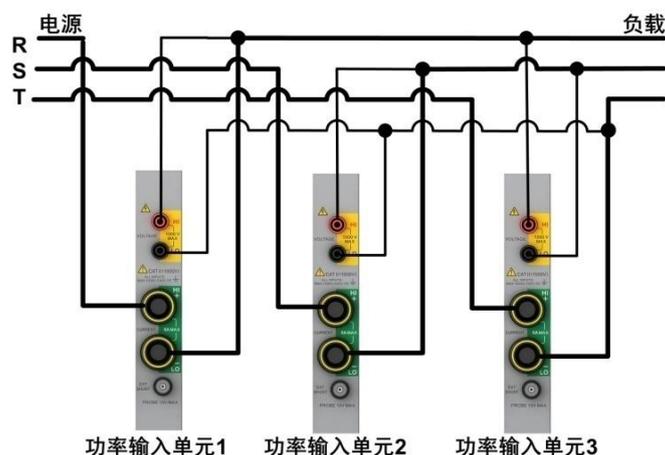


图 4.55 3P3W（3 电压 3 电流表法）下功率分析仪接线示例

3. 三相 4 线制

在低压配电网中，输电线路一般采用三相 4 线制，其中三条线路是相线，另一条是中性线 N（如果该回路电源侧的中性点接地，则中性线也称为零线）。

测量仪表接线

三相 4 线制下，测量仪表接线的方法如图 4.57 所示。

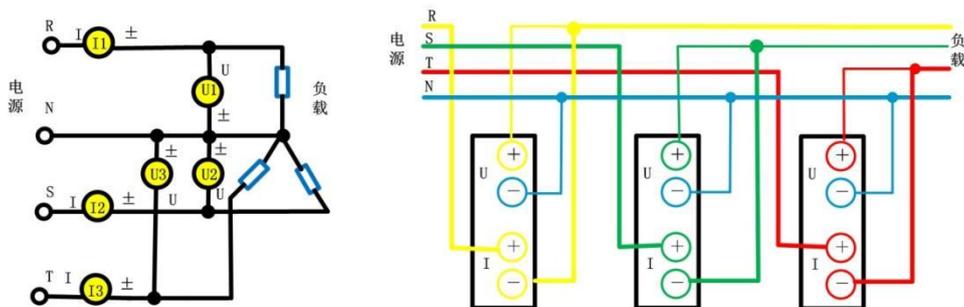


图 4.56 三相 4 线制下的测量仪表接线

使用 PT/CT 时的接线

三相 4 线制下，使用 PT/CT 时的接线方法如图 4.58 所示。

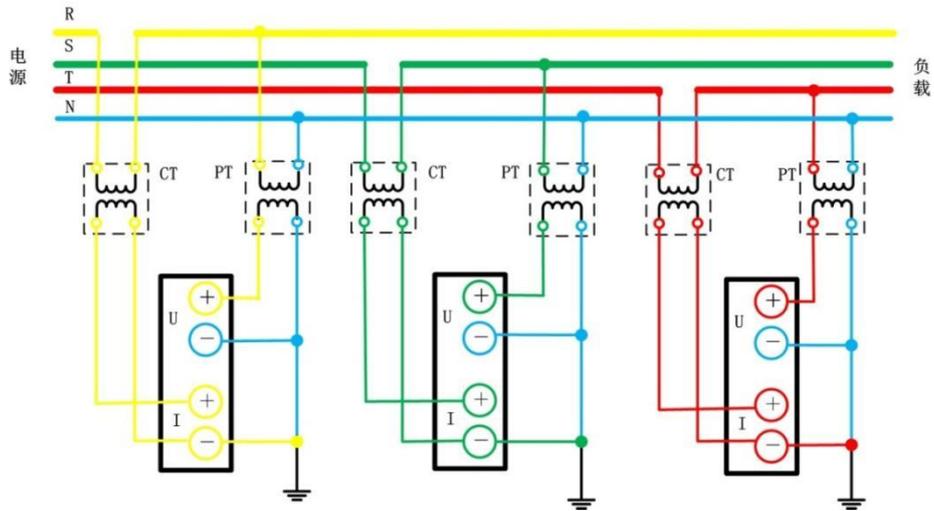


图 4.57 三相 4 线制(3P4W)、使用 PT/CT 时的接线举例

接线实例

功率分析仪三相 4 线制下的接线实例如图 4.59 所示。

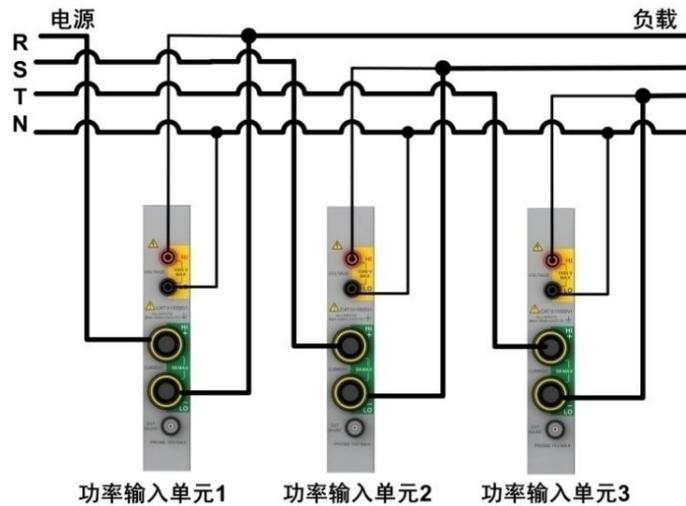


图 4.58 三相 4 线制接线实例

4.15.4 连接测量配件

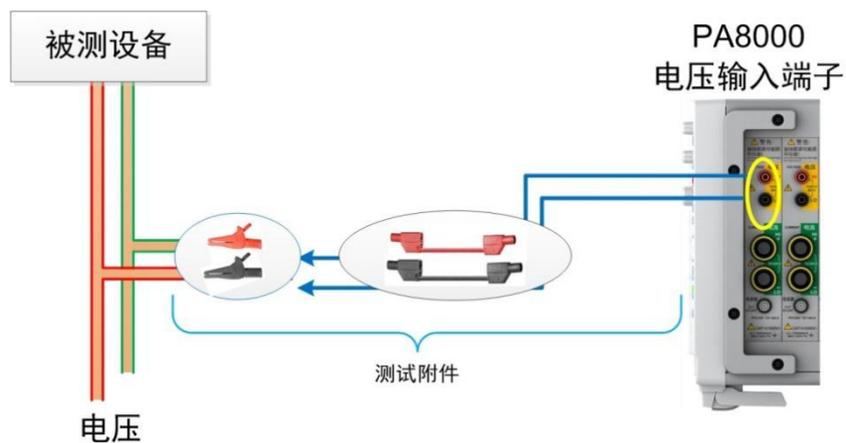


图 4.59 使用电压输入端子直接测量电压

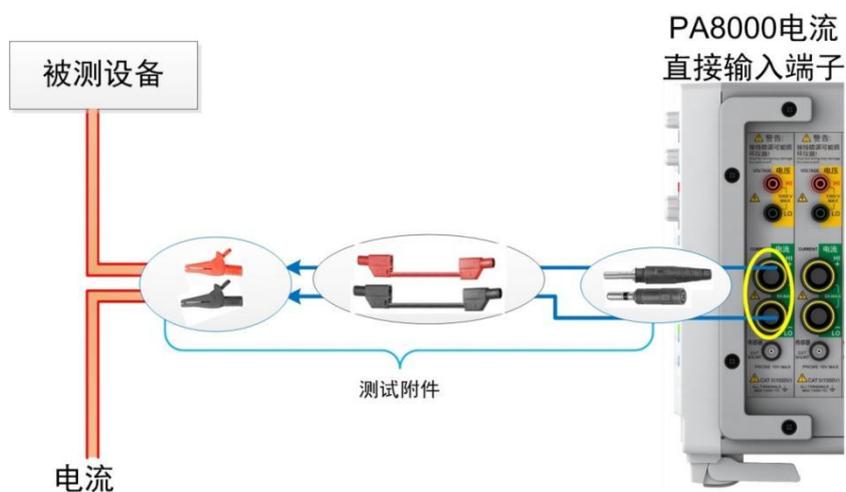


图 4.60 使用电流输入端子直接测量电流

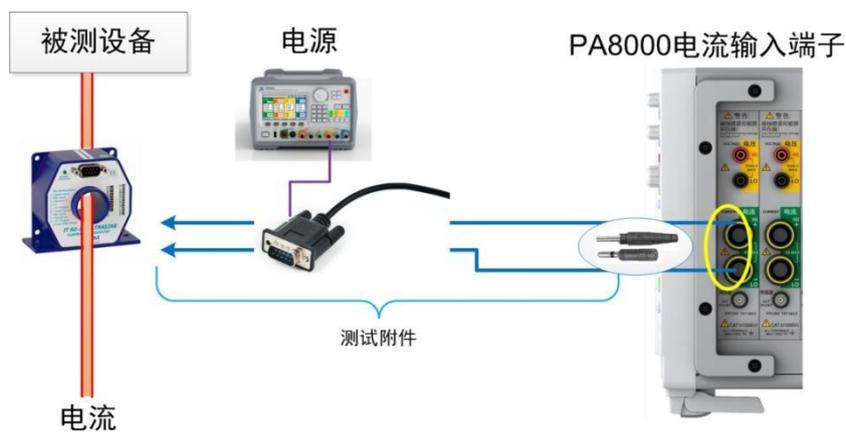


图 4.61 使用电流传感器 (CT) 和电流输入端子测量电流

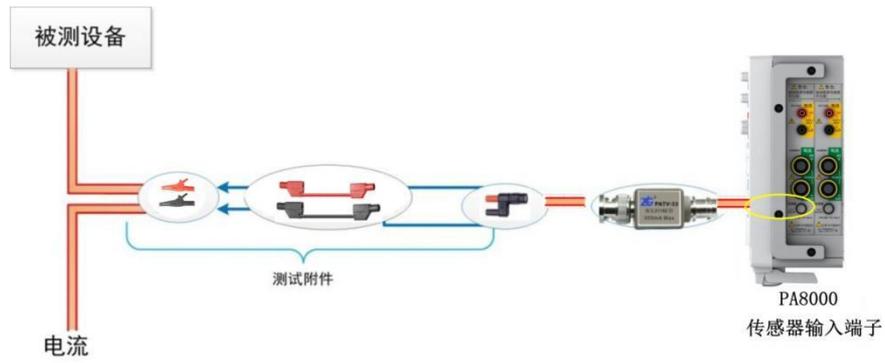


图 4.62 使用分流型传感器输入端子测量电流

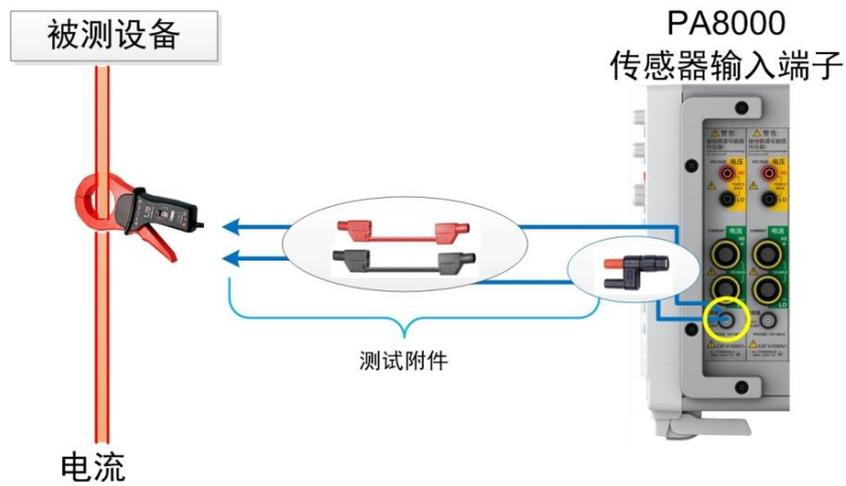


图 4.63 使用电压输出型传感器输入端子测量电流

5. 系统功能

用户可在仪器上执行或设置如下系统功能：日期/时间、按键锁、按键配置、显示器、捕获、语言、电源管理、触摸屏校准、文件管理、软件更新、网络、系统信息、存储数据、恢复出厂设置。系统设置菜单见图 5.1。



图 5.1 系统设置菜单

5.1 测量设置

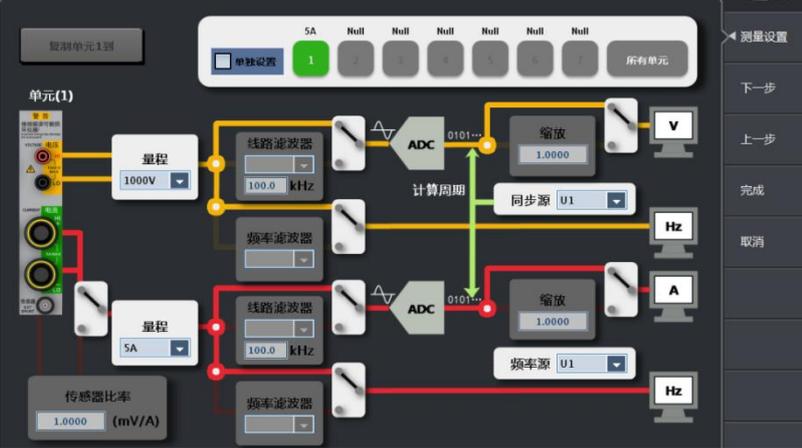
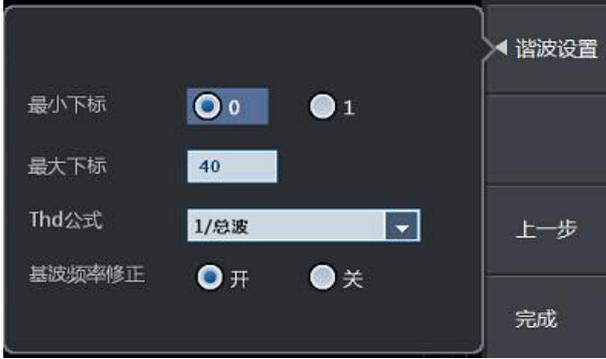
快捷实现板卡单独或统一测量参数设置，如电压/电流量程、同步源、滤波器、传感器比率，如图 3.3。

5.2 配置向导

用户可在配置向导菜单中依次完成以下设置：接线组设置、测量设置、更新率设置、谐波设置，点击“完成”按钮设置才生效，操作如表 5.1。

备注：配置向导功能只适用于常规模式设置。

表 5.1 配置向导操作表

序号	图片	设置项
①		<p>接线组设置：显示的是当前配置信息</p>
②		<p>设置方法及功能可参考图 3.3</p>
③		<p>更新率设置</p>
④		<p>谐波设置</p>

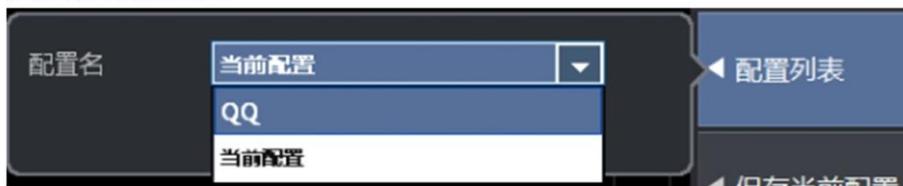
5.3 配置管理

用户可将仪器功能参数的所有配置保存为配置文件，也可以从配置文件里读取对所有功能参数的配置。配置管理功能在系统功能菜单里的位置如图 5.3 所示。

1. 配置列表

用户可管理当前启用的配置与存储的其它配置。在如图 5.3 所示“配置管理”菜单下可完成现有配置的加载、删除、导出，如图 5.2 所示。

选择需管理的配置



对选择的配置进行加载、删除、导出操作

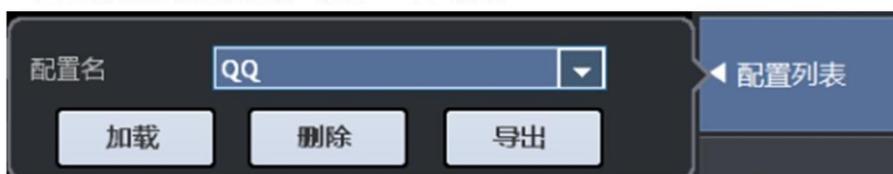


图 5.2 现有配置

2. 保存当前配置

用户可将当前的配置保存并命名，命名规则如下所述：

- 文件名长度为 1~255 个字符；
- 文件名中不能出现 \、/、*、?、<、\、| 等字符，可以包含空格、下划线等；
- 不区分英文字母大小写。

仪器将配置文件保存在指定路径，用户不能选择保存路径。



图 5.3 配置管理

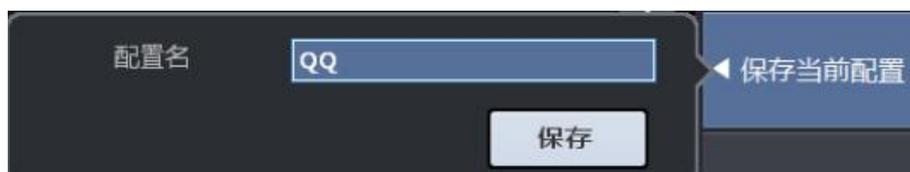


图 5.4 保存当前配置

3. 导入

用户可读取并应用任意路径的配置文件中的配置信息，如图 5.5 所示。

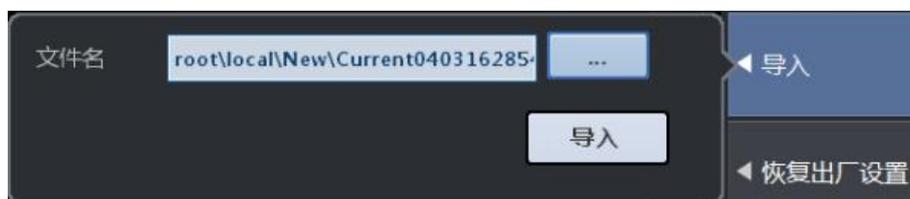


图 5.5 导入配置信息

4. 恢复出厂设置

功率分析仪提供了恢复出厂设置功能供用户使用。用户可在图 5.1 所示系统设置菜单里，按下“恢复出厂设置”软键，弹出如图 5.6 所示恢复出厂设置对话框。

用户在图 5.6 所示恢复出厂设置窗口，通过菜单操作旋钮选择是否执行恢复操作。

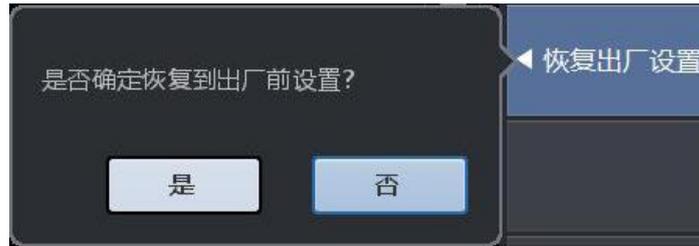


图 5.6 恢复出厂设置

5.4 文件管理

用户可在功率分析仪上直接进行文件管理操作，包括：新建/删除文件夹、文件夹重命名、文件夹复制/剪切、后退到上一级目录、操作确认、格式化等。在图 5.1 所示系统设置菜单里，按下“文件管理”软键弹出文件管理操作窗口如图 5.7 示。

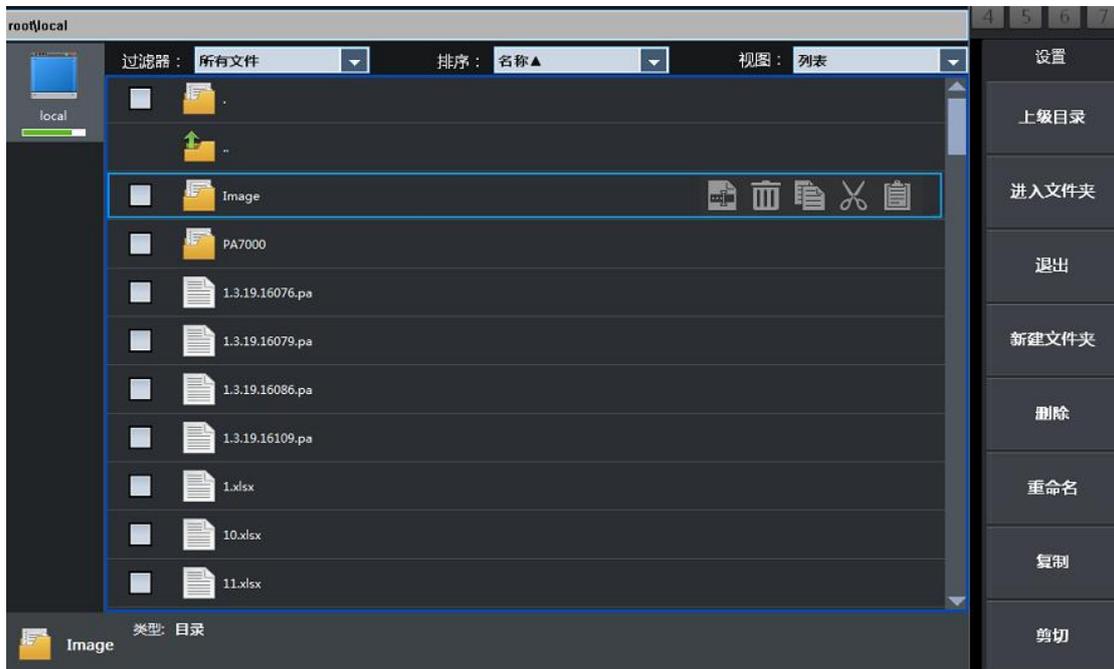


图 5.7 文件管理

1. 过滤器

通过过滤器功能，可只显示指定类型的文件，如图 5.8 所示。例如，若选择图片，则只显示图片类型的文件。



图 5.8 过滤器

2. 排序

用户也可按文件的名称、大小、修改日期、类型排序显示，如图 5.9 所示。



图 5.9 排序显示

3. 视图类型

用户可选择文件视图显示类型为列表或图标，如图 5.10 所示。



图 5.10 列表或图标

4. 磁盘格式化

用户可格式化内部磁盘和外部 U 盘。当在文件管理窗口选中磁盘或根目录时，显示格式化磁盘软键，如图 5.11 所示。



图 5.11 磁盘格式化

5. 弹出磁盘

当需要拔出外部 U 盘时，可在如图 5.11 所示的设置菜单里，按下“弹出”软键，之后可拔出外部 U 盘。

5.5 按键锁和按键配置

5.5.1 按键锁

设置按键锁可避免因疏忽大意导致的错误操作。

(1) 加锁

若没有开启按键锁功能，在图 5.12 所示系统设置菜单按下“按键锁”软键可弹出设置窗口。在设置窗口里按下“加锁”软键，即可设置按键锁控制码，如图 5.12 所示。



图 5.12 按键锁

按键锁控制码被用于解锁按键锁，长度为 0~260 个字符，为字母数字符号的任意组合。控制码可通过软键盘输入，也可以为空。设置控制码后，按键锁立即生效，此时，无论是本地操作仪器还是远程操作仪器，触摸屏和几乎所有按键均失效(仅 F4 键、两个菜单操作旋钮、ESC 键、Setting 键仍然有效)。

(2) 解锁

用户在按键锁解锁对话框输入按键锁控制码方可解锁。注意，此时用户只能使用菜单操作旋钮输入并确认按键锁控制码。

5.5.2 按键配置

按键配置包括 Shift 键锁和按键音设置。在图 5.1 所示系统设置菜单里，按下“按键配置”软键弹出按键配置对话框如图 5.13 所示。



图 5.13 按键配置

设定 Shift 键锁可降低频繁使用 Shift 键的次数。当 Shift 锁开启，按下 Shift 键则上档功能一直有效并且 Shift 键常亮直至用户再次按下 Shift 键；当 Shift 锁关闭，则按下 Shift 键后上档功能仅生效一次，之后 Shift 键自动熄灭。

在不需要按键音时，可以选择关闭按键音。

5.6 语言

功率分析仪显示界面支持中英文。在图 5.1 所示系统设置菜单里，按下“Language”软键，弹出设置窗口如图 5.14 所示。



图 5.14 菜单语言

5.7 日期/时间

用户可在日期/时间菜单里设置功率分析仪的系统时间和日期。在图 5.1 所示系统设置菜单里，按下“日期/时间”软键弹出设置窗口如图 5.15 所示。在该窗口里，用户可以使用菜单操作旋钮来设置所需的日期和时间。



图 5.15 日期时间设置窗口

5.8 远程控制

功率分析仪支持远程控制功能。在远程控制功率分析仪前，须根据实际连接选择对应的远程控制通信接口。在图 5.1 所示设置菜单按下“远程控制”软键，显示可选的远程通信接口如图 5.16 所示，如果选



图 5.16 远程控制接口选择

择的通信接口与实际连接不一致，将可能导致远程通信失败。

5.9 网络

功率分析仪可连接到以太网。在图 5.1 所示系统设置菜单里，按下“网络”软键弹出网络参数配置窗口如图 5.17 所示。用户通过菜单操作旋钮可配置功率分析仪的 IP 地址、子网掩码、网关、DNS 服务器、IP 地址等网络信息。



图 5.15 网络参数配置

5.10 无线网络

在系统设置菜单里，用户可配置无线网络，令功率分析仪连接无线网络。按下如图 5.18 所示的无线网络，显示了当前检测到的无线网络信息。如果需要刷新当前可用无线网络显示，用户可按下图 5.18 “刷新网络”软键，刷新无线网络显示。



图 5.16 无线网络显示

当需要输入指定无线网络密码时，可双击须连接的无线网络，在弹出的对话框里输入无线网络的连接密码，如图 5.19 所示。



图 5.17 输入无线网络密码

当连接到无线网络后，会标记已连接的网络，如图 5.20 所示，已连接 Dlink 无线网络。

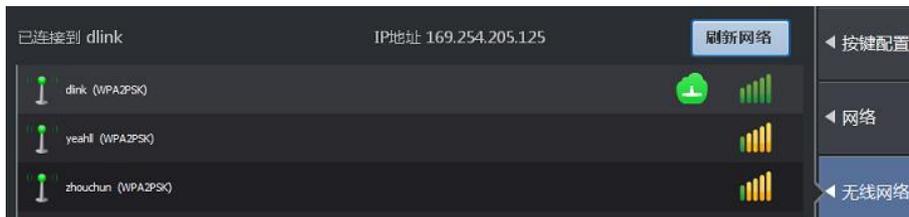


图 5.18 已连接 dlink 网络

5.11 软件更新

用户可将功率分析仪的软件更新包放入功率分析仪内；然后，通过功率分析仪提供的软件更新功能，更新仪器的驱动、软件、FPGA 和 DSP 版本等。用户可在图 5.1 所示系统设置菜单里，选择存放更新软件包的路径找到更新软件包，然后按下“软件更新”软键，弹出如图 5.21 所示软件更新操作窗口。

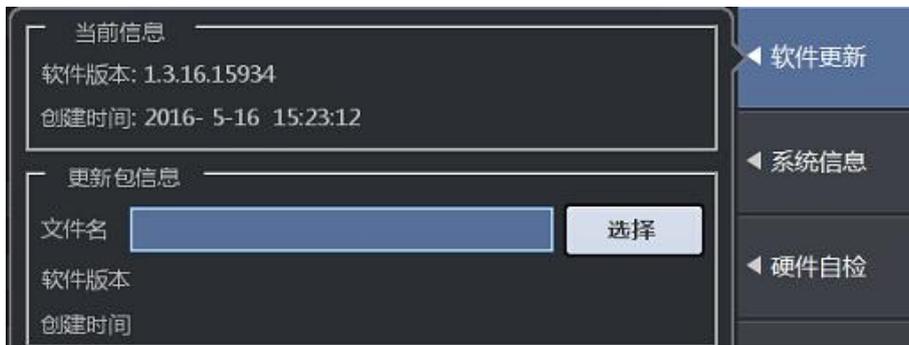


图 5.19 软件更新操作

用户在如图 5.2 所示软件更新操作窗口，通过菜单操作旋钮选择软件更新包；然后执行更新操作。

5.12 系统信息

用户可通过系统信息功能了解到功率分析仪的硬件信息、FPGA 版本、DSP 版本、驱动版本、软件版本等信息。用户可在图 24.1 所示系统设置菜单里，按下“系统信息”软键即可弹出系统信息窗口，点击图 24.22 中“导出当前系统信息”按钮可导出当前系统信息并生成 SystemInfo.dat 文件。

	单元1	单元2	单元3	
采样频率	2MS/s	2MS/s	2MS/s	◀ 软件更新
校准日期	2016-05-16	2016-05-16	2016-05-16	◀ 系统信息
校准有效期	2017-05-15	2017-05-15	2017-05-15	◀ 硬件自检
硬件类型	PHPS-8000	PHPS-8000	PHPS-8000	◀ 电源管理
硬件序列号	1512-0001	1512-0002	1512-0003	◀ 触摸屏校准
板卡类型	5730-5A	5730-5A	5730-5A	上一页 (2/2)
Card-45 版本	3.0.0.516	3.0.0.516	3.0.0.516	
DSP 版本	2.27.1258	2.27.1258	2.27.1258	
FPGA-7 版本	1.27.1254	1.27.1254	1.27.1254	
背板版本	6.2.1.1839	功能选件	/RA/HM/IEC/FA/FFT/PA/MTR	
软件版本	1.3.16.15934 (2016-5-16)	接口选件	/GPIB/LAN/VGA/USB/RS-232	
设备编号	15415081	GPIB 版本	0.0.0.96	
导出当前系统信息		系统信息已导出到 root\local\New\SystemInfo.dat 文件内		

图 5.20 系统信息

5.13 硬件自检

用户可对单元板卡、FPGA 背板、面板按钮执行检查，观察这些部件是否正常工作：

- 单元板卡/FPGA 背板测试：按图 5.23 中开始自检按钮，执行自检，自检前界面会提示恢复出厂设置，自检结果会显示在显示框中，测试通过 CHn/FPGA-7 颜色显示绿色，测试失败，显示红色；点击 CHn 或者 FPGA-7 可查看详细自检信息。其中 n 是功率板卡的数量，范围 1~7。
- 面板按钮测试：在该测试项目中，用户可按下前面板的按钮，然后观察仪器显示的按钮信息是否与按钮对应，如果退出按钮测量，则按退出自检按钮。如图 5.25。

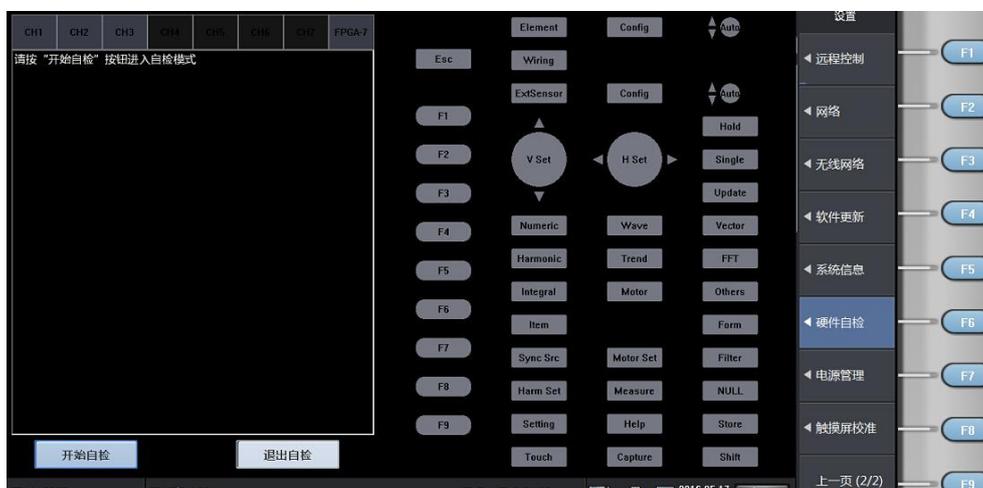


图 5.21 硬件自检界面



图 5.22 单元/FPGA 自检结果



图 5.23 面板按键测量结果

5.14 电源管理

功率分析仪内有风扇用于散热。用户可调节风扇的速度，以减少风扇产生的功耗、噪音；并可选择关闭功率分析仪的电源。



图 5.24 功率分析仪电源管理

如果令“上电自动开机”有效，则当仪器一通电就启动测量系统，无须再按下电源键。另外，图 5.24 中，用户可设置屏幕亮度，默认 80，可设置值 60~100，步进 1。最后，图 5.24 中，用户可设置是否开启“启用写入缓存”，默认是开启状态。通常系统

集成客户是总开关控制测量系统，即硬关机断电，等同于意外断电，为最大程度的保证数据保存的完整性，不建议启用写入缓存。

5.15 捕获

功率分析仪提供了捕获截图功能，方便用户通过图片保存仪器显示的重要信息。在使用捕获功能前，须完成捕获参数设置等。按下前面板的 Shift 键和 Capture 键或双击 Capture 键，进入 Capture set 捕获参数设置界面如图 5.28 所示。



图 5.26 捕获设置

用户通过菜单操作旋钮可在如图 24.28 所示窗口里完成捕获参数的设置，设置完后按前面板 ESC 键返回，设置生效。此时，用户可以通过前面板上的 Capture 键执行捕获操作，捕获得到的截图保存至用户在图 24.28 所设置的图片保存目录里。对捕获参数说明如表 5.2 所示。另外，可对捕获的图片进行编辑，如图 5.29。

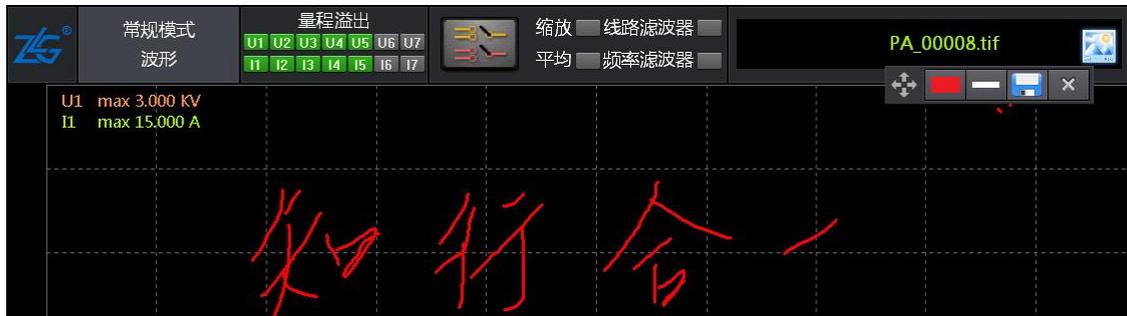
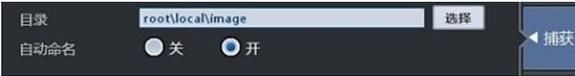
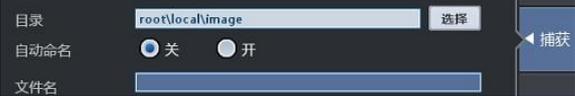


图 5.27 捕获的图片进行可编辑

表 5.2 捕获参数说明

图片示意	参数设置说明
	<p>设置前面板捕获键(Capture 键)的功能是截屏、存储、截屏与存储：</p> <ul style="list-style-type: none"> ● 截屏。将当前显示内容截图并保存到指定目录 ● 存储。存储一帧数据(按一次 Capture 键则存储一帧)

续上表

图片示意	参数设置说明
	<p>设置截图生成图片使用的图片格式</p>
	<p>设置生成图片的颜色模式</p>
<p>自动命名开示意图</p> 	<p>用户可选择生成的文件是否自动命名</p> <p>自动命名</p> <p>如果选择“自动命名”，则文件以编号命名(编号格式为：PA_0XXXXX.扩展名，其中 X 是 0~9)。每生成一个新文件则文件名编号递增，例如：PA_000001.jpg、PA000002.jpg</p>
<p>自动命名关示意图</p> 	<p>自定义文件名</p> <p>用户须自行命名新文件，在文件名输入框里输入自定义文件名</p>
<p>隐藏菜单</p> 	<p>当勾选“隐藏菜单”，右侧菜单会在截图时消隐，若菜单弹出有配置框时，菜单不会自动消隐；</p> <p>当不勾选“隐藏菜单”，则当前显示内容全部截图</p>
	<p>勾选打印图像</p> <p>勾选打印图像则在按下 Capture 按键时打印当前生成截图的文件</p> <p>勾选打印数值列表</p> <p>勾选打印数值列表则在按下 Capture 按键时打印 Urms、Umn、Udc、Urmn、Irms、Imn、Idc、Irmn 等常规测量数据</p>

5.16 Help 键

按下前面板的 Help 按键，可弹出帮助信息。当前显示界面为设置界面时按下 Help 键会弹出当前选中项目的帮助信息，如图 5.30 所示。当前显示界面如果不是设置界面，按下 Help 键则弹出对 Help 键的使用提示信息，如图 5.31 所示。



图 5.28 设置选项帮助信息

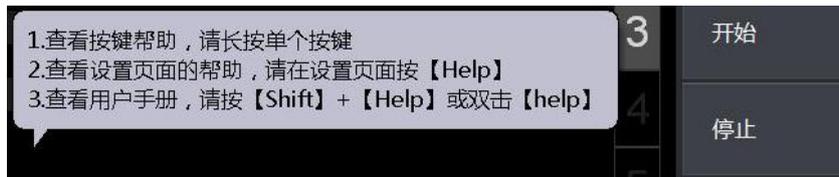


图 5.29 Help 键的帮助信息

6. 异常处理/维护

6.1 异常处理

发生异常时，当屏幕上显示提示信息，请对照从下页开始的内容；需要服务或按照以下处理方法仪器仍然无法恢复正常时，请联系致远公司进行处理，可拨打致远全国销售与服务免费服务热线：400-888-4005 进行维修或提供技术支持。

表 6.1 异常处理方法

症状	处理方法
打开电源后屏幕无任何显示	请确保电源线与主机电源接口、电源插座连接正常
	请将电源电压设置在允许范围内
	请确认显示设置
	请确认保险丝是否熔断
显示的数据不正确	请确认仪器环境温度和湿度是否符合规格
	请确认是否有噪声影响
	请确认测试线的接线
	请确认接线方式
	请确认线路滤波器是否设在 OFF
	请确认测量区间的设置
操作键失灵	请确认锁键是否关闭
	操作键测试，如果测试失败，需要维修服务
触发失灵	请确认触发条件
	请确认触发源是否有输入
无法识别存储介质	请确认存储介质的格式。如有需要，对存储介质进行格式化
	存储介质可能受损
无法将数据保存至已选介质	如有需要，对存储介质进行格式化
	请确认存储介质的剩余容量。根据需要删除不需要的文件或换一个新介质
无法通过通信接口设置或控制操作	请确认 GPIB 地址或串行口信息设置是否符合规格
	请确认接口是否满足电气机械的规格

6.2 推荐部件更换周期

以下易磨损部件建议定期更换，关于更换部件，请联系广州致远。

表 6.2 推荐更换配件周期表

部件名称	建议更换周期
风扇	3 年
备用电池	3 年

7. 规格

7.1 输入参数

7.1.1 输入端子类型

表 7.1 输入端子类型

参数描述		
电压	插入式安全端子（香蕉插座）	
电流	直接输入	插入式安全端子（香蕉插座）
	传感器输入	安全 BNC 端子

7.1.2 输入类型

表 7.2 5A/50A 输入单元输入类型

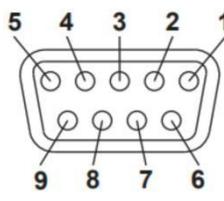
参数描述	
电压	浮地输入、电阻分压输入
电流	浮地输入、分流器输入

表 7.3 DB9 输入单元输入类型

参数描述	
电压	浮地输入、电阻分压输入
电流	BNC: 浮地输入、D-sub: 非隔离共地输入

7.1.3 D-sub 接口

表 7.4 D-sub 9 引脚定义

引脚	图片	说明
1		Return, 电流返回脚, 连接传感器 Output return
2		NC 未连接
3		GND Status, 传感器工作状态负端
4		GND, 电源地, 连接传感器 0V
5		V-, -15V 电源输出
6		Iin, 电流输入端, 连接传感器 Output
7		NC 未连接
8		Status+, 传感器工作状态正端
9		V+, +15V 电源输出

注: 1、D-sub 外壳、3 脚和 4 脚均与 PA 机壳连接在一起

2、与 D-sub 接口的传感器配套时使用直连 D-sub 线

7.1.4 输入单元数量

表 7.5 输入单元数量

参数描述	
输入单元数量	最多支持 7 个功率输入单元，其中任意可选配电机输入单元

7.1.5 电压测量量程

表 7.6 电压测量量程

输入参数	参数描述		
电压测量量程 (额定)	PA5000H	1.5V、3V、6V、10V、15V、30V、60V、100V、150V、300V、600V、1000V (峰值因数 2)、1500V (峰值因数 1.33)	峰值 因数为 3
	PA8000 PA6000H	15V、30V、60V、100V、150V、300V、600V、1000V (峰值因数 2)、1500V (峰值因数 1.33)	
连续最大允许 输入值	PA5000H	5A/50A 输入单元：峰值 2100V 或 RMS 值 1500V，取两者较小值 DB9 输入单元：峰值 2500V 或 RMS 值 2000V，取两者较小值	
	PA8000 PA6000H	峰值 2000V 或 RMS 值 1500V，取两者较小值	
瞬时最大允许 输入值(1s 或以 下)	PA5000H	5A/50A 输入单元：峰值 3000V 或 RMS 值 1600V，取两者较小值 DB9 输入单元：峰值 3000V 或 RMS 值 2500V，取两者较小值	
	PA8000 PA6000H	峰值 3000V 或 RMS 值 1600V，取两者较小值	
电压输入阻抗	PA8000/PA6000H	5A/50A 输入单元	输入电阻：约 2MΩ，输入电容：约 10pF
	PA5000H	DB9 输入单元	输入电阻：约 8MΩ，输入电容：约 10pF

7.1.6 电流测量量程

表 7.7 5A 输入单元电流测量量程

直接输入 5A		
输入参数	参数描述	
电流测量量程(额定)	10mA、20mA、50mA、100mA、200mA、500mA、1A、2A、5A	峰值因数为 3
连续最大允许输入值	峰值 15A 或 RMS 值 6.5A，取两者较小值	
瞬时最大允许输入值 (1s 或以下)	峰值 22.5A 或 RMS 值 10A，取两者较小值	
电流输入阻抗	输入电阻：约 100mΩ，输入电感：约 0.07μH	
传感器输入		
传感器输入量程(额定)	50mV、100mV、200mV、500mV、1V、2V、5V、10V	峰值因数为 3
连续最大允许输入值	峰值不得超过量程的 4 倍，有效值不得超过量程 2 倍	

续上表

传感器输入	
瞬时最大允许输入值 (1s或以下)	峰值不得超过量程的 5 倍，有效值不得超过量程 3 倍
传感器输入阻抗	输入电阻：约 1M Ω ，输入电容：约 45pF

表 7.8 50A 单元测量量程

直接输入 50A		
输入参数	参数描述	
电流测量量程（额定）	1A、2.5A、5A、10A、25A、50A	峰值因数为 3
连续最大允许输入值	峰值 90A 或 RMS 值 55A，取两者较小值	
瞬时最大允许输入值(1s或以下)	峰值 100A 或 RMS 值 60A，取两者较小值	
瞬时最大允许输入值(20ms或以下)	峰值 300A	
电流输入阻抗	输入电阻：约 5m Ω ，输入电感：约 0.07 μ H	
传感器输入		
传感器输入量程（额定）	50mV、100mV、200mV、500mV、1V、2V、5V、10V	峰值因数为 3
连续最大允许输入值	峰值不得超过量程的 4 倍，有效值不得超过量程 2 倍	
瞬时最大允许输入值(1s或以下)	峰值不得超过量程的 5 倍，有效值不得超过量程 3 倍	
传感器输入阻抗	输入电阻：约 1M Ω ，输入电容：约 45pF	

表 7.9 DB9 输入单元电流测量量程

D-sub 接口		
输入参数	参数描述	
电流测量量程（额定）	10mA、20mA、50mA、100mA、200mA、500mA、1A	峰值因数为 3
连续最大允许输入值	峰值 1.8A 或 RMS 值 1.3A，取两者较小值	
瞬时最大允许输入值 (1s 或以下)	峰值 2.5A 或 RMS 值 1.8A，取两者较小值	
电流输入阻抗	输入电阻：约 1 Ω ，输入电感：约 0.03 μ H	
电源电压	\pm 15V	
电源输出电流	1.8A	
传感器输入		
传感器输入量程（额定）	50mV、100mV、200mV、500mV、1V、2V、5V、10V	峰值因数为 3
连续最大允许输入值	峰值不得超过量程的 4 倍，有效值不得超过量程 2 倍	
瞬时最大允许输入值 (1s或以下)	峰值不得超过量程的 5 倍，有效值不得超过量程 3 倍	
传感器输入阻抗	输入电阻：约 1M Ω ，输入电容：约 45pF	

7.1.7 输入带宽

表 7.10 输入带宽

输入带宽	DC, 0.1Hz~5MHz	PA8000、PA5000H
	DC, 0.1Hz~2MHz	PA6000H

7.1.8 共模电压

表 7.11 共模电压

最大连续共模电压	1000Vrms
共模抑制比	120dB/50Hz

注：只是电压输入端子，D-sub 和 BNC 接口输入检测的隔离能力由传感器决定。

7.1.9 滤波器

表 7.12 滤波器

线路滤波器	可选择 OFF、1MHz、300kHz、100Hz~100kHz 步进 100Hz
频率滤波器	可选择 OFF、100Hz、500Hz、1kHz

7.1.10 量程切换

表 7.13 功率输入单元的量程切换

量程	可单独设置每个输入单元的量程	
自动量程	量程升档	U 和 I 的测量值超过额定量程的 108%
		峰值超过额定量程的 324%
	量程降档	U 和 I 的测量值低于额定量程的 30%
		峰值低于下档量程的 300%

表 7.14 电机输入单元的量程切换

量程	可单独设置电机输入单元的量程	
自动量程	量程升档	模拟信号测量值超过当前量程的 110%
	量程降档	模拟信号测量值低于当前量程的 30%

7.1.11 A/D 转换器

表 7.15 A/D 转换器

型号	PA8000/PA6000H 系列	PA5000H 系列
A/D 转换器	18 位	16 位
采样率	约为 2MS/S	

7.2 显示器

表 7.16 显示参数

显示参数	参数描述
显示器	12.1"彩色液晶显示器
分辨率	1280×800 像素
触摸屏	支持触摸屏操作
显示更新率	与数据更新率相同

7.3 精度

7.3.1 基本精度

功率分析仪的测量精度是在以下条件给出：

温度：23±5° C。湿度：30~75%RH。输入波形：正弦波。共模电压：0V。线路滤波器：OFF。 λ (功率因数)：1。峰值因数：3。预热 30 分钟后。测量前执行手动校零。f 是频率。数据更新率：500ms。其中读数误差公式中 f 的单位是 kHz。

表 7.17 PA5000H 系列 5A 功率单元测量精度

指标±(%读数+%量程)

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
DC	0.05+0.05	0.05+0.05
0.1Hz≤f<30Hz	0.03 + 0.05	0.08+ 0.10
30Hz≤f<45Hz	0.03 + 0.05	0.08+ 0.10
45Hz≤f<66Hz	0.03 + 0.05	0.05 + 0.05
66Hz≤f<1KHz	0.10 + 0.10	0.20 + 0.10
1KHz≤f<10KHz	0.15 + 0.10	0.30 + 0.10
10KHz≤f<50KHz	0.30 + 0.10	0.30 + 0.20
50KHz≤f<100KHz	0.50 + 0.30	0.70 + 0.50
100KHz≤f<500KHz	(0.004f+0.8) + 0.5	(0.02f-0.3) + 1.0
500KHz≤f≤1MHz	(0.01f-2.2) + 1.0	(0.042f-12) + 2.0

表 7.18 PA5000H 系列 50A 功率单元测量精度

指标±(%读数+%量程)

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
DC	0.05+0.05	0.05+0.05
0.1Hz≤f<30Hz	0.03 + 0.05	0.08+ 0.10
30Hz≤f<45Hz	0.03 + 0.05	0.08+ 0.10
45Hz≤f<66Hz	0.03 + 0.05	0.05 + 0.05

续上表

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
$66\text{Hz} \leq f < 1\text{kHz}$	电压/传感器: $0.10 + 0.10$ 电流直接输入: $0.20 + 0.10$	$0.20 + 0.10$
$1\text{kHz} \leq f < 10\text{kHz}$	电压/传感器: $0.15 + 0.10$ 电流直接输入: $(0.10f + 0.2) + 0.10$	传感器: $0.30 + 0.10$ 电流直接输入: $(0.10f + 0.2) + 0.20$
$10\text{kHz} \leq f < 50\text{kHz}$	电压/传感器: $0.30 + 0.10$ 电流直接输入: $(0.10f + 0.2) + 0.10$	传感器: $0.30 + 0.20$ 电流直接输入: $(0.10f + 0.2) + 0.20$
$50\text{kHz} \leq f < 100\text{kHz}$	电压/传感器: $0.50 + 0.30$ 电流直接输入: $(0.10f + 0.2) + 0.10$	传感器: $0.70 + 0.50$ 电流直接输入: $(0.30f - 9.5) + 0.50$
$100\text{kHz} \leq f < 200\text{kHz}$	电压/传感器: $(0.004f + 0.8) + 0.5$ 电流直接输入: $(0.05f + 5.0) + 0.5$	传感器: $(0.02f - 0.3) + 1.0$ 电流直接输入: $(0.09f + 11) + 1.0$
$200\text{kHz} \leq f < 500\text{kHz}$	电压/传感器: $(0.004f + 0.8) + 0.5$	传感器: $(0.02f - 0.3) + 1.0$
$500\text{kHz} \leq f \leq 1\text{MHz}$	电压/传感器: $(0.01f - 2.2) + 1.0$	传感器: $(0.042f - 12) + 2.0$

表 7.19 PA5000H 系列 DB9 功率单元测量精度

指标 \pm (%读数+%量程)

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
DC	电压: $0.05 + 0.1$ (1.5V 到 10V 量程) $0.05 + 0.05$ (15V 及以上量程) 传感器/电流直接输入: $0.05 + 0.05$	电压: $0.05 + 0.1$ (1.5V 到 10V 量程) $0.05 + 0.05$ (15V 及以上量程) 传感器/电流直接输入: $0.05 + 0.05$
$0.1\text{Hz} \leq f < 30\text{Hz}$	$0.03 + 0.05$	$0.08 + 0.10$
$30\text{Hz} \leq f < 45\text{Hz}$	$0.03 + 0.05$	$0.08 + 0.10$
$45\text{Hz} \leq f < 66\text{Hz}$	$0.03 + 0.05$	$0.05 + 0.05$
$66\text{Hz} \leq f < 1\text{kHz}$	$0.10 + 0.10$	$0.20 + 0.10$
$1\text{kHz} \leq f < 10\text{kHz}$	$0.15 + 0.10$	$0.30 + 0.10$
$10\text{kHz} \leq f < 50\text{kHz}$	$0.30 + 0.10$	$0.30 + 0.20$
$50\text{kHz} \leq f < 100\text{kHz}$	$0.50 + 0.30$	$0.70 + 0.50$
$100\text{kHz} \leq f < 500\text{kHz}$	$(0.004f + 0.8) + 0.5$	$(0.02f - 0.3) + 1.0$
$500\text{kHz} \leq f \leq 1\text{MHz}$	$(0.01f - 2.2) + 1.0$	$(0.042f - 12) + 2.0$

表 7.20 PA6000H 系列 5A 功率单元测量精度

指标 \pm (%读数+%量程)

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
DC	$0.05 + 0.05$	$0.05 + 0.10$
$0.1\text{Hz} \leq f < 30\text{Hz}$	$0.03 + 0.05$	$0.08 + 0.10$
$30\text{Hz} \leq f < 45\text{Hz}$	$0.03 + 0.03$	$0.05 + 0.05$
$45\text{Hz} \leq f < 66\text{Hz}$	$0.01 + 0.02$	$0.01 + 0.03$

续上表

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
$66\text{Hz} \leq f < 1\text{kHz}$	$0.03 + 0.03$	$0.05 + 0.05$
$1\text{kHz} \leq f < 10\text{kHz}$	$0.10 + 0.05$	$0.15 + 0.10$
$10\text{kHz} \leq f < 50\text{kHz}$	$0.20 + 0.10$	$0.30 + 0.20$
$50\text{kHz} \leq f < 100\text{kHz}$	$(0.004f+0.4) + 0.2$	$(0.012f+0.1) + 0.3$
$100\text{kHz} \leq f < 500\text{kHz}$	$(0.006f+0.2) + 0.5$	$(0.013f-0.7) + 1.0$
$500\text{kHz} \leq f \leq 1\text{MHz}$	$(0.014f-4.3) + 1.0$	$(0.044f-17.2) + 2.0$

表 7.20 PA8000 系列 5A 功率单元测量精度

指标 \pm (%读数+%量程)

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
DC	$0.05 + 0.05$	$0.05 + 0.10$
$0.1\text{Hz} \leq f < 30\text{Hz}$	$0.03 + 0.05$	$0.08 + 0.10$
$30\text{Hz} \leq f < 45\text{Hz}$	$0.03 + 0.03$	$0.05 + 0.05$
$45\text{Hz} \leq f < 66\text{Hz}$	$0.01 + 0.02$	$0.01 + 0.03$
$66\text{Hz} \leq f < 1\text{kHz}$	$0.03 + 0.03$	$0.05 + 0.05$
$1\text{kHz} \leq f < 10\text{kHz}$	$0.10 + 0.05$	$0.15 + 0.10$
$10\text{kHz} \leq f < 50\text{kHz}$	$0.20 + 0.10$	$0.30 + 0.20$
$50\text{kHz} \leq f < 100\text{kHz}$	$0.50 + 0.30$	$(0.01f+0.2) + 0.3$
$100\text{kHz} \leq f < 500\text{kHz}$	$(0.005f+0.3) + 0.5$	$(0.011f-0.6) + 1.0$
$500\text{kHz} \leq f \leq 1\text{MHz}$	$(0.011f-3.2) + 1.0$	$(0.04f-16.1) + 2.0$

表 7.21 PA6000H 系列 50A 功率单元测量精度

指标 \pm (%读数+%量程)

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
DC	$0.05 + 0.05$	$0.05 + 0.10$
$0.1\text{Hz} \leq f < 30\text{Hz}$	$0.03 + 0.05$	$0.08 + 0.10$
$30\text{Hz} \leq f < 45\text{Hz}$	$0.03 + 0.03$	$0.05 + 0.05$
$45\text{Hz} \leq f < 66\text{Hz}$	$0.01 + 0.02$	$0.01 + 0.03$
$66\text{Hz} \leq f < 1\text{kHz}$	电压/传感器: $0.03 + 0.03$ 电流直接输入: $0.06 + 0.05$	传感器: $0.05 + 0.05$ 电流直接输入: $0.1+0.05$
$1\text{kHz} \leq f < 10\text{kHz}$	电压/传感器: $0.10 + 0.05$ 电流直接输入: $0.20 + 0.10$	传感器: $0.15 + 0.10$ 电流直接输入: $(0.1f+0.2) + 0.2$

续上表

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
$10\text{KHz} \leq f < 50\text{KHz}$	电压/传感器: $0.20 + 0.10$ 电流直接输入: $0.30 + 0.10$	传感器: $0.30 + 0.20$ 电流直接输入: $(0.1f+0.2) + 0.2$
$50\text{KHz} \leq f < 100\text{KHz}$	电压/传感器: $0.50 + 0.30$ 电流直接输入: $(0.1f+0.2) + 0.10$	传感器: $(0.012f+0.1) + 0.3$ 电流直接输入: $(0.3f-9.5) + 0.3$
$100\text{KHz} \leq f < 200\text{KHz}$	电压/传感器: $(0.004f+0.8) + 0.50$ 电流直接输入: $(0.05f+5) + 0.50$	传感器: $(0.013f-0.7) + 1.0$ 电流直接输入: $(0.9f+11) + 1.0$
$200\text{KHz} \leq f < 500\text{KHz}$	电压/传感器: $(0.004f+0.8) + 0.50$	传感器: $(0.013f-0.7) + 1.0$
$500\text{KHz} \leq f \leq 1\text{MHz}$	电压/传感器: $(0.01f-2.2) + 1.0$	传感器: $(0.044f-17.2) + 2.0$

表 7.22 PA8000 系列 50A 功率单元测量精度

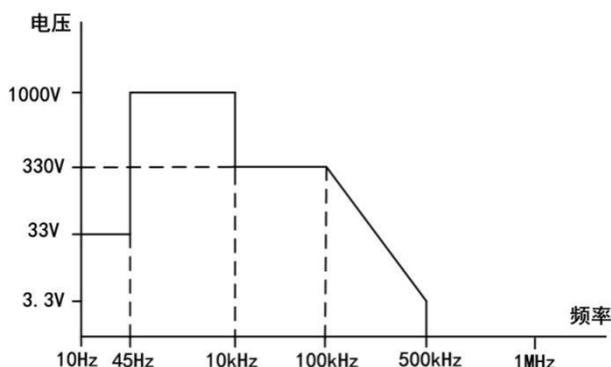
指标 \pm (%读数+%量程)

输入信号频率范围	电流/电压/传感器	功率
DC	$0.05 + 0.05$	$0.05 + 0.10$
$0.1\text{Hz} \leq f < 30\text{Hz}$	$0.03 + 0.05$	$0.08 + 0.10$
$30\text{Hz} \leq f < 45\text{Hz}$	$0.03 + 0.03$	$0.05 + 0.05$
$45\text{Hz} \leq f < 66\text{Hz}$	$0.01 + 0.02$	$0.01 + 0.03$
$66\text{Hz} \leq f < 1\text{KHz}$	电压/传感器: $0.03 + 0.03$ 电流直接输入: $0.05 + 0.04$	传感器: $0.05 + 0.05$ 电流直接输入: $0.1+0.05$
$1\text{KHz} \leq f < 10\text{KHz}$	电压/传感器: $0.10 + 0.05$ 电流直接输入: $0.15 + 0.10$	传感器: $0.15 + 0.10$ 电流直接输入: $(0.1f+0.2) + 0.2$
$10\text{KHz} \leq f < 50\text{KHz}$	电压/传感器: $0.20 + 0.10$ 电流直接输入: $0.30 + 0.10$	传感器: $0.30 + 0.20$ 电流直接输入: $(0.1f+0.2) + 0.2$
$50\text{KHz} \leq f < 100\text{KHz}$	电压/传感器: $0.50 + 0.30$ 电流直接输入: $(0.15f-7.2) + 0.10$	传感器: $(0.01f+0.2) + 0.3$ 电流直接输入: $(0.3f-9.5) + 0.3$
$100\text{KHz} \leq f < 200\text{KHz}$	电压/传感器: $(0.004f+0.8) + 0.50$ 电流直接输入: $(0.07f+0.4) + 0.50$	传感器: $(0.011f-0.6) + 1.0$ 电流直接输入: $(0.9f+11) + 1.0$
$200\text{KHz} \leq f < 500\text{KHz}$	电压/传感器: $(0.004f+0.8) + 0.50$	传感器: $(0.011f-0.6) + 1.0$
$500\text{KHz} \leq f \leq 1\text{MHz}$	电压/传感器: $(0.01f-2.2) + 1.0$	传感器: $(0.04f-16.1) + 2.0$

备注:

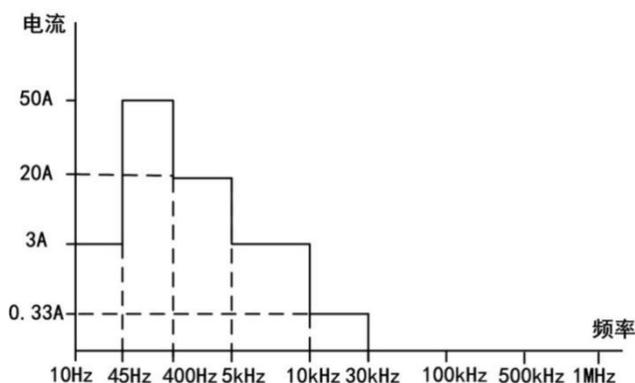
- 电压和电流信号测量的精度指标与输入的信号频率和幅值有关:
 - 0.1~10Hz 范围内的所有精度都是参考值
 - 电压精度:
 - ◆ 10Hz~45Hz 范围内, 电压超过 33V, 电压精度是参考值。

- ◆ 10kHz~1MHz 范围内，电压若超过 330V，电压精度是参考值。
- ◆ 100kHz~1MHz 范围内，电压若超过 3.3V，电压精度是参考值。
- ◆ 500kHz~1MHz 范围内，电压精度为参考值。



■ 电流精度:

- ◆ 10Hz~45Hz 范围内，电流超过 3A，电流精度是参考值。
- ◆ 400Hz~1MHz 范围内，电流若超过 20A，电流精度是参考值。
- ◆ 5kHz~1MHz 范围内，电流若超过 3A，电流精度是参考值。
- ◆ 10kHz~1MHz 范围内，电流若超过 0.33A，电流精度是参考值。
- ◆ 30kHz~1MHz 范围内，电流精度是参考值。



- 波形显示数据、Upk 和 Ipk 的精度在上述精度加量程的 3%(参考值)。但是，外部传感器输入精度加量程的 3%+5mV(参考值)。有效输入范围在±量程的 300%以内。

- DC 测量附加误差

PA5000H 系列

- DC 电压精度加 0.5mV，功率精度加 0.5mV×电流读数
- 外部传感器输入电流精度加 50 μV，功率精度加量程的 (50 μV/传感器量程) ×100%
- 5A 单元直接输入电流精度加 20 μA，功率精度加 20 μA×电压读数
- 50A 单元直接输入电流精度加 1mA，功率精度加 1mA×电压读数
- DB9 单元直接输入电流精度加 20 μA，功率精度加 20 μA×电压读数

PA8000/PA6000H 系列

- DC 电压精度加 0.5mV，功率精度加 0.5mV×电流读数

- 外部传感器输入电流精度加 $50\ \mu\text{V}$ ，功率精度加量程的 $(50\ \mu\text{V}/\text{传感器量程}) \times 100\%$
- 5A 单元直接输入电流精度加 $5\ \mu\text{A}$ ，功率精度加 $5\ \mu\text{A} \times \text{电压读数}$
- 50A 单元直接输入电流精度加 $250\ \mu\text{A}$ ，功率精度加 $250\ \mu\text{A} \times \text{电压读数}$
- 温度变化

PA8000 系列

- DC 电压精度加 $0.25\text{mV}/^\circ\text{C}$ 。
- 电流直接输入的 DC 精度加以下数值。
5A 输入单元： $2\ \mu\text{A}/^\circ\text{C}$
50A 输入单元： $100\ \mu\text{A}/^\circ\text{C}$
- 外部电流传感器输入的 DC 精度加 $10\ \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。
- DC 功率精度：电压附加误差 \times 电流的附加误差。

PA5000H/PA6000H 系列

- 电压 DC 精度加量程的 $0.3\text{mV}/^\circ\text{C}$ 。
- 电流直接输入的 DC 精度加以下数值。
5A 输入单元： $20\ \mu\text{A}/^\circ\text{C}$
DB9 输入单元： $20\ \mu\text{A}/^\circ\text{C}$
50A 输入单元： $1\text{mA}/^\circ\text{C}$
- 外部电流传感器输入的 DC 精度加 $50\ \mu\text{V}/^\circ\text{C}$ 。
- DC 功率精度：电压附加误差 \times 电流的附加误差。

- 输入信号自热的影响 (U 是电压 (单位 V)、I 是电流 (单位 A))

PA8000 系列

- 输入电压 AC 超过 400V_{rms} 时，电压和功率精度增加读数 $2 \times 10^{-8} \times U^2\%$ 。
- 输入电压 DC 超过 400V_{rms} 时，电压和功率精度增加读数的 $2 \times 10^{-8} \times U^2\%$ + 量程的 $1 \times 10^{-8} \times U^2\%$ 。
- 5A 输入单元电流和功率精度
输入 AC 电流时，电流和功率精度加读数的 $7 \times 10^{-4} \times I^2\%$
输入 DC 电流时，电流和功率精度加读数的 $7 \times 10^{-4} \times I^2\% + 0.8 \times I^2\ \mu\text{A}$
- 50A 输入单元电流和功率精度
输入 AC 电流时，电流和功率精度加读数的 $7 \times 10^{-6} \times I^2\%$
输入 DC 电流时，电流和功率精度加读数的 $7 \times 10^{-6} \times I^2\% + 0.8 \times I^2\ \text{mA}$

PA5000H/6000H 系列

- 输入电压 AC 超过 400V_{rms} 时，电压和功率精度增加读数 $10^{-7} \times U^2\%$ 。
- 输入电压 DC 超过 400V_{rms} 时，电压和功率精度增加读数的 $10^{-7} \times U^2\%$ + 量程的 $10^{-7} \times U^2\%$ 。
- 5A 输入单元电流和功率精度
输入 AC 电流：读数的 $6 \times 10^{-3} I^2\%$
输入 DC 电流：读数的 $6 \times 10^{-3} I^2\% + 4 \times 10^{-3} I^2\ \mu\text{A}$

DB9 输入单元电流和功率精度

- 输入 AC 电流：读数的 $6 \times 10^{-3} I^2\%$
- 输入 DC 电流：读数的 $6 \times 10^{-3} I^2\% + 4 \times 10^{-3} I^2 \mu A$

50A 输入单元电流和功率精度

- 输入 AC 电流：读数的 $6 \times 10^{-5} I^2\%$
- 输入 DC 电流：读数的 $6 \times 10^{-5} I^2\% + 4 \times 10^{-3} I^2 mA$

即使输入电流变小，自热影响也会一直作用到内部分流电阻温度下降。

- 数据更新率对精度的影响
 - 当数据更新率是 10ms 时，所有精度加读数的 0.5%。
 - 当数据更新率是 50ms 时，所有精度加读数的 0.1%。
 - 当数据更新率是 100ms 时，所有精度加读数的 0.05%。
- 小量程对精度的影响

PA8000/PA6000H 系列

- 5A 单元 10mA 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $10mA \times \text{读数} (mA)^{-1} \times 0.005\%$
- 5A 单元 20mA 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $20mA \times \text{读数} (mA)^{-1} \times 0.0015\%$
- 50A 单元 1mA 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $1A \times \text{读数} (A)^{-1} \times 0.00125\%$
- 50A 单元 2.5A 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $2.5A \times \text{读数} (A)^{-1} \times 0.0001\%$
- 外部传感器 50mV 量程：输入电压 RMS 值在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $50mV \times \text{输入电压} (mV)^{-1} \times 0.0025\%$

PA5000H 系列

- 5A 单元 10mA 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $10mA \times \text{读数} (mA)^{-1} \times 0.02\%$
- 5A 单元 20mA 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $20mA \times \text{读数} (mA)^{-1} \times 0.003\%$
- DB9 单元 10mA 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $10mA \times \text{读数} (mA)^{-1} \times 0.02\%$
- DB9 单元 20mA 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $20mA \times \text{读数} (mA)^{-1} \times 0.003\%$
- 50A 单元 1A 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $1A \times \text{读数} (A)^{-1} \times 0.005\%$
- 50A 单元 2.5A 量程：I_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $2.5A \times \text{读数} (A)^{-1} \times 0.002\%$
- 外部传感器 50mV 量程：输入电压 RMS 值在允许的量程范围（1~110%），电流和功率精度加量程的 $50mV \times \text{输入电压} (mV)^{-1} \times 0.0025\%$
- 1.5V 量程：U_{rms} 在允许的量程范围（1~110%），电压和功率精度加量程的

$$1.5V \times \text{读数} (V)^{-1} \times 0.0003\%$$

7.3.2 输入范围

输入信号幅值大小应该在允许的量程范围以内

- Udc 和 Idc 是量程的 0~±110%。
- Urms 和 Irms 是量程的 1~110%。
- Umn 和 Imn 是量程的 10~110%。
- Urmn 和 Irmn 是量程的 10~110%。

同步源电平应满足频率测量的输入信号电平。

7.3.3 输入显示值

- 最大显示值电压或电流额定量程的 140%
- 最小显示值 Urms、Uac 和 Irms、Iac 低至量程的 0.5%。
- Umn、Urmn、Imn、Irmn 低至量程的 1%。

7.3.4 线路滤波器的影响

- 截止频率(fc)为 100Hz ~ 100kHz 时
电压/电流
 - 0.1Hz~fc/2: 读数的 $[(f/fc)^{4.2} \times 60\% + (f/1000kHz)^2 \times 60\%]$
 - DC: 量程的 0.05%
 功率
 - 0.1Hz~fc/2: 读数的 $[(f/fc)^{4.2} \times 120\% + (f/1000kHz)^2 \times 120\%]$
 - DC: 量程的 0.1%
- 截止频率(fc)为 300kHz 时
电压/电流
 - 0.1Hz~fc/10: 读数的 $(f/300kHz)^2 \times 60\%$
 - DC: 量程的 0.1%
 功率
 - 0.1Hz~fc/10: 读数的 $(f/300kHz)^2 \times 120\%$
 - DC: 量程的 0.2%
- 截止频率(fc)为 1MHz 时
电压/电流
 - 0.1Hz~fc/10: 读数的 $(f/1000kHz)^2 \times 60\%$
 - DC: 量程的 0.05%
 功率
 - 0.1Hz~fc/10: 读数的 $(f/1000kHz)^2 \times 120\%$
 - DC: 量程的 0.1%

7.3.5 角度误差 (参考值)

输入波形: 50Hz 正弦波。共模电压: 0V。线路滤波器: OFF。数据更新率: 500mS。

- $\pm [|\phi - \cos^{-1}(\lambda / 1.0002)| + 0.01] \text{deg}$

电压电流为额定量程

7.3.6 温度系数

- PA8000/PA6000H 系列：温度系数，加读数的 $\pm 30 \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。
- PA5000H 系列：温度系数，加读数的 $\pm 300 \text{ppm}/^\circ\text{C}$ 。

7.3.7 12 个月精度

12 个月精度：6 个月精度加 (6 个月精度的读数误差 $\times 0.5$)。

7.4 测量模式

表 7.23 测量模式

测量模式	描述
常规测量模式 (Normal Mode)	用于测量电压、电流、功率、波形运算和积分值。可以使用波形显示 $\times 8$ 、柱状图显示 $\times 8$ 、矢量显示 $\times 2$ 、X-Y 图 $\times 8$
谐波测量模式 (Harmonic Mode)	可以对 1kHz 的基波频率信号进行多达 255 次的谐波测量。对基波频率高于商用电源频率的信号进行谐波测量时，请使用该功能。谐波显示 $\times 3$
IEC 谐波测量模式	此模式可以符合 IEC61000-3-2 和 IEC61000-4-7 国际标准执行谐波测量
电压波动和闪烁测量模式(Flicker Mode)	此模式可以符合 IEC61000-3-3 和 IEC61000-4-15 国际标准执行电压波动和闪烁测量
FFT 模式	此模式可以通过 FFT(快速傅立叶变换)显示输入信号的功率谱。请使用该模式检查输入信号的频率分布
周期模式	此模式可以测量交流输入信号各周期的电压、电流、功率及其它参数

7.5 测量项目

表 7.24 测量项目

项目	符号和含义	
电压 (V)	Urms: 真有效值、Umn: 校准到有效值的整流平均值 Udc: 简单平均值、Urmn: 整流平均值 Uac: 去掉直流信号的电压有效值	支持同时测量，峰值 因数最大 300
电流 (A)	Irms: 真有效值、Imn: 校准到有效值的整流平均值 Idc: 简单平均值、Irmn: 整流平均值 Iac: 去掉直流信号的电流有效值	
有功功率(W)	P	
视在功率(VA)	S	
无功功率(var)	Q	
功率因数	λ	
相位差($^\circ$)	ϕ	
频率(Hz)	fU(FreqU): 电压频率、fI(FreqI): 电流频率	

续上表

项目	符号和含义
电压的最大值和最小值(V)	U+pk: 电压最大值、U-pk: 电压最小值
电流的最大值和最小值(A)	I+pk: 电流最大值、I-pk: 电流最小值
峰值因数	CfU 电压峰值因数、CfI 电流峰值因数
修正功率(W)	Pc(适用标准 IEC76-1(1976)、IEEE C57.12.90-1993、IEC76-1(1993))
效率	效率 η 测量
积分	Time: 积分时间、WP: 正负瓦时之和 WP+: 正瓦时之和(消耗的功率量)、WP-: 负瓦时之和(返回到电网的功率量) q: 正负安时之和、q+: 正安时之和、q-: 负安时之和、WS: 伏安时、WQ: 乏时、通过设定电流模式选择 Irms、Imn、Idc、Iac 或 Irmn 进行安时积分
自定义功能	用户自定义测量功能: F1~F20

7.6 测量功能/测量条件

表 7.25 测量功能/测量条件

项目	规格
测量方法	数字乘法
峰值因数	系统默认为 3
测量区间	区间由测量功能和运算决定 •测量区间由参考信号(同步源)的过零点决定(瓦时积分值 WP、DC 模式期间的电流积分值 q 除外) •谐波测量时,测量区间是从数据更新周期的起点,以谐波采样频率采集 8192 点的时间段
接线方式	可从以下 5 种接线方式中选择: 1P2W(单相 2 线)、1P3W(单相 3 线)、3P3W(三相 3 线)、3P4W(三相 4 线)、3P3W(3V3A)(三相 3 线, 3 电压 3 电流测量) 可选的接线方式取决于输入单元的安装数量
补偿功能	效率补偿: 补偿效率运算中的仪器损耗 接线补偿: 补偿因接线造成的仪器损耗、U-I 相位差补偿
比例系数	当仪器引入外部传感器、PT 或 CT 时, 设定电流传感器换算比、PT 比、CT 比
输入滤波器	指定线路滤波器或频率滤波器
平均功能	选择指数平均或移动平均 指数平均: 2、4、8、16、32、64 中选择衰减常数 移动平均: 8、16、32、64、128、256 中选择平均个数

续上表

项目	规格
数据更新率	从 10ms、50ms、100ms、200ms、500ms、1s、2s、5s、10s、20s 中选择，同时支持 10ms~20s 之间自定义
显示更新率	与数据更新率相同
响应时间	与数据更新率相同
保持	保持数据显示
单次测量	在显示保持状态下执行 1 次测量

7.7 电机功能

7.7.1 模拟量输入参数

表 7.26 模拟量输入参数

项目	规格
输入方式	安全 BNC、浮地、隔离、TORQUE 与 SPEED 的 A、B、Z 间的电气隔离
输入阻抗	1M Ω \pm 100k Ω
量程	1V、2V、5V、10V、20V
截止频率（可配置）	100Hz、10kHz、50kHz、OFF
有效测量范围	\pm 110%
最大允许电压	\pm 22V
最大共模电压	\pm 42V _{peak}
位数	16bit
采样速率	200kHz
同步源	U1~U6/I1~I6/EXT
精度	\pm (0.05% 读数 + 0.05% 量程)
温漂	\pm 0.03% 量程/ $^{\circ}$ C

7.7.2 脉冲频率输入参数

表 7.27 脉冲量输入参数

项目	规格
输入方式	安全 BNC、浮地、隔离、TORQUE 与 SPEED 的 A、B、Z 间的电气隔离
输入阻抗	1M Ω \pm 100k Ω
频率范围	1Hz~1MHz
输入振幅范围	\pm 22V _{peak}
最大共模电压	\pm 42V _{peak}

续上表

项目	规格
有效振幅	1V
最小高脉宽	2.5 μ S 以上
精度	\pm (0.05% 读数 + 1mHz)

[备注]如果不检测方向，转速输入到 A 端子；如果检测方向，旋转编码器的 A 和 B 相输入到 A 和 B 端子，Z 相输入到旋转编码器的 Z 端子，以进行电相角测量。

7.8 谐波测量

表 7.28 PLL 同步源法

PLL 源的基波频率	采样率 (S/s)	相对 FFT 数据长度的窗口宽度 (基波频率)	最大谐波分析次数	采样点数
0.5~1Hz	f \times 8192	1	500	8192
1~5Hz	f \times 4096	2	500	8192
5~10Hz	f \times 2048	4	500	8192
10~640Hz	f \times 1024	8	500	8192
640~1.28kHz	f \times 512	16	255	8192
1.28kHz~2.56kHz	f \times 256	32	100	8192
2.56kHz~5kHz	f \times 128	64	50	8192

7.9 IEC 谐波测量

表 7.29 PLL 同步源法

PLL 源的基波频率	采样率 (S/s)	相对 FFT 数据长度的窗口宽度 (基波频率)	最大谐波分析次数	采样点数
50Hz	f \times 3072	10	500	30720
60Hz	f \times 2560	12	500	30720

7.10 常规谐波/谐波/IEC 谐波

表 7.30 常规谐波/谐波/IEC 谐波

模式	常规模式谐波	谐波模式谐波	IEC 模式谐波
输入信号	20Hz-99kHz	0.5Hz-5kHz	50Hz 或 60Hz
采样方式	200kHz 非同步采样	锁相环倍频 同步采样	锁相环倍频 同步采样
输出需求	1.采样区间 \geq 250ms, 周期数>10 2.频率源设置正确	1.输入信号为 0.5Hz~5kHz 2. PLL 源设置正确	1.输入信号为 50Hz 或 60Hz 的电网信号 2. PLL 源设置正确
FFT 点数	40000	8192	30720

7.11 FFT 运算功能

表 7.31 FFT 运算功能

参数	描述
运算对象	各输入单元的电压、电流、有功功率和无功功率；接线组 Σ 的有功功率和无功功率；电机输入的扭矩和转速信号
分析数	8 (FFT1~FFT8)
频率分辨率 (Hz)	0.1、0.125、0.2、0.25、0.5、0.625、1、1.25、2、2.5、4、5、10、.20、25、40、50、100、200、250、400、500、1000、2000
窗口功能	矩形窗、汉宁窗、海明窗、布莱克曼窗、平顶窗
显示更新	FFT 测量周期(最长 10s)

表 7.32 支持的 FFT 测量周期

采样率/记录长度	1k 点	5k 点	10k 点	50k 点	100k 点	200k 点	400k 点	500k 点
2MS/s	0.5ms	2.5ms	5ms	25ms	50ms	100ms	200ms	250ms
1MS/s	1ms	5ms	10ms	50ms	100ms	200ms	400ms	500ms
500kS/s	2ms	10ms	20ms	100ms	200ms	400ms	800ms	1s
250kS/s	4ms	20ms	40ms	200ms	400ms	800ms	1.6s	2s
100kS/s	10ms	50ms	100ms	500ms	1s	2s	4s	5s
50kS/s	20ms	100ms	200ms	1s	2s	4s	8s	10s

7.12 周期分析功能

表 7.33 周期分析功能

参数	描述
测量对象	同步源频率、电压、电流、有功功率、视在功率、无功功率、功率因数、转速、扭矩、机械功率
同步源	选择 U、I、Ext Clk、None
测量点数	10~4000 (与输入模块数目有关)
超时时间	24 小时、1~3600s (以秒为单位)
同步源频率范围	0.1Hz ~1kHz

7.13 积分功能

表 7.34 积分功能

参数	描述
模式	可选择手动、标准、循环、标准、实时循环模式
WP± 模式	充电/放电、买电/卖电
计时器	设置定时器，能够自动停止积分 0000h00m00s ~ 10000h00m00s
计数停止	积分时间达到最大积分时间(10000小时)，或积分值达到最大/最小显示积分值 ($\pm 999999M$)，保持积分时间和积分值并且停止积分

续上表

参数	描述
精度	$\pm(\text{功率或电流精度}+\text{时间精度})$
时间精度	$\pm\text{读数的}0.02\%$

7.14 波形采样数据保存功能

表 7.35 波形采样数据保存功能

参数	描述
存储项	电压波形、电流波形、运算波形、FFT 运算数据、转速、扭矩的模拟量、谐波数据、自定义函数
存储模式	常规、实时、积分同步、条件触发
数据类型	数值、波形、数值+波形
文件类型	CSV 格式、PAD 格式
存储	U 盘、内部固态硬盘

7.15 存储

表 7.36 存储

参数	描述
内部固态硬盘容量	240G 存储空间，支持长时间存储：大于 1 万小时(常规)
USB 存储接口	支持 USB 存储接口

7.16 常规特性

表 7.37 常规特性

功能系统	参数描述
电源	100~240VAC 50~60Hz
额定功率	200VA
保险丝	T3AL250V, 慢速型, VDE/UL/CCC 认证
预热时间	≥ 30 分钟
工作环境	5°C 至 40°C, 20%~80% R.H., 无结露
存储温度	-20°C 至 50°C
运输温度	-20°C 至 50°C
VGA 接口	支持 VGA 接口
通讯接口	GPIB、1000Mbit LAN、RS-232、USB2.0 High Speed Device 复合设备、USB2.0 High Speed Host 支持 U 盘、SFP、触发输入/输出、AUX
备用电池	CR2032 锂电池，维持实时时钟运行

续上表

功能系统	参数描述
安全标准	IEC/EN61010-1:2010、IEC61010-2-030:2017、测量 CAT II 1000V, 污染等级 2
EMC 标准	IEC61326-1:2012、EN61326-1:2013
重量	约 12kg (主机、7 个功率单元、国标电源线、测量线、鳄鱼夹、端子, 不包括传感器)

7.17 外观尺寸

PA8000/PA5000H/PA6000H 外形尺寸统一描述如图 7.1 所示。

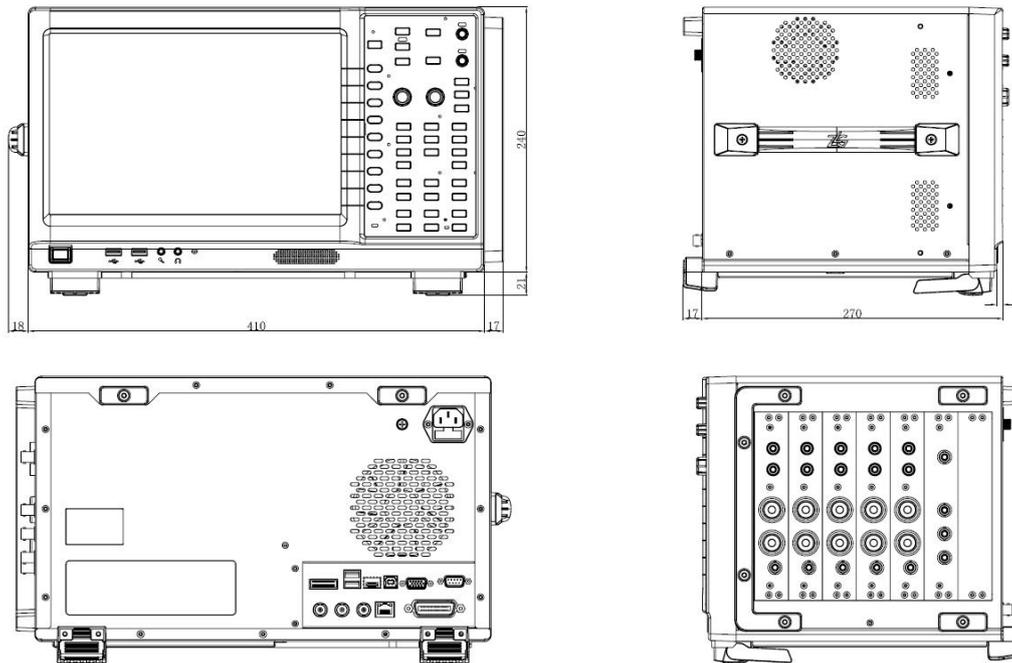


图 7.1 尺寸图

8. 免责声明

本着为用户提供更好服务的原则，广州致远仪器有限公司（下称“致远仪器”）在本手册中将尽可能地向用户呈现详实、准确的产品信息。但鉴于本手册的内容具有一定的时效性，致远仪器不能完全保证该文档在任何时段的时效性与适用性。致远仪器有权在没有通知的情况下对本手册上的内容进行更新，恕不另行通知。为了得到最新版本的信息，请尊敬的用户定时访问致远仪器官方网站或者与致远仪器工作人员联系。感谢您的包容与支持！

附录 A 测量功能符号及含义

测量项目符号	含义
U	电压
I	电流
P	有功功率
S	视在功率
Q	无功功率
Pc	修正功率
Pm	机械功率
λ	功率因数
η	效率
q	q 是正负安时之和
q+	q+是正安时
q-	q-是负安时
WS	伏安时
WQ	乏时
WP	WP 是正负瓦时之和
WP+	WP+是正瓦时，是消耗的瓦时
WP-	WP-是负瓦时，是反馈到电源的瓦时
SyncSp	SyncSp 是同步转速，电机输入单元的一项测量内容
U+pk	电压最大值
U-pk	电压最小值
I+pk	电流最大值
I-pk	电流最小值
CfU	电压峰值因数
CfI	电流峰值因数
ϕ	相位差
ϕU	相对 U 的相位差
ϕI	相对 I 的相位差
Rs	负载电路的串联电阻
Rp	负载电路的并联电阻
Z	负载电路的阻抗
Xs	负载电路的串联电抗
Xp	负载电路的并联电抗
Uhdf	电压谐波畸变因数
Ihdf	电流谐波畸变因数
Phdf	有功功率谐波畸变因数
Uthd	电压总谐波畸变因数
Ithd	电流总谐波畸变因数
Pthd	有功功率总谐波畸变因数
Uthf	电压电话谐波因数

续上表

测量项目符号	含义
Ithf	电流电话谐波因数
Utif	电压电话影响因数
Itif	电流电话影响因数
hvf	谐波电压因数
hcf	谐波电流因数
Upercn (n=1~7)	Upercn 是测量输入单元 n 电压的谐波子组和间谐波子组电压模值占基波电压模值的百分比
Ipercn (n=1~7)	Iperc1~Iperc7 是测量输入单元 1~7 电流的谐波子组和间谐波子组模值占基波电流模值的百分比
Torque	扭矩信号
speed	转速信号
thdV	电压总谐波畸变
thd_ind	感性负载应用
thdCmp	无功补偿设备
tdd	总需量畸变
din	畸变因数
thdc	电流总谐波畸变
pwhd	部分加权谐波畸变
thc	总谐波电流
pohc	高于 21 次的奇次谐波电流
ihc	间谐波含量
tdcv	电压总畸变
tidv	电压总间谐波畸变率
tshdv	电压总次谐波畸变率
tdcc	电流总畸变
tdrc	电流总畸变率
tide	电流总间谐波畸变率
tshdc	电流总次谐波畸变率
V	电压有效值
V1	基波电压有效值
VH	谐波电压有效值
I	电流有效值
I1	基波电流有效值
IH	谐波电流有效值
P	有功功率
P1	基波有功功率
PH	谐波有功功率
Q1	基波无功功率
S	视在功率
S1	基波视在功率
SN	非基波视在功率

续上表

测量项目符号	含义
SH	谐波视在功率
DV	电压畸变功率
DI	电流畸变功率
DH	谐波畸变功率
N	非有功功率
THDV	电压总谐波畸变
THDI	电流总谐波畸变
PF	功率因数
PF1	基波功率因数
HP	谐波污染
P1+	基波正序有功功率
P1-	基波负序有功功率
P10	基波零序有功功率
Q1+	基波正序无功功率
Q1-	基波负序无功功率
Q10	基波零序无功功率
S1+	基波正序视在功率
S1-	基波负序视在功率
S10	基波零序视在功率
Ve	等效电压
Ve1	等效基波电压
VeH	非基波电压
Ie	等效电流
Ie1	等效基波电流
IeH	非基波电流
Se	等效视在功率
Se1	基波等效视在功率
SeN	非基波等效视在功率
SeH	谐波视在功率
DeV	电压畸变功率
DeI	电流畸变功率
DeH	谐波畸变功率
SU	不平衡视在功率
SU1	基波不平衡视在功率
ThdeV	等效电压总谐波畸变
ThdeI	等效电流总谐波畸变
PF1+	基波正序功率因数
LU	负载不平衡
ThdVab	AB 相之间电压 THD
ThdVbc	BC 相之间电压 THD
ThdVca	CA 相之间电压 THD

续上表

测量项目符号	含义
V1+	基波电压正序分量
V1-	基波电压负序分量
V10	基波电压零序分量
I1+	基波电流正序分量
I1-	基波电流负序分量
I10	基波电流零序分量

附录 B 测量功能求法

项目		符号和含义				
常规测量时的测量功能		运算公式和求法				
		关于公式符号的相关信息，请查阅本表格后的注释				
电压 U [V]	真有效值 Urms 校准到有效值的整	Urms	Umn	Udc	Urmn	Uac
	流平均值 Umn 简单平均值 Udc 整流平均值 Urmn 交流成分 Uac	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u_n^2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \times \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u_n $	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u_n$	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N u_n $	$\sqrt{Urms^2 - Udc^2}$
电流 I [A]	真有效值 Irms 校准到有效值的整	Irms	Imn	Idc	Irmn	Iac
	流平均值 Imn 简单平均值 Idc 整流平均值 Irmn 交流成分 Iac	$\sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i_n^2}$	$\frac{\pi}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i_n $	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i_n$	$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N i_n $	$\sqrt{Irms^2 - Idc^2}$
有功功率 P [W]		$\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (u_n \cdot i_n)$ n 为采样点数，由测量区间决定				
视在功率 S [VA]	Type1、Type2	U × I (代数相乘)				
	Type3	$\sqrt{P^2 + Q^2}$				
无功功率 Q [var]	Type1、Type2	$s \times \sqrt{S^2 - P^2}$ 。s 在超前相时为-1、滞后相时为 1				
	Type3	$Q = \sum_{k=\min}^{\max} [U_j(k)I_r(k) - U_r(k)I_j(k)]$ Ur(k)和 Ir(k)是 U(k)和 I(k)的实数部分 Uj(k)和 Ij(k)是 U(k)和 I(k)的虚数部分、只在谐波被正确测量时有效				
功率因数λ		P/S				
相位差φ [°]		$\varphi = \text{atan2}(Q, P)$ 其中 $\text{atan2}(y, x)$ 表示向量 $(\sqrt{x^2 + y^2}, 0)$ 逆时针旋转到 (x, y) 所需的角。				
电压频率 fU (FreqU) [Hz] 电流频率 fI (FreqI) [Hz]		用过零检测测量电压频率(fU)和电流频率(fI) 可以同时测量安装单元的任意 2 个频率，fU 和 fI				
电压最大值 U+pk [V]		每次数据更新周期中的最大值 u(n)				
电压最小值 U-pk [V]		每次数据更新周期中的最小值 u(n)				
电流最大值 I+pk [A]		每次数据更新周期中的最大值 i(n)				
电流最小值 I-pk [A]		每次数据更新周期中的最小值 i(n)				
电压峰值因数 CfU 电流峰值因数 CfI		$CfU = \frac{U_{pk}}{U_{rms}}$ Upk = U+pk 或 U-pk ，取两者较大值		$CfI = \frac{I_{pk}}{I_{rms}}$ Ipk = I+pk 或 I-pk ，取两者较大值		

续上表

项目		符号和含义	
常规测量时的测量功能		运算公式和求法 关于公式符号的相关信息，请查阅本表格后的注释	
修正功率 Pc [W]		IEC76-1(1976),IEEE C57.12.90-1993	IEC76-1(1993)
		$\frac{P}{P1 + P2 \left(\frac{U_{rms}}{U_{mn}} \right)^2}$ <p>P1、P2：适用标准规定的系数</p>	$P \left(1 + \frac{U_{mn} - U_{rms}}{U_{mn}} \right)$
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]	<p>WP WP+ WP-</p> <p>当瓦时积分计算类型为充电/放电时</p> $WP = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (u_n \cdot i_n \cdot \Delta t)$ <p>WP 是正负瓦时之和</p> $WP+ = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (u_n \cdot i_n \cdot \Delta t) (u_n \cdot i_n > 0)$ $WP- = \frac{1}{N} \sum_{n=1}^N (u_n \cdot i_n \cdot \Delta t) (u_n \cdot i_n < 0)$ <p>N 是积分时间内的采样次数，u_n 是第 n 次电压采样值，i_n 是第 n 次电流采样值，Δt 是以小时为单位的时间间隔</p>	<p>当瓦时积分计算类型为卖电/买电时</p> $WP = \sum_{n=1}^N (P_n \cdot T)$ <p>WP 是正负瓦时之和</p> $WP+ = \sum_{n=1}^N (P_n \cdot T) (P_n \cdot T > 0)$ $WP- = \sum_{n=1}^N (P_n \cdot T) (P_n \cdot T < 0)$ <p>N 是积分时间内的采样次数。P_n 是第 n 个更新周期的有功功率，T 是以小时为单位的更新周期</p>

续上表

项目		符号和含义	
	安时 [Ah] q q+ q-	RMS MEAN RMEA N	$q = \sum_{n=1}^N (I_n \cdot T)$ $q+ = \sum_{n=1}^N (I_n \cdot T) (I_n > 0)$ $q- = \sum_{n=1}^N (I_n \cdot T) (I_n < 0)$ <p>N 是积分时间内的更新次数。I_n 是电流信号的第 n 个更新周期的 RMS、MEAN 或 RMEA 值。 T 是以小时为单位的更新周期</p>
积分	安时 [Ah] q q+ q-	DC	$q = \sum_{n=1}^N (i_n \cdot \Delta t)$ $q+ = \sum_{n=1}^N (i_n \cdot \Delta t) (i_n > 0)$ $q- = \sum_{n=1}^N (i_n \cdot \Delta t) (i_n < 0)$ <p>N 是积分时间内的更新次数。i_n 是第 n 次电流采样值。Δt 是以小时为单位的采样间隔</p>
	伏安时 WS[VAh]		$WS = \sum_{n=1}^N (S_n \cdot T)$ <p>S_n 是第 n 个更新周期的视在功率。N 是积分时间内的更新次数</p>
	乏时 WQ[varh]		$WQ = \sum_{n=1}^N (Qn \cdot T)$ <p>Qn 是第 n 个更新周期的无功功率。N 是积分时间内的更新次数</p>
积分	静态功率点跟踪效率 η MPPTS		<p>使用自动搜索的 PPUdT、PPITt 来计算最大功率点跟踪效率时：</p> $\eta_{MPPT, sta} = \frac{\sum_{i=1}^N P[i]}{P_{maxmax}[N]N}$ <p>使用手动设置的 PPUdT、PPITt 来计算最大功率点跟踪效率时：</p> $\eta_{MPPT, sta} = \frac{\sum_{i=1}^N P[i]}{P_{PITt}N}$ <p>每个更新周期长度相等。N 表示当前积分时间内的更新周期个数，i 表示第 i 次更新周期，P[i] 表示第 i 次更新周期的平均功率，$P_{max}[i]$ 表示第 i 次更新周期内的最大瞬时功率值，$P_{maxmax}[N]$ 表示当前积分时间内最大瞬时功率值：</p> $P_{maxmax}[N] = \max(P_{maxmax}[N-1], P_{max}[N])$

续上表

项目		符号和含义				
积分	动态功率点跟踪效率 η_{MPPTD}	使用手动设置的 PPUdT、PPITt 来计算最大功率点跟踪效率时： $\eta_{MPPT, dyn} = \frac{\sum_{i=1}^N P[i]}{P_{PPUDT, N}}$ 每个更新周期长度相等。N 表示当前积分时间内的更新周期个数，i 表示第 i 次更新周期，P[i] 表示第 i 次更新周期的平均功率， $P_{max}[i]$ 表示第 i 次更新周期内的最大瞬时功率值				
	$WS\Sigma[VAh]$	$WS\Sigma = \sum_{n=1}^N (S\Sigma n \cdot T)$ $S\Sigma n$ 是第 n 个更新周期接线组的视在功率。N 是积分时间内的更新次数				
Σ 功能	$WQ\Sigma[varh]$	$WQ\Sigma = \sum_{n=1}^N (Q\Sigma n \cdot T)$ $Q\Sigma n$ 是第 n 个更新周期接线组的无功功率。N 是积分时间内的更新次数				
	$\lambda\Sigma$	$\lambda\Sigma = \frac{P\Sigma}{S\Sigma}$				
	$\varphi\Sigma[^\circ]$	$\varphi\Sigma[^\circ] = \cos^{-1} \left(\frac{P\Sigma}{S\Sigma} \right)$				
常规测量时的测量功能		运算公式和求法 关于公式符号的相关信息，请查阅本表格后的注释				
Σ 功能	接线方式	单相 3 线制 1P3W	三线 3 线制 3P3W	3 电压 3 电流表法 3P3W(3V3A)	三线 4 线制 3P4W	
	$U\Sigma[V]$	(U1 + U2)/2		(U1 + U2 + U3) / 3		
	$I\Sigma[A]$	(I1 + I2)/2		(I1 + I2 + I3) / 3		
	$P\Sigma[W]$	P1 + P2			P1 + P2 + P3	
	$S\Sigma[V]$	TYPE1	S1 + S2	$\frac{\sqrt{3}}{2} (S1 + S2)$	$\frac{\sqrt{3}}{3} (S1 + S2 + S3)$	S1 + S2 + S3
		TYPE2	$\sqrt{P\Sigma^2 + Q\Sigma^2}$			
	$Q\Sigma[var]$	TYPE1	Q1+Q2			Q1 + Q2 + Q3
		TYPE2	$ Q = \sqrt{S\Sigma^2 - P\Sigma^2}$			
TYPE3		Q1+Q2			Q1 + Q2 + Q3	
$Pc\Sigma[var]$	Pc1 + Pc2			Pc1 + Pc2 + Pc3		

续上表

常规测量时的测量功能		运算公式和求法		
关于公式符号的相关信息，请查阅本表格后的注释				
	WPΣ[Wh]	WPΣ	WP1+WP2	WP1+WP2+WP3
		WP+Σ	WP+1 + WP+2	WP+1 + WP+2 + WP+3
		WP-Σ	WP-1 + WP-2	WP-1 + WP-2 + WP-3
Σ 功能	qΣ[Ah]	qΣ	q1 + q2	q1 + q2 + q3
		q+Σ	q+1+ q+2	q+1+ q+2 + q+3
		q-Σ	q-1+ q-2	q-1+ q-2+ q-3
电机 测量 功能	电机输出效率 Eff		Eff = Pm / Pin	
	电机损耗 Loss		Loss = Pin - Pm	
	电机输入功率 Pin		Pin = Uin × Iin	

注:

- u(n)表示电压的瞬时值(电压信号的采样数据);
- i(n)表示电流的瞬时值(电流信号的采样数据);
- AVG[]是在测量区间内对[]里的采样数据进行平均计算。功率分析仪有两种平均方法，选择哪种由数据更新周期决定;
- PΣA和PΣB分别表示接线组ΣA和ΣB的有功功率。分配到接线组ΣA和ΣB的输入单元因功率分析仪安装的单元数量和选择的接线方式的类型而异;
- 表格中的输入单元1、2、3组成接线方式时，在UΣ、IΣ、PΣ、SΣ、QΣ、PcΣ、WPΣ、qΣ的运算公式中表示为数字1、2、3。表格中如果是单元2、3、4组成接线组，请用2、3、4分别替换1、2、3;
- 功率分析仪的S、Q、λ、φ通过电压、电流和有功功率的测量值运算求得(但选择TYPE3时，Q由采样数据直接求得)。如果输入失真波形，从本仪器获得的测量值与从其它使用不同测量原理的仪器得到的测量值之间可能存在差异;
- 计算Q[var]时，当电流相位超前电压时，Q值为负(-); 电流相位滞后电压时，Q值为正(+)。QΣ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。

赋能高效测试，共创美好生活

Empower efficient testing, co-create a better life



致远仪器官方微信

VOL005