

PA4000
功率分析仪
用户手册



077-0820-00

Tektronix

PA4000
功率分析仪
用户手册

固件版本 1.0.037

www.tektronix.com

077-0820-00

Tektronix

Copyright © Tektronix. 保留所有权利。许可软件产品由 Tektronix、其子公司或提供商所有，受国家版权法及国际条约规定的保护。

Tektronix 产品受美国和外国专利权（包括已取得的和正在申请的专利权）的保护。本文中的信息将取代所有以前出版的资料中的信息。保留更改技术规格和价格的权利。

TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。

Tektronix 联系信息

Tektronix, Inc.
14150 SW Karl Braun Drive
P.O. Box 500
Beaverton, OR 97077
USA

有关产品信息、销售、服务和技术支持：

- 在北美地区，请拨打 1-800-833-9200。
- 其他地区用户请访问 www.tektronix.com，以查找当地的联系信息。

保证声明

Tektronix 保证，本产品自发货之日起三 (3) 年内不会出现材料和工艺缺陷。如果在保修期内证明任何此类产品有缺陷，Tektronix 将会选择对缺陷产品进行维修或更换，不收部件和人工费用。Tektronix 作保证用途的部件、模块和更换产品可能是全新的，或者经修理具有相当于新产品的性能。所有更换的部件、模块和产品将成为 Tektronix 的财产。

为得到本保证声明承诺的服务，客户必须在保修期内向 Tektronix 通报缺陷，并为服务的履行做适当安排。客户应负责包装缺陷产品并托运到 Tektronix 指定的维修中心，同时预付运费。如果产品运送到 Tektronix 维修中心所在国之内的地点，Tektronix 应支付向客户送返产品的费用。如果产品送返到任何其他地点，客户应负责支付所有的运费、关税、税金及任何其他费用。

本保证声明不适用于由于使用不当或者维护保养不当或不足所造成的任何缺陷、故障或损坏。Tektronix 在本保证声明下没有义务提供以下服务：a) 修理由非 Tektronix 服务代表人员对产品进行安装、修理或维护所导致的损坏；b) 修理由于使用不当或与不兼容的设备连接造成的损坏；c) 修理由于使用非 Tektronix 提供的电源而造成的任何损坏或故障；d) 维修已改动或者与其他产品集成的产品（如果这种改动或集成会增加产品维修的时间或难度）。

本保证由 TEKTRONIX 关于本产品而订立，用于替代任何其他的明示或暗示的保证。TEKTRONIX 及其供应商拒绝对用于特殊目的的适销性或适用性做任何暗示的保证。对于违反本保证的情况，TEKTRONIX 负责修理或更换有缺陷产品是提供给客户的唯一和独有的补救措施。无论 TEKTRONIX 及其供应商是否被预先告知可能发生任何间接、特殊、意外或引发的损坏，TEKTRONIX 及其供应商对这些损坏都不负有责任。

[W4 - 15AUG04]

目录

常规安全概要	vi
合规性信息	viii
EMC 合规性	viii
安全合规性	ix
环境注意事项	x
前言	xiii
特性和功能	xiii
装箱物品	xiii
附件	xiv
准备使用	1
开始之前 - 安全性	1
开机	2
全局、组和通道参数的概念	3
连接到被测产品	4
默认测量	6
导航结果屏幕	7
导航菜单系统	7
屏幕帮助	8
前面板操作	9
前面板布局	9
快速查看按钮	9
软键	18
操作和字母按钮	19
数字和公式按钮	20
将数据记录到存储设备	20
连接信号	22
输入概述	22
连接简单的变流器	23
连接外部电阻分流器	24
将变换器与电压输出相连接	26
连接变压器/电压变换器	27
为外部变换器供电	28
菜单系统	29
导航	29
菜单项	29
主菜单	29
测量	29
测量配置	32
模式	35

输入	38
图形和波形	43
接口	44
数据记录	46
数学	46
系统配置	49
用户配置	50
远程操作	52
概述	52
连接 RS232 系统	52
连接 USB 系统	52
连接以太网系统	52
连接 GPIB 系统（可选）	52
状态报告	53
命令列表	55
IEEE 488.2 标准命令和状态命令	56
通道和组命令	58
设备信息命令	59
测量选择与读取命令	60
测量配置命令	63
模式设置命令	67
输入设置命令	69
图形和波形命令	74
接口命令	74
数据记录命令	76
数学命令	76
系统配置命令	77
用户配置命令	80
发送和接收命令	80
通信示例	81
软件	84
PA4000 下载软件	84
技术规格	86
测量通道	86
电源输入	86
机械性与环境	87
可选部件	87
通信端口	87
辅助输入/输出	90
主机 / 客户端端口	91
测量参数	91

单相三线 SUM 公式.....	93
三相四线 SUM 公式.....	93
测量准确度	93
索引	

图目录

表目录

表 1: 相位测量..... 91

常规安全概要

详细阅读下列安全性预防措施，以避免人身伤害，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。

只有合格人员才能执行维修过程。

使用此产品时，可能需要接触到大系统的其他部分。请阅读其他组件手册的安全性部分中的有关操作此系统的警告和注意事项。

避免火灾或人身伤害

使用合适的电源线。 请只使用本产品专用并经所在国家/地区认证的电源线。

正确连接并正确断开连接。 探头或测试导线连接到电压源时请勿插拔。

正确连接并正确断开连接。 连接电流探头或断开电流探头的连接之前请将被测电路断电。

将产品接地。 本产品通过电源线的接地导线接地。为避免电击，必须将接地导线与大地相连。在对本产品的输入端或输出端进行连接之前，请务必将本产品正确接地。

遵守所有终端额定值。 为避免火灾或电击，请遵守产品上的所有额定值和标记。在对产品进行连接之前，请首先查阅产品手册，了解有关额定值的详细信息。

对任何终端（包括公共终端）施加的电压不要超过该终端的最大额定值。

断开电源。 电源开关可以使产品断开电源。请参阅有关位置的说明。不要挡住电源开关；此电源开关必须能够随时供用户使用。

切勿开盖操作。 请勿在外盖或面板打开时运行本产品。

怀疑产品出现故障时，请勿进行操作。 如果怀疑本产品已损坏，请让合格的维修人员进行检查。

远离外露电路。 电源接通后，请勿接触外露的线路和元件。

使用合适的保险丝。 只能使用为本产品指定的保险丝类型和额定指标。

请勿在潮湿环境下操作。

请勿在易燃易爆的环境中操作。

请保持产品表面清洁干燥。

请适当通风。 有关如何安装产品使其保持适当通风的详细信息，请参阅手册中的安装说明。

本手册中的术语 本手册中可能出现以下术语：



警告：“警告”声明指出可能会造成人身伤害或危及生命安全的情况或操作。

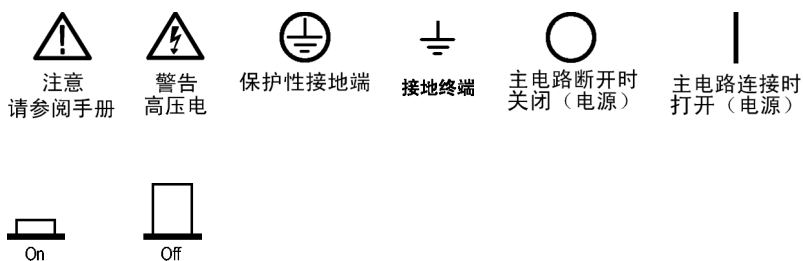


注意：“注意”声明指出可能对本产品或其他财产造成损坏的情况或操作。

产品上的符号和术语 产品上可能出现以下术语：

- “危险”表示当您阅读该标记时会立即发生的伤害。
- “警告”表示当您阅读该标记时不会立即发生的伤害。
- “注意”表示可能会对本产品或其他财产带来的危险。

产品上可能出现以下符号：



合规性信息

本部分列出仪器遵循的 EMC（电磁兼容性）、安全和环境标准。

EMC 合规性

EC 一致性声明 - EMC

符合 2004/108/EC 指令有关电磁兼容性的要求。经证明符合《欧洲共同体官方公报》中所列的以下技术规格：

EN 61326-1 2006: 测量、控制和实验室用电气设备的 EMC 要求。 1 2 3

- CISPR 11:2003。放射和传导辐射量，组 1，A 类
- IEC 61000-4-2:2001。静电放电抗扰性
- IEC 61000-4-3:2002。射频电磁场抗扰性
- IEC 61000-4-4:2004。电气快速瞬变/突发抗扰性
- IEC 61000-4-5:2001。电源线路浪涌抗扰性
- IEC 61000-4-6:2003。传导射频抗扰性
- IEC 61000-4-11:2004。电压骤降和中断抗扰性

EN 61000-3-2:2006: 交流电源线谐波辐射

EN 61000-3-3:1995: 电压变化、波动和闪变

欧洲联系方式:

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
United Kingdom (英国)

EC 一致性声明 - EMC

符合 2004/108/EC 指令有关电磁兼容性的要求。经证明符合《欧洲共同体官方公报》中所列的以下技术规格：

EN 61326-1:2006、EN 61326-2-1:2006: 测量、控制和实验室用电气设备的 EMC 要求。 1 2 3

- CISPR 11:2003。放射和传导辐射量，组 1，A 类
- IEC 61000-4-2:2001。静电放电抗扰性
- IEC 61000-4-3:2002。射频电磁场抗扰性
- IEC 61000-4-4:2004。电气快速瞬变/突发抗扰性
- IEC 61000-4-5:2001。电源线路浪涌抗扰性

- IEC 61000-4-6:2003。传导射频抗扰性
- IEC 61000-4-11:2004。电压骤降和中断抗扰性⁴

EN 61000-3-2:2006: 交流电源线谐波辐射

EN 61000-3-3:1995: 电压变化、波动和闪变

欧洲联系方式:

Tektronix UK, Ltd.
Western Peninsula
Western Road
Bracknell, RG12 1RF
United Kingdom (英国)

- 1 本产品仅在非居民区内使用。在居民区内使用可能造成电磁干扰。
- 2 当该设备与测试对象连接时，可能产生超过此标准要求的辐射级别。
- 3 为确保符合上面列出的 EMC 标准，应使用高质量的屏蔽接口电缆。
- 4 性能标准 C 应用于 70%/25 周期电压跌落以及 0%/250 周期电压中断测试水平 (IEC 61000-4-11)。

安全合规性

EC 一致性声明 - 低电压

经证明符合《欧洲共同体官方公报》中所列的以下技术规范：

低电压指令 2006/95/EC。

- EN 61010-1: 2001。对用于测量控制和实验室的电气设备的安全性要求。

美国国家认可的测试实验室列表

- UL 61010-1:2004, 第 2 版。电气测量和测试设备的标准。

加拿大认证

- CAN/CSA-C22.2 No. 61010-1:2004。测量、控制和实验室用电气设备的安全性要求。第 1 部分。

其他合规性

- IEC 61010-1: 2001。测量、控制和实验室的电气设备的安全性要求。

设备类型

测试和测量设备。

安全级别

1 级 - 接地产品。

污染度说明

对产品周围和产品内部环境中可能出现的污染的一种量度。通常认为产品的内部环境与外部环境相同。产品只应该在其规定环境中使用。

- 污染度 1。无污染或仅出现干燥、非导电性污染。此类别的产品通常进行封装、密封或置于干净的房间中。
- 污染度 2。通常只发生干燥、非导电性污染。偶尔会发生由凝结引起的临时传导。典型的办公室/家庭环境属于这种情况。只有当产品处于非使用状态时，才会发生临时凝结。
- 污染度 3。导电性污染或者因凝结而变为导电性污染的干燥、非导电性污染。此类场所为温度和湿度不受控制的建有遮盖设施的场所。此类区域不受阳光、雨水或自然风的直接侵害。
- 污染度 4。通过导电性的尘埃、雨水或雪而产生永久导电性的污染。户外场所通常属于这种情况。

污染度

污染度 2（如 IEC 61010-1 中定义）。注：仅适合在室内使用。

安装（过压）类别说明

本产品的端子可能有不同的安装（过压）类别名称。安装类别包括：

- 测量类别 IV。用于低压安装电源处进行的测量。
- 测量类别 III。用于建筑安装中进行的测量。
- 测量类别 II。用于电路直接与低压安装相连时对电路进行的测量。
- 测量类别 I。用于电路不直接连接到市电时对电路进行的测量。

过压类别

过压类别 II（如 IEC 61010-1 中的定义）。

环境注意事项

本部分提供有关产品环境影响的信息。

产品报废处理

回收仪器或组件时，请遵守下面的规程：

设备回收：生产本设备需要提取和使用自然资源。如果对本产品的报废处理不当，则该设备中包含的某些物质可能会对环境或人体健康有害。为避免将有害物质释放到环境中，并减少对自然资源的使用，建议采用适当的方法回收本产品，以确保大部分材料可以得到恰当的重复使用或回收。



此符号表示该产品符合欧盟有关废旧电子和电气设备（WEEE）以及电池的 2002/96/EC 和 2006/66/EC 号指令所规定的相关要求。有关回收方式的信息，请查看泰克网站（www.tektronix.com）上的 Support/Service（支持/服务）部分。

有害物质限制 根据分类，本产品属于监视控制设备，不在 2002/95/EC RoHS 指令范围之列。

前言

特性和功能

Tektronix PA4000 是一款功能强大且丰富的精密功率分析仪。PA4000 专为各类电气产品提供清晰且准确的电功率和电能测量，既是一款简单易用的台式仪器，又是一款快速且可编程的自动测试接口。

基本特性

- 测量瓦特、伏特、安培、伏安和功率因数。持续保持准确，即使在失真波形上。
- 电压、电流和瓦特标准为 100 次谐波。
- 1 至 4 条通道，实现多相位测量。
- 快速访问结果、图形和菜单。
- 内置 30 A 和 1 A 分流器。
- 从毫瓦至兆瓦的测量范围。
- 明亮的彩色显示屏。
- 完备的计算机接口，包括 RS232、USB、GPIB（可选）和以太网。
- 将数据记录到 USB 存储设备。
- ± 15 V 电源，用于外部变换器（可选）。
- 简单易用的菜单系统，提供上下文相关帮助。
- 内置数学屏幕，可以操作和显示任何结果。最适合效率等测量。

装箱物品

以下物品随 PA4000 一同提供。

请确认您的装箱物品齐全，否则请尽快向泰克供应商报告任何缺少的物品。

- PA4000 功率分析仪机箱，包含模拟卡和任何其他已订购的选件。
- 各个模拟卡均提供一致性和校准证书。
- 光盘，包含用户手册和校准数据。
- 电源线。

- 每个模拟卡均提供 2 对测量线。
- 1 根 USB 电缆。



警告： 为避免受伤，仅使用随 PA4000 一同提供的安全测量线。

附件

有关可提供的附件，请参阅 www.tek.com。其中包括如下：

- 备用测量线组
- 各类电流互感器，将量程从 $< 1 \text{ mA}$ 扩大至 1200 A
- 适用于 2 mm 外部分流器输入的连接器
- 通信线（RS232 等）

准备使用

开始之前 - 安全性

连接功率分析仪前，请仔细阅读并遵守以下警告声明。



警告： 为避免可能发生的电击或人身伤害，请务必：

- 将功率分析仪连接到有源电路，确保功率分析仪内的端子和某些部件已通电。
- 如果可能，请先打开电路后再与功率分析仪建立连接。
- 连接电路前，确保未超过最大测量电压和最大接地电压（1000 V_{rms}，CAT II）。
- 请勿使用不符合相关安全标准的引线和附件，否则可能会因触电而导致严重人身伤害或死亡。
- 分流器和导线使用时会产生热量，因而表面可能会灼伤皮肤。

合格人员

本产品仅可以由合格人员操作。因此，人员必须熟悉安装、组装、连接、检查连接和操作分析仪，以及必须受过以下方面的培训：

- 按照适用安全标准打开/关闭、启用、接地和识别电路与服务/系统。
- 按照适用的安全标准维护和操作相应安全装置。
- 急救知识。

确保所有使用设备的人员均已阅读并完全理解《操作人员手册》和安全说明。

安装

- 电源连接必须符合这些范围/值：100 - 240 V，50/60 Hz。
- 设备仅可以在某些环境条件下使用。确保实际的环境条件符合本手册规定的容许条件。
- 确保安装本产品时其电源线可以随时连接，还便于断开。

每次使用之前

- 确保电源线和连接电缆以及与本产品配合使用的所有附件和被连接设备均处于正常工作状态且干净整洁。
- 确保任何与设备配合使用的第三方附件均符合适用的 IEC61010-031 / IEC61010-2-032 标准，并适合相应的电压量程。

连接顺序



警告： 为避免可能发生的电击或人身伤害，请务必：

使用测量电路测量主电源线时，接地电压不得超过 CAT II 环境中的 $1000 V_{\text{rms}}$ 。

为安全起见，将电路连接到功率分析仪时，请按照下述的顺序继续操作：

1. 将功率分析仪电源线连接到正确接地的电源插座。功率分析仪现在已连接到保护接地线。
2. 打开功率分析仪电源。
3. 按照全部说明并根据本手册中的连接示意图连接测量电路。

使用期间

- 连接工作至少需要两个人，以小组形式工作。
- 如果您检查到机壳、控件、电源线、连接线或被连接设备受到任何损伤，请立即将设备与电源断开。
- 如果您怀疑设备操作是否安全，则立即关闭设备和相关附件，保证它们不会因疏忽而打开，然后让合格的维修人员维修。

开机

1. 确认功率分析仪状况良好，无任何损坏迹象。
2. 按照“开始之前 - 安全性”部分说明的连接顺序操作。（见第1页）
3. 将前面的电源开关按至“开”（I）。
 - PA4000 将启动开机顺序。这大约需要 15 秒钟。
 - 开机期间会显示 PA4000 序列号和固件版本。
4. 现在，仪器可以使用了。

全局、组和通道参数的概念

组的定义 使用多相功率分析仪时，常常需要将测量通道链接在一起。这被称为组合。在某一组内，一个通道将作为组中所有其他通道的频率源和基准。组合常用于 3 相电机测量等应用中。通道 1 和 2 可以组合在一起以测量输入功率，而通道 3 和 4 可以组合在一起以测量输出功率。有关对通道应用组合的详细信息，请参阅菜单系统章节的接线部分。（见第38页，*接线*）

全局、组和通道设置 PA4000 有许多不同的设置影响结果外观和实际结果。为使仪器更易于操作，设置可能会影响一个或多个参数。根据参数的情况，其影响或使用范围可能是全局、每组或每通道的层面。下面分别说明影响测量和结果的参数。

全局设置 全局设置影响所有测量。下列设置为全局：

- 消隐（见第49页，*消隐*）
- 平均（见第49页，*平均*）
- 更新速率（见第49页，*更新速率*）
- 自动归零（见第49页，*自动归零*）

全局设置将显示在 System Configuration 菜单的下面。

组设置 每组设置影响组中的每个通道。受影响的设置包括：

- 测量（见第29页，*测量*）
- 测量配置（即，谐波次数、THD、DF 和 TIF 设置）。（见第32页，*测量配置*）
- 模式（见第35页，*模式*）
- 接线（见第38页，*接线*）
- 量程（见第40页，*量程*）
- 分流器选择（见第41页，*分流器*）
- 频率源
- 带宽（见第42页，*带宽*）

通道设置 通道设置与任何组合完全无关。下列设置均基于每通道：

- 标度系数（见第42页，*标度*）

设置的参数是每组或每通道的参数时，组或通道将显示在菜单的顶部。若要更改组或通道，请使用左右箭头的硬键。

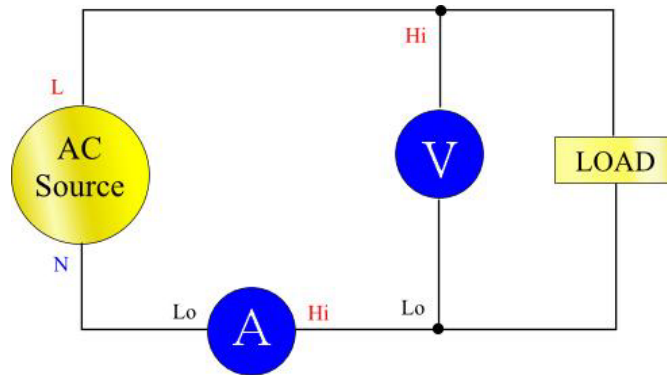
连接到被测产品

PA4000 可以直接使用每个模拟卡后部的 4 mm 端子测量高达 1000 V_{rms} CAT II 和 30 A_{rms} 或 1 A_{rms}。有关量程外测量（低或高功率），请参阅使用电流和电压变换器的信息。（见第22页，*连接信号*）

若要测量功率，请将 PA4000 测量端子与电源电压并联并与负载电流串联，如下所示。



警告： 为避免受伤，请始终使用与随附电缆一样的优质安全电缆，且使用前请确认其未受损坏。





- 将交流电源火线连接到 Vhi (1) 端子
- 将交流电源零线连接到 Vlo (2) 端子
- 将负载零线连接到 30 A Ahi (4) 或 1 A A1a (6) 端子
- 将电源零线连接到 Vlo (5) 端子

对于用插头连接的单相产品，连接被测产品最简单且最安全的方法是使用 Tektronix Break Out Box。它提供一个用于连接产品的接线插座及 4 个用于直接连接 PA4000 端子的 4 mm 插座，如上文所述。

导航结果屏幕

若要滚动测量行，请使用上面的两个软键向上滚动和翻页，使用下面的两个软键向下滚动和翻页：



上一页

上一行

下一行

下一页

若要放大查看结果，可以使用显示屏左侧的 [ZOOM] 键。它循环提供 3 种不同的缩放级别，包括：

- 每列 12 个结果，共 4 列
- 每列 6 个结果，共 2 列
- 每列 3 个结果，共 1 列

如果要查看的列多于屏幕一次可显示的列数（例如：4 列模式下显示 6 列结果），则可以使用显示屏左侧的左右箭头键。



PA4000 提供固定或自动量程选项。默认为自动量程。如果选择了固定量程或者输入信号的峰值大于量程，则会出现超量程的情况。结果屏幕会指示出这种情况，使超量程通道中的所有结果不断闪烁。另外，“Vrms”和/或“Arms”也会闪烁，指示超量程情况属于电压通道，还是电流通道，或者两者皆有。

导航菜单系统

通过菜单系统可以全面访问 PA4000 的全部设置。若要访问菜单系统，请按黄色 [MENU] 键。

若要随时返回测量显示屏，再次按 [MENU] 键或按 [Result] 键即可。

菜单系统启用时，显示屏右侧的 5 个软键可用于导航和选择选项。菜单键列表位于手册的软键部分。（见第18页，*软键*）










如果进入的菜单显示组或通道的名称，这表示设置仅适用于已显示的组或通道。若要移至另一个组或通道，请使用左右箭头键。




示例：选择要显示的测量

用户可能要执行的首个任务之一是更改显示的测量列表。

在显示屏上选择测量：

1. 按 [MENU]（显示菜单）
2. 按  查看测量列表。标有  的测量会按显示的顺序显示。
3. 使用  和  键选择要显示的测量，并按  显示测量。
4. 如果要更改显示测量的顺序，首先选择要移动的测量，然后按 。选择栏将变为红色。
5. 使用  和  移动测量，然后按  接受新位置。

若要删除所选测量，请将其选中并按 。

提示：

若要恢复默认列表，请参阅“用户配置菜单”。（见第50页，*用户配置*）

说明： 根据所选模式，某些测量将无法选择。（见第35页，*模式*）下文详述有关选择测量的内容。（见第29页，*测量*）

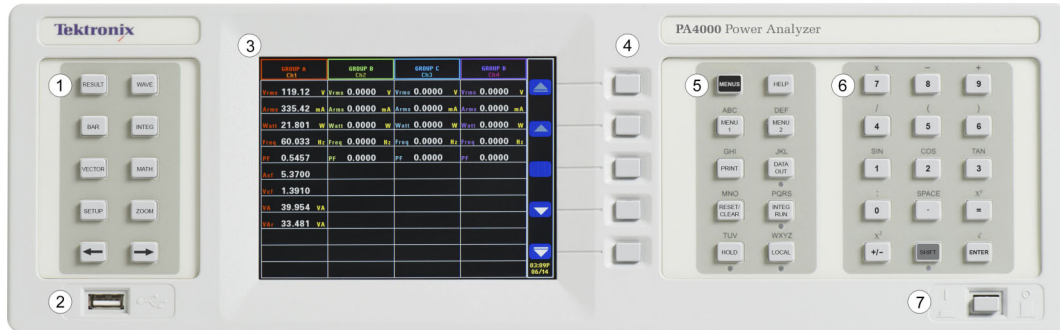
屏幕帮助

通过菜单系统的屏幕帮助，用户可以随手获取有关主题的简要帮助信息。例如，按 [MENU] 按钮，然后按 [HELP] 按钮，便会显示主菜单上的帮助。再次按 [HELP] 按钮，便会移除帮助，返回到上一个屏幕。

用户进入菜单系统后在某一屏幕上需要帮助时，只需按下 [HELP] 按钮便可获取有关主题的简要帮助信息。不是每一屏幕每一层级都有帮助，因此，如果按下 [HELP] 按钮时未显示任何帮助，则此层级不提供帮助。

前面板操作

前面板布局



1. 快速查看按钮
2. 用于存储设备的 USB 接口，便于通信（需要可选的以太网/USB 卡）
3. 640 x 480 TFT 显示屏
4. 5 个软键
5. 操作和字母按钮
6. 数字和公式按钮
7. 前面板开/关。

快速查看按钮

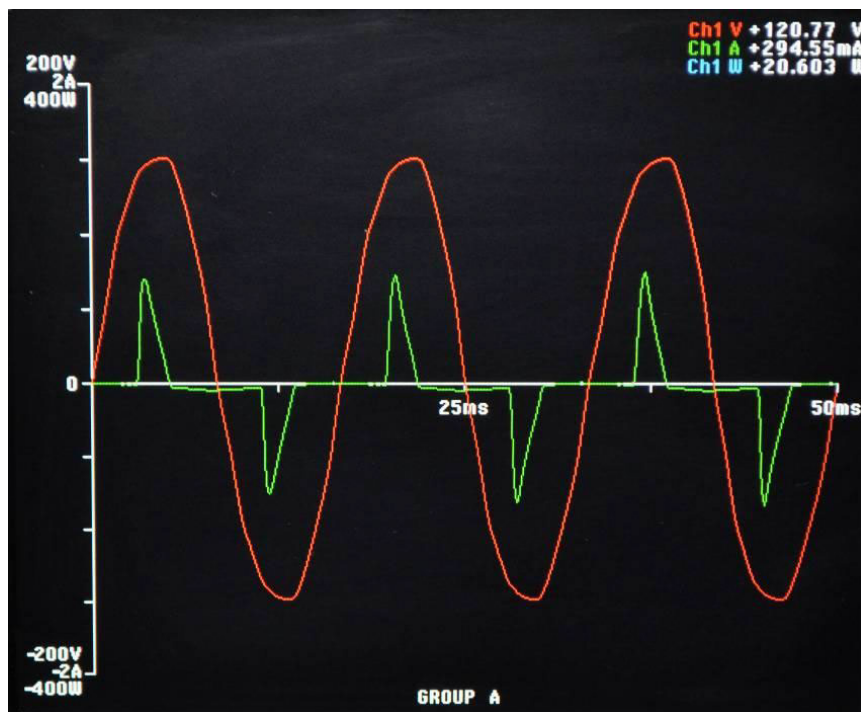
显示屏的左侧为快速查看按钮。通过这些按钮可以轻松访问各种不同的显示内容。

前 7 个键更换显示屏以显示不同信息：

- [Results] - 显示标准结果屏幕
- [Wave] - 显示波形
- [Bar] - 显示谐波条形图
- [Integ.] - 显示积分器波形
- [Vector] - 显示矢量图
- [Math] - 显示从数学菜单配置的数学结果
- [Setup] - 显示一个显示设备当前配置的屏幕

任意按下其中一个键，便会将显示屏更换为相应的显示屏。再次按下则不会起作用。

波形屏幕 波形键会对连续操作模式下的测量数据显示波形。



波形屏幕由两个分区组成。显示屏的右上方是组中每个通道的伏特、安培和瓦特值。通道的标签用颜色编码，以匹配波形。（见第43页，*图形和波形*）即使不是波形，也会显示测量结果。

这些测量结果的下面是以 x 和 y 为轴划分的实际波形。

按显示屏左侧的 [WAVE] 按钮可以查看波形。还可以这样选择要查看的波形，按 [MENU] 选择 Graphing and Waveforms 再选择 Waveforms，随后是要显示为波形的实际选项：Vrms、Arms 或 Watts。

波形选择按组完成。这意味着只有指定组内的信号可以显示在相同的波形图上。

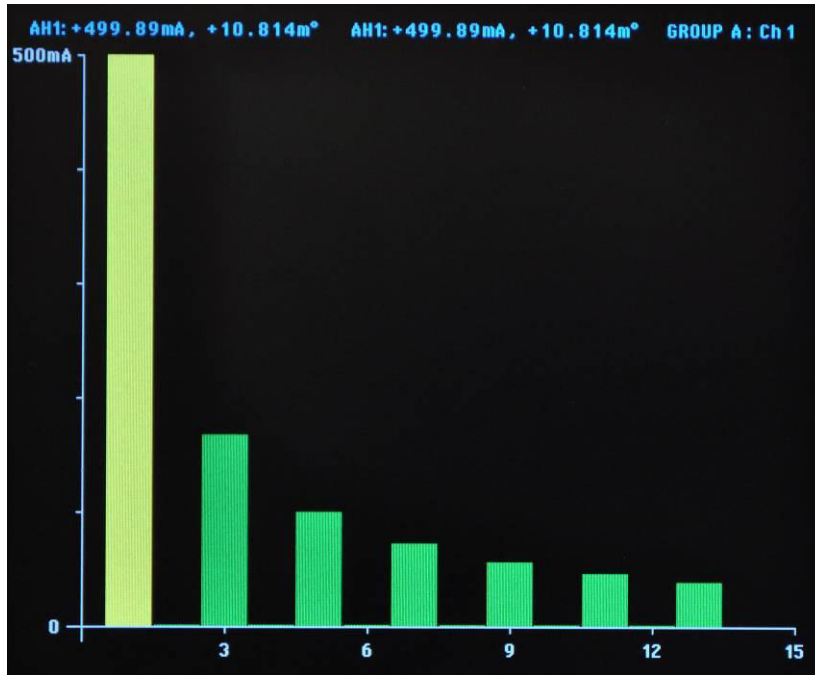
使用显示屏左下方的左右箭头键更改组。这样可以更改用于波形选择的组和显示的波形。

绘制波形时，组的相位参考信号以 X 和 Y 轴的交点为起点。选择显示或不显示参考波形不会影响其他波形的的位置。例如，如果以通道 1 伏特值为相位参考，而通道 1 安培值又滞后 90 度，但是未显示通道 1 伏特值，则通道 1 安培值仍然以 90 度滞后为起点。

对于 x（时间）轴，量程是所显示最低频率信号的时长的两倍，四舍五入到以 1、2 或 5 开始的时间。例如，如果 50 Hz 是最低频率，则周期的两倍是 40 ms，因此时基是 50 ms。如果任何显示的波形（即，全部直流）上均没有测量到频率，则会将 500 ms 用作时基。

对于 y 轴，检查属于同一单位（伏特、安培或瓦特）的所有通道显示时的量程。最大量程是使用的量程。

条形图屏幕 条形图以条形图的形式显示伏特、安培或瓦特谐波信息。



用于显示的数据基于通道所在组的谐波设置。所有软键操作均基于每组。左右箭头硬键用于更换通道 (← →)。

谐波不需要以条形图显示谐波作为结果显示。如果从未显示和配置过谐波，则条形图将基于默认谐波设置。

每个图形的最上方有 2 个读数。第一个是基值（用测量单位表示）和相角。第二个结果是单位与其显示在结果屏幕（组的用户设置定义的百分比或绝对值）上时相同的高亮显示谐波以及相角。无论是否其显示在结果屏幕上，都会显示相角。

2 个读数旁边是说明组和条形图所反映通道的文字。

使用左右箭头软键可以选择单次谐波。选中的谐波为黄色，与绿色相对比。左右箭头只能更改当前组的谐波选择。如果显示屏显示的仅是一个条形图，则使用这一选择就相当简便。当用户随后使用左右硬键更换到下一通道时，选中的谐波将基于查看前一通道时可能发生的变化。

对于 x 轴，即使有可能高达 400，但谐波值可显示的最大数也为 50。显示的谐波值由相应组的谐波序列和量程来决定。例如，如果将单位配置为显示奇偶数谐波最高至第 50 次，则会显示 50 次谐波。如果仅为奇数谐波，最高至第 19 次，则会显示 10 次谐波。

如果要显示的谐波次数少于 50，则会将它们展开布满图形允许的宽度。如果用户选择要显示的谐波超过 50 次，则左右箭头软键将用于滚动谐波，达到第 50 次谐波结果后会更换轴标签。

下面详细说明软键：



切换谐波，显示顺序为伏特、安培再到瓦特，最后返回伏特。基于每组工作。



更换谐波，依次向右（高阶）选择。



更换谐波，依次向左（低阶）选择。



跳到谐波设置菜单。

积分器屏幕

积分器屏幕可以在图形上显示积分结果。（见第36页，*积分器模式*）一次可以显示以下一项结果：

1. 瓦小时
2. 伏安小时
3. 无功伏安小时
4. 安培小时
5. 平均瓦数
6. 平均功率因数
7. 伏特
8. 安培
9. 瓦特
10. 基本伏安小时 (VAHf)
11. 基本无功伏安小时 (VArHf)
12. 校正值 VAr

使用积分器本身时，将结果分组显示。这意味着绘图线的最大数为 4，会在三相四线系统中出现并提供 SUM 结果。在组的限制范围内可以选择从显示屏中添加或删除绘图线。例如，可以选择查看通道 1 结果和 SUM 结果。提供这种选择有两个原因。首先，在平衡的三相系统中，每个通道的积分读数都非常类似，因此绘图线会一条覆盖在另一条上。这样会引起混淆。其次，还是在平衡的三相系统中，如果将通道结果和 SUM 结果显示在同一张图上，通道绘图不会高于 y 轴最多 1/3 处。删除 SUM 结果并重标度 y 轴可以更好地解决通道绘图问题。

显示屏的最上方是组中每个通道（包括 SUM 通道）的读数。读数与在积分器波形设置屏幕中选择的要显示在屏幕上的结果相同，也就是，如果绘图是瓦小时（Whr），则读数也是瓦小时（Whr）。

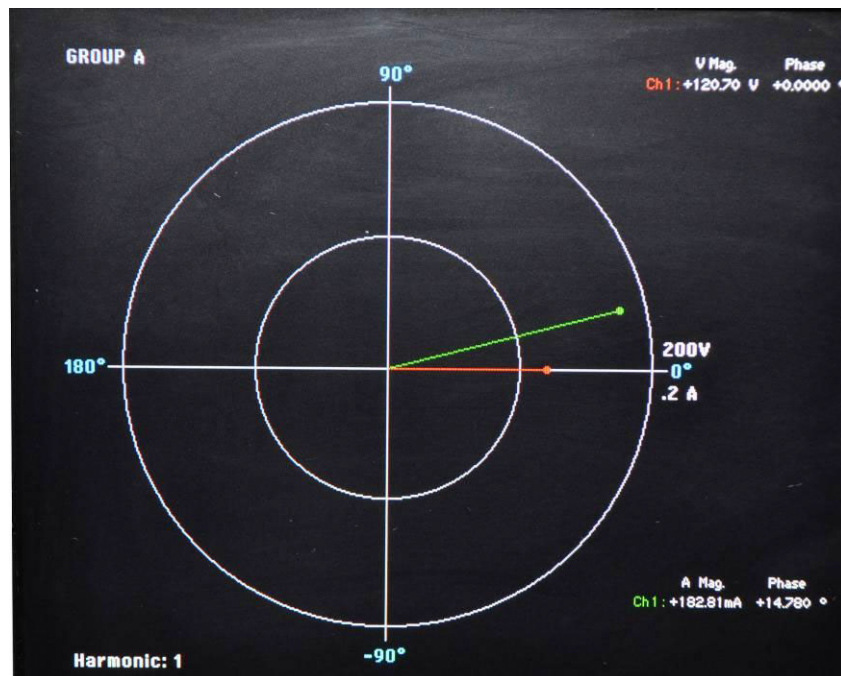
绘图的颜色始终与通道指示器相同。

只要显示着积分图，按左右箭头硬键便可更换到组结果。若只有一个组为积分器模式，则图形不会更换。

x 和 y 轴均自动标度。对于 y 轴，时间将随积分时间的增加而自动变化。这样可以最好地查看图形。

只要进行积分，按下 [INT] 软键便可更改绘图。这会直接将用户转至选择了相应组的积分器波形设置菜单。

矢量图 矢量图以矢量图形式显示伏特、安培或伏安谐波信息之一。



矢量基于每组显示。显示屏左侧的左右硬键用于更改当前显示的组。当前组以相应的组颜色显示在左上角。

左右软键用于更改当前显示的谐波次数。可用于显示的谐波与结果屏幕中的谐波相同。有两点不同。第一，如果结果屏幕配置为将幅度以基波的百分比形式显示，则仍会使用绝对幅度。由此可以使组中每个通道的所选谐波幅度之间实现真正的比较。第二，如果用户没有要显示谐波，则仍会使用谐波设置。因此，提供了一种不用显示谐波即可查看谐波信息的快速方法。






[V/A] 最上方软键切换显示屏，显示顺序为仅伏特矢量、仅安培矢量到伏特和安培两种矢量。

显示的每个矢量均以不同颜色显示。图形可以一次显示最多 6 个矢量。这会适用于显示伏特和安培的三相四线配置。

除显示矢量线外，矢量的幅度和相角也显示在矢量图的右侧。即使不显示矢量也可以显示电压和电流信息。

幅度基于显示组时的最大量程（在自动量程中，通道可以在不同量程上）。更改谐波次数时量程不会改变，从而可以在谐波次数之间进行可视比较。

下面详细说明软键：

	切换矢量，显示顺序为仅伏特、仅安培到伏特和安培两者。基于每组工作。
	更换谐波向量，依次向右（高阶）显示。基于每组工作。
	更换谐波向量，依次向左（低阶）显示。基于每组工作。
	无动作。
	跳到谐波设置菜单。跳到相应组。

数学屏幕

数学屏幕用于显示用户配置的值。为此，只需选择易读屏幕上显示的所需值，或者选择通过数学方法控制以显示所需值的基本测量即可。

Math			
CH1VRMS	120.71 v	FN2	0.0000
FN3	0.0000	FN4	0.0000
FN5	0.0000	FN6	0.0000
FN7	0.0000	FN8	0.0000

可以定义最多 30 个数学函数，标记为 FN1 至 FN30。每个函数可以指定以下信息：

- 名称 - 用户友好的名称，最多 10 个字符。（默认为与标签相同，即 FN1）。在菜单中，函数标签总是显示在函数的用户名称旁边。
- 单位 - 用户友好的单位，比如 W 代表瓦特。（默认为空白）。u、m、k、M 等标度将相应地添加到单位中。单位最多 4 个字符。
- 公式 - 实际的数学公式，最多 100 个字符。

有关更多信息，请参阅“数学”。（见第46页，数学）

设置屏幕

按 [Setup] 按钮访问设置屏幕。有两个屏幕。第一个屏幕显示通道和组的当前信息，以及消隐和通信设置等项目。

Analyzer Configuration				
	Channel 1	Channel 2	Channel 3	Channel 4
V Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
I Scaling	1.000	1.000	1.000	1.000
Ext.Shunt Scal.	1.000	1.000	1.000	1.000
V Ext.Phase Comp.	0.000	0.000	0.000	0.000
I Ext.Phase Comp.	0.000	0.000	0.000	0.000
V Range	200V	200V	200V	200V
I Range	1A	1A	1A	1A
	GROUP A	GROUP B	GROUP C	GROUP D
Wiring	1 Phase 2 Wire	1 Phase 2 Wire	1 Phase 2 Wire	1 Phase 2 Wire
Mode	Normal	Normal	Normal	Normal
V Range	200V	200V	200V	200V
I Range	1A	1A	1A	1A
Shunt	Internal(30A)	Internal(30A)	Internal(30A)	Internal(30A)
Freq. Source	Volts	Volts	Volts	Volts
Phase Ref.	Volts	Volts	Volts	Volts
Freq. Range	10Hz - 50kHz	10Hz - 50kHz	10Hz - 50kHz	10Hz - 50kHz
Bandwidth	High	High	High	High
Press -> for instruments information				





第二个屏幕显示仪器配置，包括设备上上次验证和调节时间、设备序列号和固件版本等信息，以及已安装模拟卡的相关信息。

Analyzer Configuration				
Serial Number	100010200012			
Firmware version	1.000.036			
Language	English			
	Serial Number	Hardware Rev.	Last Verified	Last Adjusted
Main Card	090018500027	7		
Channel 1	090018100077	6	03-30-2012	05-03-2012
Channel 2	090018100093	6	03-30-2012	05-03-2012
Channel 3	090018100085	6	03-30-2012	05-03-2012
Channel 4	090018100070	6	03-30-2012	05-03-2012
Press <- for user information				

软键

软键用于提供上下文相关的功能。在许多屏幕中，常规软键图像用于提供常规功能。常规软键显示如下。如果软键上的符号为灰色，则表示已达到该键的限制。例如，如果到达结果的最上方，则向上箭头将为灰色。有关专用软键的详细信息，请参阅本手册的相关章节。

	上一页
	向上移动一个结果/菜单行/帮助文本行
	无功能
	向下移动一个结果/菜单行/帮助文本行
	下一页
	进入前一菜单
	进入所选菜单
	在列表中上移或下移所选测量
	将所选测量上移一行
	将所选测量下移一行
	选择高亮显示的项目

	取消
	保存结果
	删除光标左侧的一个字符
	清除文本输入

操作和字母按钮

软键的右侧是操作键，同样具有输入字母字符的功能。

- [Menu] - 打开和关闭屏幕菜单。菜单始终位于最上层。
- [Help] - 根据当前显示屏打开与上下文相关的屏幕帮助。显示帮助时，除了已配置的软键外，任意按下其他键均不会产生作用。再次按 [Help] 将取消帮助屏幕。
- [Menu 1] / [ABC]、[Menu 2] / [DEF] - 这些键可以快速访问设置菜单。显示菜单时任意按住其中一个键 2 秒钟，便会将菜单与所按键相链接。例如，如果显示电压量程菜单时按住 [Menu 1]，则在显示任何其他屏幕时按下 [Menu 1] 便会显示电压量程菜单。
- [Print] / [GHI] - 将显示的结果发送到指定打印机/设备，其中可以是 USB 打印机、RS232 打印机或记忆棒。尚未实现。
- [DATA OUT (DATA DUMP)] / [JKL] - 按下此键会启动或停止数据日志。如果正在记录数据，则该键下面的 LED 指示灯将闪烁。
- [Reset / Clear] / [MNO] - 该键的功能根据仪器的配置而定。它可以清除最小/最大保持结果和重置积分器。
- [Integ. Run] / [PQRS] - 按下此键会启动或停止积分器。如果积分器正在运行，则该键下面的 LED 指示灯将闪烁。
- [HOLD] / [TUV] - 如果按下，屏幕上的结果将停止更新。再次按下可以使结果继续变化。如果暂停显示，则 [HOLD] 键下面的红色 LED 指示灯将亮起。如果积分器正在运行，则值仍会累计。
- [LOCAL] / [WXYZ] - 只要仪器通过 USB、GPIB、以太网或 RS232 接收通信，前面板便会锁定。按 [LOCAL] 键会恢复对前面板的控制。前面板锁定时，[LOCAL] 键下面的黄色 LED 指示灯将亮起。

上述按键分别具有备选功能，用蓝色高亮显示。若要使用这些功能，必须按 [SHIFT] 键。基本上，以此可以使用字母在菜单内输入文本。每次按下相同的键，输入的字母将按照键上显示的顺序变化。如果 1 秒内未按下按键或者按下其他键，则光标将移至下一个位置。

数字和公式按钮

小键盘数字区的主要用途是输入数字和公式。按键如下：

- [7] / [x] - 数字 7 或与 [SHIFT] 同时按下为乘号。
- [8] / [-] - 数字 8 或与 [SHIFT] 同时按下为减号。
- [9] / [+] - 数字 9 或与 [SHIFT] 同时按下为加号。
- [4] / [/] - 数字 4 或与 [SHIFT] 同时按下为除号。
- [5] / [(] - 数字 5 或与 [SHIFT] 同时按下为左括号。
- [6] / [)] - 数字 6 或与 [SHIFT] 同时按下为右括号。
- [1] / [SIN()] - 数字 1 或与 [SHIFT] 同时按下为 SIN 函数。
- [2] / [COS()] - 数字 2 或与 [SHIFT] 同时按下为 COSINE 函数。
- [3] / [TAN()] - 数字 3 或与 [SHIFT] 同时按下为 TAN 函数。
- [0] / [:] - 数字 6 或与 [SHIFT] 同时按下为冒号。
- [.] / [SPACE] - 小数点或与 [SHIFT] 同时按下为空格。
- [=] / [xy] - 等号或与 [SHIFT] 同时按下为 X 的 Y 次幂。
- [+/-] / [x2] - 加号或减号或与 [SHIFT] 同时按下为 x 的平方。
- [SHIFT] - 启用数字和常规按键上的蓝色切换选项。
- [ENTER] / [√] - 输入或与 [SHIFT] 同时按下为平方根。

将数据记录到存储设备

PA4000 可用于将数据记录到 USB 闪存驱动器。设备将全部选择的测量结果记录到逗号分隔值 (CSV) 格式文件中，并将这些文件存储在连接的 USB 闪存驱动器上。每秒记录一次结果。

启用数据记录前，将 USB 闪存驱动器插入 PA4000 前面的 USB 主机端口中。后面的端口不能用于闪存驱动器。



注意： 如果数据记录启用时取下 USB 闪存驱动器，则会损坏数据。

记录数据

启动数据记录时请按下 [DATA OUT (DATA DUMP)] 键。按键下面的 LED 每秒闪烁一次，指示正在进行数据记录。停止数据记录时请按下 [DATA OUT (DATA DUMP)] 键。只要 LED 指示灯熄灭后，便可安全取下驱动器。

数据存储和格式

数据将记录到 PA4000 在 USB 闪存驱动器上创建的目录中。创建的目录结构包括所用 PA4000 序列号的最后五位数和开始数据记录的日期。文件名会反映数据记录的开始时间（格式为 24 小时制），并使用 .CSV 扩展名。

例如，如果序列号为 100010200001 的 PA4000 于 2011 年 12 月 31 日下午 2:18:56 开始数据记录，则目录树将如下所示。

```
Root Dir\ PA4000 \00001\11-12-31\14-18-56.csv
```

文件的第一部分包含一个用于标识序列号使用的仪器和数据记录开始时间的标头。

第二部分包含 PA4000 组配置的信息。其中包括组索引、组名称、组的通道数量及组返回结果的数量。

文件的第三部分包含当前所选的每个测量的列标头。后面的列将包含当前所选测量的索引集，与 PA4000 屏幕上显示的顺序相同。下面举出一个返回数据的示例。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1									
2	Serial Num	100008200001							
3	Firmware	1.000.028							
4	Start Date	10/16/2011							
5	Start Time	10:43:03							
6									
7	Group	Name	# of Ch.	# of Res.					
8	1	GROUP A	1	6					
9									
10									
11	Index	Time	Vrms	Arms	Watt	Var	Freq	PF	CH1VRMS(V)
12	1	10:43:04	1.10E+02	1.96E-01	1.19E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
13	2	10:43:05	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
14	3	10:43:06	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
15	4	10:43:07	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
16	5	10:43:08	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
17	6	10:43:09	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.58E-01	1.10E+02
18	7	10:43:10	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
19	8	10:43:11	1.10E+02	1.96E-01	1.20E+01	1.78E+01	6.00E+01	5.57E-01	1.10E+02
20									

数据记录时还返回数学结果。这些结果位于通道结果的后面。仅返回已启用的数学结果。列名称由函数名称和用户指定的单位组成。

有关更多信息，请参阅“USB 主机”（见第88页，*USB 主机*）

连接信号

输入概述



警告： 为避免可能发生的电击或人身伤害，请务必：

- 请勿接触没有接地的接口、内部电路或测量设备。
- 请始终遵守连接顺序的相关说明（见第2页，*连接顺序*）

从 PA4000 后面将信号连接到 PA4000。如下所示，每个模拟卡都有多个输入。



1. 高电压接口
2. 低电压接口
3. T1AH、250 V 保险丝，用于保护 1 A 分流器
4. 30 A 高电流接口
5. 低电流接口（通常连接到 30 A 和 1 A 分流器）

6. 1 A 高电流接口
7. 外部分流器高电流输入
8. 外部分流器低电流输入
9. ± 15 V 电源，给外接变换器（可选）供电。

电压 高达 $1000 V_{\text{rms}}$ 的电压可以直接连接到 PA4000 后面的蓝色和黄色 4 mm VHI 和 VLO 安全插座上。

电流 PA4000 有两个内置分流器。第一个分流器允许最高 $30 A_{\text{rms}}$ 、200 A 峰值电流直接连接到 PA4000 的每个测量通道后面的黑色和黄色 4 mm AHI 和 ALO 安全插座上。第二个分流器允许最高 $1 A_{\text{rms}}$ 、5 A 峰值电流直接连接到同样位于每个测量通道后面的蓝色 1A 和蓝色安全插座上。

外部电流输入 外部电流输入接受最高 ± 3 V 的电压，与被测电流成比例。此输入允许连接各种外部电流变换器，从低毫安级分流器到兆安级变流器均可。根据变换器的不同类型，可以将 PA4000 进行标度以读取正确电流。（见第38页，*输入*）

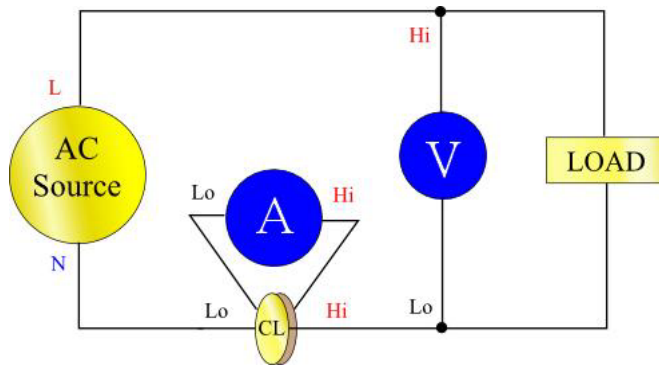
电流变换器的选择取决于：

- 被测电流，包括峰值和瞬态。
- 要求的准确度。
- 要求的带宽：除非波形是完全的正弦曲线，否则将需要带宽超过基频。
- 是否有直流存在。
- 方便连接 - 也就是，使用钳口变流器，打开钳口即可在固定接线绝缘套管中进行快速连接。
- 变换器对电路的影响。

连接简单的变流器

若要使用类似于 Tektronix CL 系列（或任何其他配有电流输出的变换器）的传统变流器（CT），请将 PA4000 的标准 AHI 和 ALO 输入连接到变流器的输出。为安全使用和安装变换器，请按照制造商的使用说明操作。根据变流器的输出电平，需要在 30 A AHI 输入和 1 A AHI 输入之间进行选择。选择时请根据预期的变流器输出动态范围来定。

通常，变换器的正极或 HI 输出将用箭头或 + 号来标出。将该端子连接到 PA4000 的相应 AHI 输入。



电流标度

变流器产生与被测负载电流成比例的输出电流。例如，Tektronix CL200 产生的输出电流是被测电流的 1/100。

若要在 PA4000 上测量正确的电流，请使用分析仪的标度功能来标度 CT 输出电流或与之相乘。

例如，CL200 是 100:1 CT。测量 100A 时，其输出为 1A。若要在 PA4000 上标度这一指标，必须输入刻度系数 100：

按 [MENU]

选择 'Inputs' 并按

选择 'Scaling' 并按

选择 'Amps' 并按

使用 键清除输入内容。

键入新的刻度系数 (100)

按

按 [MENU] 返回到测量显示屏。

PA4000 现在可以使用 CT 进行测量了。

连接外部电阻分流器

使用电阻分流器是扩展 PA4000 电流量程的一种直接方法。分流器电阻与负载串联，通过分流器的电压与电流成正比。

电压可以与 PA4000 的外部电流输入直接连接。

例如，1 毫欧分流器用于测量 200 A rms。

1. 检查将产生的电压是否适合 PA4000

$$V = I \times R \text{ (欧姆定律)}$$

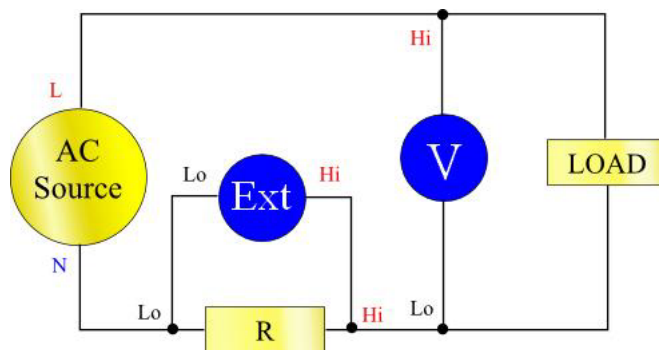
$$V_{\text{shunt}} = I \times R_{\text{shunt}}$$

$$V_{\text{shunt}} = 200 \times 0.001 \text{ 欧姆}$$

$$V_{\text{shunt}} = 0.2 \text{ V}$$

这最适合 PA4000 外部电流输入的 3 Vpk 额定值范围

2. 如图所示，将分流器与负载串联，然后连接到 EXT-HI 和 EXT-LO 输入。



移除与标准 ALO 端子的任何连接！



警告： 与标准 AMPS 端子的连接会产生高电压。

若要避免误差和发生电击风险，请移除 ALO 的所有连接。PA4000 内部已连接 EXT-LO 和 ALO，因此，与 AHi、ALo 和 A1A 的连接会产生与 EXT-LO 相同的电势。

为达到最佳抗噪性，EXT-LO 应直接连接到 ALO。

3. 设置 PA4000 从 EXT-HI 和 EXT-LO 端子测量电流。按“MENU”

按 [MENU]

选择 ‘Inputs’ 并按

选择 ‘Shunts’ 并按

选择 ‘External’ 并按

按 [MENU] 返回到测量显示屏。




4. 在显示屏上标度测量。

默认刻度是 1 V = 1 A。


此例中， $R = 0.001$ 欧姆。将标度系数指定为“安培/伏特”，因此此例中的标度系数为 1000。

若要为电流输入标度系数：

按 [MENU]

选择   ‘Inputs’ 并按 

选择   ‘Scaling’ 并按 

选择   ‘External Shunt’ 并按 

使用  键清除输入内容。

键入新的刻度系数 (100)

按 

按 [MENU] 返回到测量显示屏。

PA4000 现在可以使用外部分流器进行测量了。

将变换器与电压输出相连接




这些变换器包含有助于提高带宽性能的有源电路。它们可能采用“霍尔效应”技术，或者属于罗戈夫斯基线圈类。

步骤类似于上述安装外部分流器的步骤。

1. 为安全使用和安装变换器，请按照制造商的使用说明操作。
2. 将电压输出连接到上述 PA4000 通道的 EXT-HI 和 EXT-LO 端子。
3. 选择上述的 ‘Inputs’ - ‘Shunts’ - ‘External’ 。

按 [MENU]

选择   ‘Inputs’ 并按 

选择   ‘Shunts’ 并按 

选择   ‘External’ 并按 

按 [MENU] 返回到测量显示屏。

4. 选择并输入刻度系数。这些类型的变换器通常以 mV / amp 为额定值。例如，输出为 $100\text{mV} / \text{amp}$ 的变换器相当于 100 毫欧姆的外部分流器电阻。若要将额定标度从伏特/安培转换为理想的安培/伏特，请计算该值的倒数。使用上述的示例， $100 \text{ mV} / \text{Amps}$ 等于 $10 \text{ Amps} / \text{Volt}$ 。

按 [MENU]

选择   ‘Inputs’ 并按 

选择   ‘Scaling’ 并按 

选择   ‘External Shunt’ 并按 

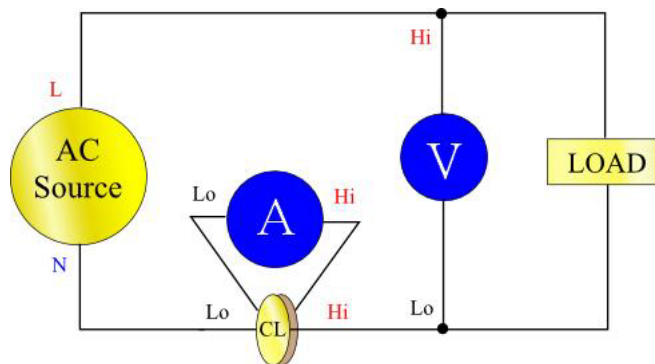
使用  键清除输入内容。

键入新的刻度系数（如 0.1）

按 

5. 按“MENU”返回到测量显示屏。

PA4000 现在可以使用配有电源输出的电流变换器进行测量了。



连接变压器/电压变换器

PA4000 可以使用变压器 (VT) 或其他变换器扩展其测量范围。为安全使用和安装变换器，请按照制造商的使用说明操作。




将变换器的输出连接到标准 VHI 和 VLO 端子。通常，变换器的正极或 HI 输出将用箭头或 + 号来标出。将该端子连接到 PA4000 的 VHI 输入。

电压标度 变压器 (VT) 产生与被测电压成比例的电压输出。

若要在 PA4000 上测量正确的电压，请使用分析仪的刻度功能来标度 VT 输出电流或与之相乘。

例如，使用 1000:1 VT 测量时，必须使用 1000 的刻度系数。

按 [MENU]

选择   ‘Inputs’ 并按 

选择   ‘Scaling’ 并按 

选择   ‘Volts’ 并按 

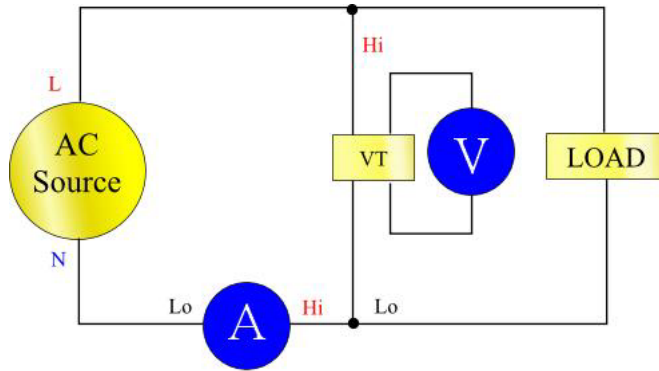
使用  键清除输入内容。

键入新的刻度系数 (1000)

按 

按 MENU 返回到测量显示屏。

PA4000 现在可以使用 VT 进行测量了。



为外部变换器供电

为给外部变换器供电，PA4000 可以提供可选的 $\pm 15\text{ V}$ 电源。电源可以在每个模拟卡上提供每轨 250 mA 的电流（ $+15\text{ V}$ 时为 250 mA 和 -15 V 时为 250 mA ）。连接器位于每个模拟输入的旁边，十分方便。

如果购买了 $\pm 15\text{ V}$ 电源选件，则会随附 4 个配套连接器（Tektronix 部件编号 56-598）以帮助建立连接。这些连接器均为 Wago 231-303/026-000。

菜单系统

导航

PA4000 的菜单是一种用于控制分析仪的系统，功能强大又易于使用。有关如何访问和使用菜单系统的概述，请参阅本手册的快速入门部分。（见第7页，*导航菜单系统*）

如需 PA4000 随时提供帮助，请随时按 HELP 键。

菜单项

若要打开或关闭菜单系统的显示屏，请随时按“MENU”键。

主菜单

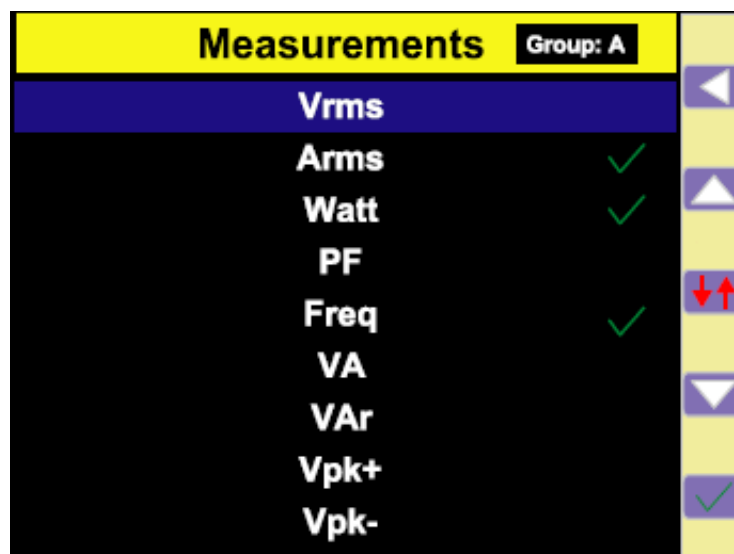
若要选择菜单，请按 MENU 键。

测量

默认： V_{rms} 、 A_{rms} 、Watt、VA、PF 和 Freq。

用户可以设置测量显示在屏幕上的顺序。这以每组为基础。测量可以按任何顺序分组显示，包括谐波。然而，谐波结果始终按区块显示，即所有电压谐波将根据参数集以连续的区块形式显示。

标准测量屏幕如下所示：



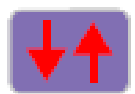
在测量屏幕上，即可选择测量作为结果显示，也可更改结果显示的顺序。进入测量屏幕时，会提供以下可用的软键：



返回顶层



向上选择或上至列表顶部



移动测量



向下选择或下至列表底部



选择测量作为屏幕上的结果，或者取消选择测量

或



若要导航至所需结果，请使用上下箭头软键。当前选择会用蓝色高亮显示的测量来表示。

如果选中结果，则在列表的右边处显示一个绿色的选中标记。如果未选中，则没有选中标记。

结果屏幕显示所有选中的结果，顺序与其显示在测量列表上的顺序相同，记住列表只适用于选中的组。

说明： 除非组为“积分器”模式，否则不能选择积分测量。这些测量包括：

小时
瓦小时
伏安小时
无功伏安小时
安培小时
平均瓦数
平均 PF
校正的无功伏安
基本伏安小时 (VAHf)
基本无功伏安小时 (VArHf)

如果需要更改结果的顺序，则应导航至所需结果，然后单击“移动测量”软键。按下移动测量键时，高亮显示条将从蓝色变为红色。

然后，软键将发生如下变化：



返回顶层。取消移动，用户将返回主菜单屏幕。



向上移动所选测量（如果已经为列表顶部，则为灰色）。



取消移动，将测量放回在开始移动前其所在的位置。

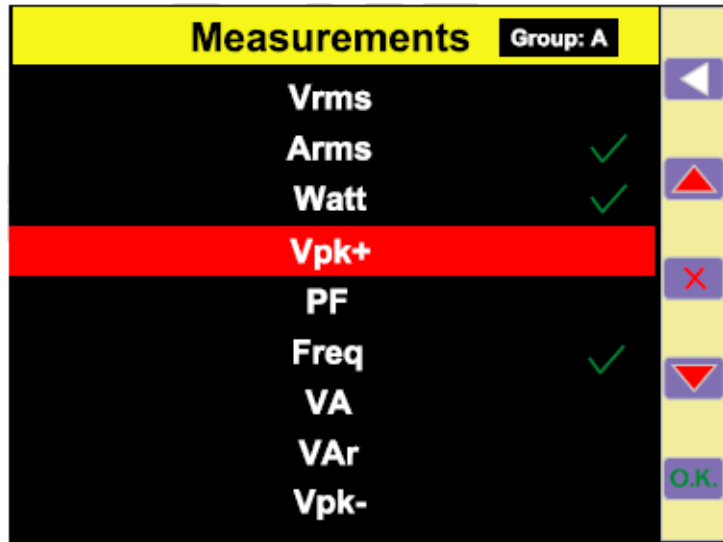


向下移动所选测量（如果已经为列表底部，则为灰色）。



将测量放在所选位置。软键将变回标准测量屏幕键。

下面举出一个移动测量的示例：



测量配置

测量配置菜单包含设置伏特和安培谐波以及伏特和安培 THD、DF 和 TIF 读数的菜单。在测量菜单中，这些测量已被选中。另外，测量配置菜单可以选择 SUM 通道列及最小和最大保持值列。

顶层菜单由以下部分组成：

- 谐波设置
- 失真设置
- 最小保持值列
- 最大保持值列
- SUM 列

谐波设置

谐波菜单项下有单独的电压、电流和瓦特菜单，可以进行以下设置：

- 谐波序列 - 奇偶数谐波或仅奇数谐波（默认为奇偶数）。
- 量程 - 1 至 100（默认为 7）
- 格式 - 基波绝对值或百分比（默认为绝对值）
- 显示相角 - 打开或关闭（默认为打开）（仅限伏特和安培）

选择要显示的谐波结果时对失真计算中使用的谐波数据没有影响。

有关更新速度，请参阅本手册的“用户配置”部分。（见第50页，*用户配置*）仪器无法对每 100 ms 的电压、电流和瓦特计算和显示 100 次谐波。

失真设置 “失真设置”行项目下分别有 Vdf（失真系数）、Vthd（总谐波失真）、Vtiff（电话影响因数）、Adf、Athd 和 Atiff 菜单。

失真系数: “失真系数”公式（以前称为“差值公式”）包括高频和噪音的影响。如果 RMS 不低于基数，则此等式只产生有效数。如果基数大于 RMS，则显示屏将显示 ‘----’。

这些公式是：

$$Vdf = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{V_{rms}^2 - V_{h01}^2} \times 100\%$$

及

$$Adf = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{A_{rms}^2 - A_{h01}^2} \times 100\%$$

参考值可以是基本读数或 rms 读数。默认参考为基数。

总谐波失真 (THD): THD（总谐波失真）是一种测量波形失真的方法。

在电压和电流下，总谐波失真（THD）测量菜单可以设置以下参数：

- 谐波参考 - 基波或 RMS（默认为基波）。
- 谐波序列 - 奇偶数谐波或仅奇数谐波（默认为奇偶数）。
- 量程 - 2 至 100（默认为 7）。这是计算中使用的最后一次谐波。如果指定了仅奇数谐波并将“范围”设置为偶数，则前一谐波将是最后一个使用的谐波。
- 谐波归零 - 不包括或包括（默认为不包括）

对于失真设置和谐波设置，无论是否实际显示读数，数值都会被记录。例如，如果要显示的谐波次数从 7 更改至 13，那么关闭后再打开显示电压谐波不会影响此设置。

电压和电流 THD 的公式为：

$$Vthd = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (Vh_n)^2} \times 100\%$$

及

$$Athd = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (Ah_n)^2} \times 100\%$$

THD 低于 5% 时，总谐波失真公式（以前称为级数公式）会求出更准确的谐波本底噪声。选择 THD 公式时，请务必将 MAX HARMONICS 设置设定为适当的大数以求出有效结果。谐波数越大，计算的准确度越高。

电话影响因数 (TIF): TIF 代表电话影响因数，是正常电话线路带宽内的 THD 频率加权测量。这是测量电源电路中电压或电流失真干扰相邻电话线路情况的方法。TIF 测量是 ANSI C50.13 “旋转电机 - 圆柱转子同步发电机”等标准的要求，最常用于备用发电机和 UPS。TIF 测量中包含的谐波是 1 至 73 的奇偶数谐波。

电压和电流 TIF 的公式为：

默认参考 = 基数

$$Vtif = \frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (k_n \times Ah_n)^2}$$

及

$$Atif = \frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (k_n \times Ah_n)^2}$$

加权因数 (K) 为：

Harm	k ⁿ	Harm	k ⁿ	Harm	k _n
1	0.5	21	6050	41	10340
3	30	23	6370	43	10600
5	225	24	6650	47	10210
6	400	25	6680	49	9820
7	650	27	6970	50	9670
9	1320	29	7320	53	8740
11	2260	30	7570	55	8090
12	2760	31	7820	59	6730
13	3360	33	8830	61	6130
15	4350	35	8830	65	4400
17	5100	36	9080	67	3700
18	5400	37	9330	71	2750
19	5630	39	9840	73	2190

最小和最大保持值列

对于最大和最小保持值菜单，可以单独启用或禁用各列。若要重置列中显示的值，请按 [RESET] 键。此外，每次启用最小或最大保持值列时，都会重置这两列的值。

求和结果列

SUM 结果显示在组中最后一个通道的后面（如果需要，此通道后面还可以显示最大和最小结果）。SUM 最大值显示在 SUM 结果的右侧，求和最小值相应地显示在求和结果的左侧。

除单相两线 (1P2W) 外，SUM 结果可用于所有接线配置。（见第38页，接线）

模式

默认：正常

模式用于以特定方式设置仪器，从而可以进行某些类型的测量。这些特定模式提供所有必要的过滤和特殊的配置参数，这些参数是测量某些应用中发现的特定信号所必需的。

模式应用于组。例如，在日光灯镇流器应用中，组 A 可以在正常模式下测量输入功率，组 B 可以在镇流器模式下测量输出功率。

目前有三种可用模式。包括：

- 正常 (Normal) - 此模式用于信号一致且不需要特殊测量方法的大多数功率测量。
- 镇流器 (Ballast) - 此模式用于配置组以便在复杂的镇流器输出调制波形上进行测量。
- 待机电源 (Standby Power) - 此模式在用户指定的测量周期内积分瓦特、安培、VA 和 PF 读数。这是许多待机电源标准的要求。

通常，选定某一模式后必须使仪器强制进入一种特定的运行方式。例如，选择镇流器模式后会强制进入高带宽状态。在这些情况下会发生两件事情：

- a. 返回到正常模式时会恢复任何更改的设置
- b. 强制执行设置后，当 PA4000 处于非正常模式时，操作人员无法更改

正常模式

在正常模式下，不使用特殊测量方法。正常模式适合于大部分功率应用，且为默认模式。

镇流器模式

在现代电子照明设备镇流器中，由于输出信号是受到电源频率严重调制的高频波形，因此通常很难进行准确测量。镇流器模式提供了一种将测量周期锁定到电源频率的方式。

选择镇流器模式后，需要设置功率传输时的基频。通常为 50、60 或 400Hz。在 Modes -> Setup Modes-> Ballast Setup 下可以查找设置屏幕。然后，分析仪会使用它来调整测量窗口，以适应指定的频率。

因此，仪器返回的频率是基本电源频率，而不是镇流器开关频率。这也是谐波分析使用的频率。

选择镇流器模式后，组的频率范围设置为“>10Hz”，带宽设置为“高”。这些设置锁定在镇流器模式中，一旦返回正常模式，这些设置也将恢复。

待机电源模式

在用户需求和能效法规的推动下，测量产品处于待机模式的功耗需求越来越高。IEC 62301 是最广泛使用的测量标准之一。此标准的一部分要求对电源进行长周期测量，不错过任何短期电源事件。PA4000 待机电源模式可以对电压和电流进行连续取样，以便在用户指定的周期内得出准确的瓦特测量结果。

在待机模式中，必须以秒为单位指定积分窗口。然后，瓦特、安培、功率因数和 VA 将在指定的周期内进行积分。所有其他结果将以用户指定的标准更新速率进行更新。

积分周期取决于指定窗口与单位更新速率这两种组合的情况。（见第49页，*更新速率*）这是因为结果将在更新速率的整数倍上进行积分。例如，如果更新速率为 0.5 秒（默认），则积分周期将始终与指定速率完全一样。然而，如果需要 0.4 秒的更新速率，则积分周期将在 1.2 秒和 0.8 秒之间切换。

为实现更准确的测量，建议测量期间固定量程。（见第41页，*固定/自动量程*）

积分器模式

积分器模式用于提供确定能耗的测量。另外，对于某些参数，还提供平均值。

在测量菜单中选择所需测量。（见第29页，*测量*）积分器测量包括：

- 小时
- 瓦小时
- 伏安小时
- 无功伏安小时
- 安培小时
- 平均瓦数
- 平均 PF
- 校正无功伏安
- 基本伏安小时 (VAHf)
- 基本无功伏安小时 (VArHf)

这些测量以每组为基础。组处于积分器模式时，只能选择和显示测量。如果选择了积分器测量而模式却更改为非积分器模式，则测量将显示为未被选择。将组模式更改回积分器模式时将恢复之前使用的选择。

配置积分器模式：选择积分器模式和要显示的测量后，有多种选项可以开启和停止积分器。请在菜单的 Modes -> Setup Mode -> Integrator Setup 部分中设置这些选项。

开启方法：默认：手动

手动开启: 按前面板上的 [Integ Run] 键触发手动开启积分。如果组已配置为使用手动开启的积分器模式且当前未运行，按下此键时将开启运行在所有这些组上的积分器。该键下面的 LED 指示灯将亮起。

时钟开启: 在时钟开启模式下，可以设置为组开启积分器的时间和日期。时间和日期按照用户指定的格式输入（请参阅 System configuration -> Clock 菜单）。（见第50页，*时钟*）到达所需时间后，积分开始。

在时钟开启方法中设置了时间/日期组合时，如果时间早于当前时间和日期，则积分不会开启。只有开启时间前至少出现一次屏幕更新时，积分才会开启。

电平开启: 在这种开启方法中，可以在某一参数高于或低于用户指定电平时开启积分。配置如下：

- 选择通道 1 至 4
- 从通道中选择信号参数。除积分值和谐波值（包括基值）外，这可以是任何参数
- 选择要监测的电平阈值。这是用小数表示的实际参数值。例如，80 mA 输入 0.08；80 V 输入 80。
- 选择信号应该大于或等于电平，还是小于或等于电平。
- 触发通道 1-4 可以从任何组中选择，并可以用作积分触发。触发测量不必在随后积分的通道或组中进行。

满足条件后，积分开始。

停止积分: 组的积分可以通过手动方式或在某个时间段后停止。如果组的时间长度设置为零，则只有按下 [INTEG. RUN] 时才停止积分。时间长度以分钟为单位输入，是 0.0 到 10,000 的浮点数。

按 [INTEG. RUN] 键手动停止积分。如果组处于积分器运行时时长设置为零的积分模式中，这会停止所有这些组的积分。如果任何组内不再有积分进行，则该键下面的 LED 指示灯将熄灭。

复位积分值: [Reset/Clear] 键会将所有已停止组的积分值复位为零。不会对正在运行积分的组造成任何影响。

校正 VAr (CVAr): 此参数显示将平均功率因数校正为目标功率因数所需要的 VAr 值。在“CVAr 功率因数”下的积分器设置屏幕中输入目标功率因数。

校正时将计算所需要的 VAr，以便提供相移以达到目标功率因数。它不会计算 VAr 总数（即，如果功率因数较差完全是由于失真而造成的，则没有相位超前或滞后量可以对其进行改善）。

PWM 电机模式

PWM 电机模式经设计，可以解决对电机驱动上发现的复杂波形进行测量时的相关困难。将高频采样与数字滤波相结合，拒绝载波频率并抽取电机频率，同时还要为功率参数使用预滤波的数据。

选择 PWM 模式后，应该使用 Inputs -> Frequency Source -> Frequency Range 菜单来选择电机频率（不是载波频率）的频率范围。

处于 PWM 模式时，即使可以选择更高的频率范围，但最大电机频率仍限制于 900 Hz。

频率范围的选择将影响返回结果的速度。在 System Configuration 菜单中设置所有通道的更新速率。（见第49页，更新速率）但是，如果将 PWM 模式中的频率范围设置为 1 - 100 Hz 或 0.1 - 10 Hz，则该组返回结果的速率按下表变化：

更新速率（秒）	>10 Hz		
	<900 Hz	1 - 100 Hz	0.1 Hz - 10 Hz
0.2	0.4	2.4	20.2
0.3	0.3	2.4	20.4
0.4	0.4	2.4	20.4
0.5	0.5	2.5	20.5
0.6	0.6	2.4	20.4
0.7	0.7	2.1	20.3
0.8	0.8	2.4	20.8
0.9	0.9	2.7	20.7
1.0	1.0	3.0	21.0
1.1	1.1	2.2	20.9
1.2	1.2	2.4	20.4
1.3	1.3	2.6	20.8
1.4	1.4	2.8	21.0
1.5	1.5	3.0	21.0
1.6	1.6	3.2	20.8
1.7	1.7	3.4	20.4
1.8	1.8	3.6	21.6
1.9	1.9	3.8	20.9
2.0	2.0	4.0	22.0

通道未处于 PWM 电机模式时，其结果将以指定速度返回。

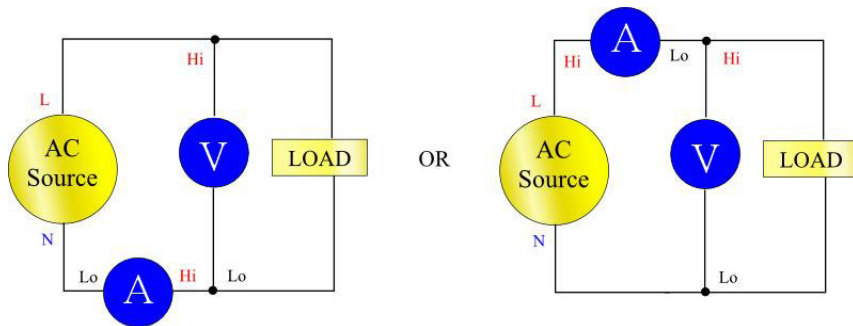
输入

此菜单可用于设置 PA4000 的物理输入。对于正常操作，除选择分流器外，不必更改这些默认设置。

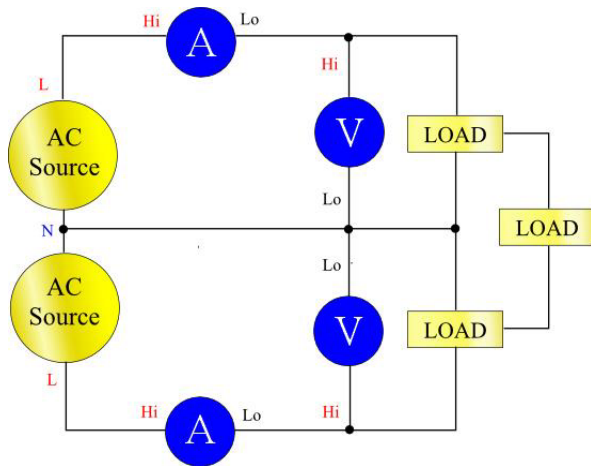
接线

对于多相位测量，可以为某一组分配多条通道，从而可以对多相位信号进行准确的频率和相位分析。组中第一个通道的频率用作组中所有通道的基频，所有相位测量均相对于组中第一个通道的相位参考（默认为电压）。

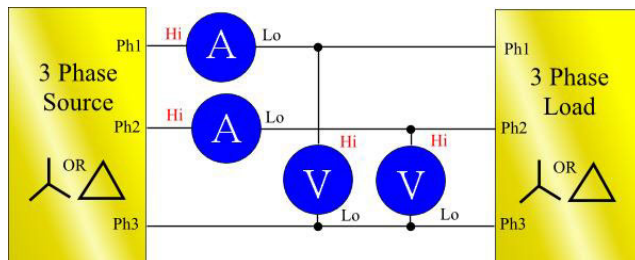
下图显示了每种不同的接线模式连接各通道的方法。



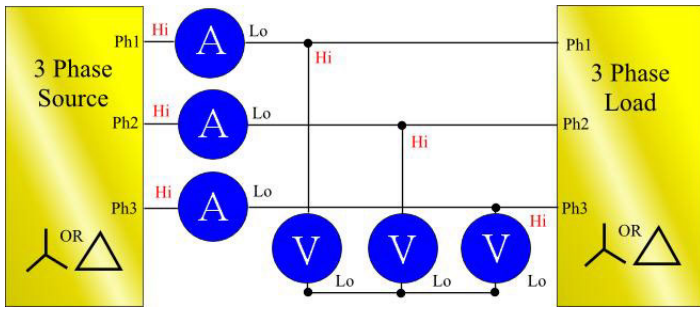
单相两线和直流测量。选择单相两线模式。



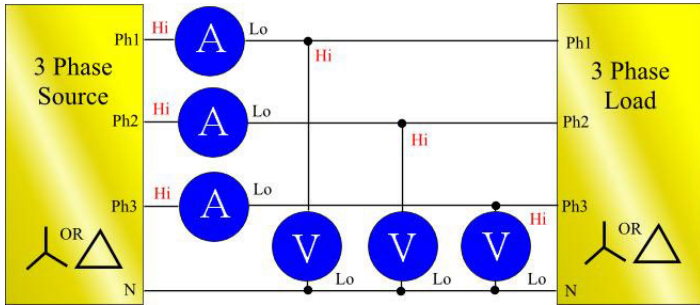
单相三线。选择单相三线。



三相三线（双功率表法）。选择三相三线。



三相三线（三功率表法）。选择三相四线。



三相四线（三功率表法）。选择三相四线。

根据接线配置，并非所有组都可用。例如，如果每个通道的接线是单相两线，则 4 个通道将对应于 4 个组。如果组 A 的接线是单相三线，则通道 1 和 2 将构成组 A。这会使通道 2 和 3 最多用于组 B 和 C。在此条件下就不存在组 D。

组 A 优先接线，其次是组 B 和 C，然后是组 D。例如，所有组从单相量线配置开始，如果组 A 设置为单相三线，则组 D 便无法进行任何设置，因此组 C 只能为单相两线。组 B 可以选择单相两线、单相三线和三相三线。

量程 量程按组设置。量程如下：

量程编号	伏特	30 A 分流器	1 A 分流器	外部分流器
自动				
3	2 V	0.2 A	0.005 A	0.003 V
4	5 V	0.5 A	0.0125 A	0.00375 V
5	10 V	1 A	0.025 A	0.015 V
6	20 V	2 A	0.05 A	0.03 V
7	50 V	5 A	0.125 A	0.0375 V
8	100 V	10 A	0.25 A	0.15 V
9	200 V	20 A	0.5 A	0.3 V
10	500 V	50 A	1.25 A	0.375 V
11	1,000 V	100 A	2.5 A	1.5 V
12	2,000 V	200 A	5 A	3 V

固定/自动量程 默认：自动量程

对于大多数测量来说，自动量程是最佳选择。如果电压或电流连续变化，或者出现巨大峰值使分析仪花费大量时间来更改量程，则选择固定量程非常有用。

如果选择固定量程或者输入信号的峰值大于量程，则会出现超量程状况。这将在屏幕上指示出来，超量程通道中的所有结果都会闪烁。另外，“V_{rm}”和/或“Arm”也会闪烁，以指示超量程是在电压通道、电流通道还是两个通道都发生了。

分流器 默认：30A 分流器

PA4000 有 3 种不同的电流输入或分流器。包括：

- 30A 分流器 - 用于 100mA 至 30Arms (200A_{pk}) 范围的正常电流测量。此选择使用黄色 A_{hi} 和黑色 A_{lo} 4mm 插座。
- 1A 分流器 - 用于小电流测量，比如 2.5mA 至 1A 范围内的待机电源应用中的那些电流。此选择使用蓝色 A_{1A} 和黑色 A_{lo} 4mm 插座。
- 外部分流器 - 用于测量使用外部变换器且变换器有电压输出的电流。每个模拟卡上的蓝色和黑色 2mm 插座均用于外部分流器输入。



警告： 将所选分流器设置为 1 A 或外部分流器时，如果将大于 15 A 的均方根电流送入 30 A 分流器，会造成 30 A 分流器损坏。

有关详细信息，请参阅“使用外部电压和电流变换器”一章。

频率源 Frequency Source 菜单有 3 个选项。包括：

- 信号源 (Source)
- 相位参考 (Phase Reference)
- 频率范围 (Frequency Range)

信号源： 默认：电压

许多测量（包括均方根伏特、安培和瓦特）基于的计算结果均取决于分析仪测定的校正基频。

PA4000 使用专有技术测定频率来消除使用简单的过零点技术时噪声引起的问题。

因此，一般不需要调整电压默认设置。

伏特： 伏特是默认的频率源，且适合于大部分应用。

安培: 如果电压波形严重失真, 但是电流没有失真, 则可以选择安培。PWM 电机驱动输出端的波形是这种情况的一个例子。

外部频率 1/2: 在 PA4000 后面, 辅助输入/输出连接器上有 2 个计数器输入。如果信号的电压和电流波形上有大量噪声, 则可以使用其中一个作为这些信号的外部频率源。将兼容 TTL 的方波应用到所需频率的外部输入。

相位参考: 默认:

伏特 这是每个组中相角测量的零点参考。

伏特: 计算与组中第一个通道上的电压信号相关的相位。

安培: 计算与组中第一个通道上的电流信号相关的相位。

外部频率 1/2: 计算与外部输入信号相关的相位。

频率范围: 默认: 10 Hz - 50 kHz

有 4 种频率范围:

- 10 Hz - 50 kHz
- >10 Hz
- 1 - 100 Hz (仅限 PWM 电机驱动模式)
- 0.1 - 10 Hz (仅限 PWM 电机驱动模式)

如果测量时基频低于 50 kHz, 建议范围为 “>10 Hz 至 <50 kHz”, 尤其是在低信号电平时。

如果基频高于 >50 kHz, 则范围应该设置为 “>10 Hz”。

1 - 100 Hz 和 0.1 - 10 Hz 在 PWM 电机模式中使用。

带宽 默认: 高

带宽按钮设置。设置带宽时将 10 kHz 双极滤波器应用于电压和电流通道输入。



警告: 选择了低带宽模式时, 如果所应用电流的基频大于 10 kHz 且均方根值大于 20 A_{rms}, 则可能造成 30 A 分流器损坏。

标度 标度用于调节变换器 (如变流器) 的标度输出, 以便 PA4000 上显示准确的测量电流。标度系数会影响与其应用输入相关的每个测量值。

最大刻度系数: 100000

最小刻度系数: 0.00001

电压标度: 默认: 1.0000

输入变换器的刻度系数。例如，100:1 变压器用于测量 15 kV。变压器的输出为 $15000 / 100 = 150$ V。输入刻度系数 100，然后 PA4000 会显示 15,000 V。

电流标度: 默认: 1.0000

输入所使用变换器的刻度系数。例如，Tektronix CL1200 打开时每流入 CL 1000 安培便会产生 1 安培。这是 1000:1 的变流器。输入刻度系数 1000，然后 PA4000 会显示修正的电流。

刻度系数 = 变换器输入电流 / 变换器输出电流

外部分流器标度: 默认: 1.000

此标度应用于电流测量通道的电压输入。这用于配有电压输出的变流器。其中包括霍尔效应变换器和简单的电阻分流器。

标度系数用安培（读数）/伏特（已应用）表示。

默认值为 1。这意味着应用 $1 V_{\text{rms}}$ 时，电流通道将读取 $1 A_{\text{rms}}$ 。

例如，钳口霍尔效应变流器可测量高达 100 A。其电压输出为 10 mV/A，相当于 100 A/V。输入 '100.00'，然后 PA4000 将显示修正的系统电流。

外部相位补偿 尚未实现。

模拟输入 默认: ± 10 V 量程

PA4000 后面有 4 个模拟输入。4 个输入可以分别用于测量来自扭矩传感器等设备的信号。4 个输入分别有 2 种不同量程。量程包括 ± 10 V 和 ± 1 V。对每个输入每毫秒采样一次仪器更新速率的平均值。

模拟输入可用于 MATH 设置。它们还可以加入 MATH 公式中并显示在 MATH 屏幕上。（见第 46 页，数学）

图形和波形

PA4000 提供了 4 种图形方法来显示数据:

- 波形
- 谐波条形图
- 矢量图
- 积分器图

波形与积分器图、条形图及矢量图提供了菜单选项。（见第9页，*快速查看按钮*）

波形

波形菜单可以选择显示在波形屏幕上的波形。对于每个组，可以为组中的每条通道选择任意电压、电流或功率波形，使其显示在波形图中。（见第9页，*快速查看按钮*）

若要更换组，请使用显示屏最下方左侧的左右箭头键。

积分器参数

通过“积分器”参数菜单，可以从下面提供的积分器参数中选择一个参数显示在积分器图形显示屏上：

- 瓦小时
- 伏安小时
- 无功伏安小时
- 安培小时
- 平均瓦数
- 平均功率因数
- 伏特
- 安培
- 瓦特
- 基本伏安小时 (VAHf)
- 基本无功伏安小时 (VArHf)
- 校正值 VAr

对于所选的每个波形，在图形菜单上均可以选择打开或关闭组中每条通道的所选参数。

积分器图形参数按组设置。若要更换组，请使用显示屏最下方左侧的左右箭头键。

有关设置积分器的详细信息，（见第36页）。有关显示积分器波形的详细信息，（见第13页）

接口

此菜单可用于设置 PA4000 的接口。

RS232 波特率

默认： 38400

可以提供 9600、19200 和 38400（默认）。

PA4000 使用无奇偶校验、8 个数据位和 1 个停止位 (N, 8, 1) 的硬件握手 (RTS / CTS)。

“*RST”或“:DVC”命令之后不更改 RS232 比特率。

GPIB 地址 默认： 6

输入 GPIB 地址。

默认地址为 6。“*RST”或“:DVC”命令之后不更改地址。

打印 尚未实现。

以太网配置 PA4000 使用 TCP/IP 通过以太网端口提供以太网通信。

以太网端口将在端口 5025 上建立 TCP/IP 连接。端口 5025 被互联网号码分配局 (IANA) 指定为 SCPI 端口。

使用 IP Selection Method 菜单时，选择“Set IP using DHCP”可以动态分配 IP 地址，或者选择“Fix IP Address”可以设置固定/静态 IP 地址。

若要查看当前 IP 设置，请按 [SETUP] 键。

若要配置静态 IP 地址，请在 Ethernet Setup 菜单中选择“Static IP Settings”。这样可以输入 IP 地址、子网掩码和默认网关。输入相关数据后，在每个菜单中按 OK 按钮以应用。

如有 TCP/IP 的基本通信需求，用户可以尝试使用 Agilent IO Libraries Suite 15.0 中包含的 Agilent Connection Expert。

“*RST”或“:DVC”命令之后不更改以太网模式（静态/DHCP）、IP 地址、默认网关和子网掩码。

数据记录

将来实现。

数学

数学结果显示在与其它结果不同的结果屏幕上。这样可以提高查看数学结果的效率。正常测量参数可以显示在数学结果屏幕上。不过它们必须在公式中指定。（见第15页，*数学屏幕*）

用户可以设置最多 30 项数学函数的值，标记为 FN1 至 FN30。每个函数均可以指定以下项目：

- 名称 - 用户友好的名称，最多 10 个字符。（默认为与标签相同，即 FN1）。在菜单中，函数标签总是显示在函数的用户名称旁边。
- 单位 - 用户友好的单位，比如 W 代表瓦特。（默认为空白）。u、m、k、M 等标度将相应地添加到单位中。单位最多 4 个字符。
- 公式 - 实际的数学公式，最多 100 个字符。

示例：W = 21.49, VA = 46.45

名称 = “PF”

单位 = “PF”

公式 = “CH1:W / CH1:VA” W = 21.49 和 VA = 46.45

若要选择此公式进行查看，请转到显示 FN1 - FN30 的 MATH 菜单列表，在想要查看的公式上添加绿色对勾。然后，按 [MATH] 硬键显示公式，数学结果显示屏将显示 “PF 463.27 mPF”

示例：CH1:W = 21.49, CH2:W = 53.79

名称 = “EFFICIENCY”

单位 = “W”

公式 = “CH1:W / CH2:W”

若要选择此公式进行查看，请转到显示 FN1 - FN30 的 MATH 菜单列表，在想要查看的公式上添加绿色对勾。然后，按 [MATH] 硬键显示公式，数学结果显示屏将显示 “EFFICIENCY 399.95 mW”

除 4 个模拟输入的各个电压输入外，还可以指定下面列出的任何通道或组参数。

- 有效字符为 A-Z、0-9、.、x、-、+、/、(、)、:、空格和 ^
- 可以使用的字符不超过 255 个
- 数字格式为 [+/-] <小数>[E[+/-]指数]

输入公式时，可以使用左右箭头（ ）移动光标。这样便于修正和更改复杂的公式。

每个数学函数都可以启用或禁用。只有启用的结果才可以显示。

有效通道参数为 CH<1-4> 后跟 “:”，随后是下列参数之一：

VRMS	伏特 RMS	ARMS	安培 RMS
W	瓦特	FREQ	频率
VA	伏安	VAR	无功伏安
VDC	伏特直流	ADC	安培直流
VRMN	平均整流电压	ARMN	平均整流电流
PF	功率因数	VPKP	电压峰值（正极）
VPKN	电压峰值（负极）	APKP	电流峰值（正极）
APKN	电流峰值（负极）	VCF	电压波峰因数
ACF	电流波峰因数	Z	阻抗
WF	基本瓦数	VARF	基本无功伏安
VF	基本电压	AF	基本电流
PPF	基本功率因数	R	电阻
X	电抗	VDF	电压失真因数
VTHD	电压总谐波失真	VTIF	电压电话影响因数
ADF	电流失真因数	ATHD	电流总谐波失真
ATIF	电流电话影响因数	VHM<1-99>	电压谐波幅度 (1-99)
VHA<1-99>	电压谐波角度 (1-99)	AHM<1-99>	电流谐波幅度 (1-99)
AHA<1-99>	电流谐波角度 (1-99)	WHM<1-99>	功率谐波幅度 (1-99)
VRNG	电压范围	ARNG	电流范围
AHR	安培小时	WHR	瓦小时
VAHR	伏安小时	VARH	瓦小时
WAV	平均瓦数	PFAV	平均功率因数
CORRVARs	校正电压	TINT	积分时间（小时）

有效组参数为 GRP<A-D >，后跟 “:SUM:”，随后是下列参数之一：

VRMS	伏特 RMS	ARMS	安培 RMS
W	瓦特	VA	伏安
VAR	无功伏安	PF	功率因数
AHR	安培小时	WHR	瓦小时
VAHR	伏安小时	VARH	无功伏安小时
WAV	平均瓦数	PFAV	平均功率因数
TINT	积分时间	CORRVARs	校正电压 VAr
WF	基本瓦数	VF	基本电压
AF	基本电流	VARF	基本无功伏安
PFF	基本功率因数		

以下参数用于返回模拟输入的值：

ANA1	模拟输入 1	ANA2	模拟输入 2
ANA3	模拟输入 3	ANA4	模拟输入 4

另外，使用“FN_x”，其中 x 为函数编号，可以将一个函数引用到另一个函数。函数将按照 1 至 30 的顺序进行计算，因此在写公式时必须写明。

前面板键盘可用的运算符包括：

- + - x / ()
- X² - {显示为 ^2，计算前一个数的平方}
- X^y - {显示为 ^，计算前一个数的后一个数次幂}
- √ - {显示为 SQRT()，计算括号内的数的平方根}

可以键入的运算符包括：


- SIN()、COS()、TAN() {计算括号内角的度数，并返回其正弦、余弦或正切值}
- ASIN()、ACOS() {计算括号内介于 -1 和 1 之间的数，返回一个角的度数}
- ATAN() {计算括号内的一个数，返回一个角的度数}
- LN()、LOG() {返回括号内的数的对数。LN 是以 e 为底的对数，LOG 是以 10 为底的对数}

可以键入的常数包括：

- PI() (3.14159)

提示：当蓝色 shift 键 LED 指示灯亮起时，COS()、SIN() 和 TAN() 等运算符要以完整单词形式键入；当蓝色 shift 键 L.E.D 指示灯亮起时，ACOS()、ASIN()、ATAN()、LN() 和 LOG() 则必须以单个字母形式键入。

选择“确定”之后，系统将检查公式是否有效。如果出现错误，则显示错误消息。如果没有错误，则出现对话框显示计算出的值。

若要离开公式输入屏幕，请按返回箭头按钮（）。

如果数学结果无效（例如，因除以零而得出无限大值），则显示屏将显示 4 条虚线。

系统配置

消隐 默认：启用

通常为启用状态，选择“禁用”可测量较小的电压或电流。

消隐电平设置为当前所选量程的 5%，但最低电流量程除外。对于最低电流量程，消隐设置为 10%。

如果消隐工作于电压或电流上，则所有相关测量均会被消隐，包括 W、VA 和 PF。

更新速率 默认： 0.5

更新用于确定累计和更新取样的时间长度。

范围为 0.2 秒至 2 秒，增量为 0.1 秒。如果更新速率低于 0.5 秒，则以该速率可更新的结果数量受到限制。

平均 默认： 10


可以指定的平均深度为 1 至 10。默认值为 10。更新速率设置为 0.5 秒（默认）时，这对应于 5 秒内平均的值。

如果更改了范围，则将平均复位。



自动归零 默认：开

通常，PA4000 将自动取消测量中任何微小的直流偏置。这被称为“自动归零”。

通常情况下应启用“自动归零”。如果被禁用，则会使用上次自动归零运行时获得的值。

选择 Run Now 并按  将立即运行自动归零。这需要大约 100 ms。无论自动归零是启用还是禁用，其状态都不会被更改，而且没有反馈指明其已经运行。自动归零只能运行在当前选择的量程上。

主机 / 客户端 将来实现。

- 时钟** 这些选项可用于检查或设置 PA4000 的内部时钟：
- 设置时间 (Set Time) - 使用所显示的格式输入时间并按 OK 确认。
 - 设置日期 (Set Date) - 使用所显示的格式输入日期并按 OK 确认。
 - 时间格式 (Time Format) - 选择 12 小时制或 24 小时制并按  确认。
 - 日期格式 (Date Format) - 选择所需日期格式并按  确认。

省电 PA4000 可以通过关闭显示屏来减少其自身的能耗。

显示屏：默认：始终打开

在显示屏菜单中有 3 个选项：

- 始终打开 (Always On) - 这是默认模式，显示屏始终处于打开状态。
- 10 分钟后关闭 (Switch off after 10 minutes) - 选择此选项后，如果没有按任何键，显示屏将在 10 分钟后关闭。按任何键即可使显示屏回到打开状态。按下按键键时不会执行其他操作。
- 用远程模式关闭 (Switch off in remote mode) - 选择此选项后，如果 PA4000 通过任何通信接口收到命令，则显示屏将关闭。按任何键即可使显示屏回到打开状态，但是 PA4000 仍处于远程模式，直到按下 [LOCAL] 键为止。按 [LOCAL] 键打开显示屏，不会将 PA4000 返回到本地模式。


分析仪配置 分析仪配置菜单与 [SETUP] 键的功能相同。选择此菜单会显示仪器的完整设置。可以使用上下软键来滚动配置。

按右箭头键会将配置屏幕更改为显示物理设备信息。其中包括设备的序列号、固件版本及主卡和模拟卡信息，包括校准日期。

可选功能 将来实现。

用户配置

PA4000 可以存储并调出最多 8 个用户配置，还可以调出默认配置。

第一个选项为“Load Default Configuration”。按  选择此选项，将 PA4000 的每个菜单选项设置为出厂默认设置。默认设置在本章的前述部分已列出。

可以进入子菜单访问各个用户配置，包括：

- 应用 (Apply) - 应用已保存的配置。
- 重命名 (Rename) - 给配置指定一个有意义的名称。名称最多可为 16 个字符。
- 保存当前配置 (Save Current Configuration) - 保存配置。选择此选项时总是 PA4000 的完整配置。
- 打印 - 尚未实现。
- 保存至 USB - 尚未实现。
- 从 USB 加载 - 尚未实现。

说明： 加载从未保存过的配置，将导致产生错误消息。设备的当前配置不会被更改。

远程操作

概述

PA4000 使用远程命令可以用于进行高速、复杂或重复性测量。全部 PA4000 都可以通过 RS232 和以太网或者通过标准 USB 进行通信。或者，也可以添加 GPIB 端口。

连接 RS232 系统

RS232 端口是位于仪器后部的一种标准 PC 型 9 针 D 型端口，可以用于远程控制 PM6000。须使用调制解调器电缆。

RS232 端口采用 8 位、无奇偶校验、一个停止位和硬件流控制。

有关 RS232 连接器的详细针脚说明，请参阅串行端口。（见第87页，*串口*）

有关接口菜单的详细信息，请参阅RS232 波特率。（见第44页，*RS232 波特率*）

连接 USB 系统

PA4000 支持采用测试测量等级的 USB 控制。

有关端口的详细针脚说明及速度和连接信息，请参阅技术规格。（见第89页，*USB 外设*）

连接以太网系统

PA4000 支持采用 10Base-T 网络的以太网控制。

有关以太网连接的详细信息，请参阅以太网端口。（见第89页，*以太网端口*）

有关如何设置以太网地址的信息，请参阅以太网配置。（见第45页，*以太网配置*）

连接 GPIB 系统 (可选)

PA4000 可以选择支持通过 GPIB 端口进行控制。该端口必须由授权的泰克代表安装。

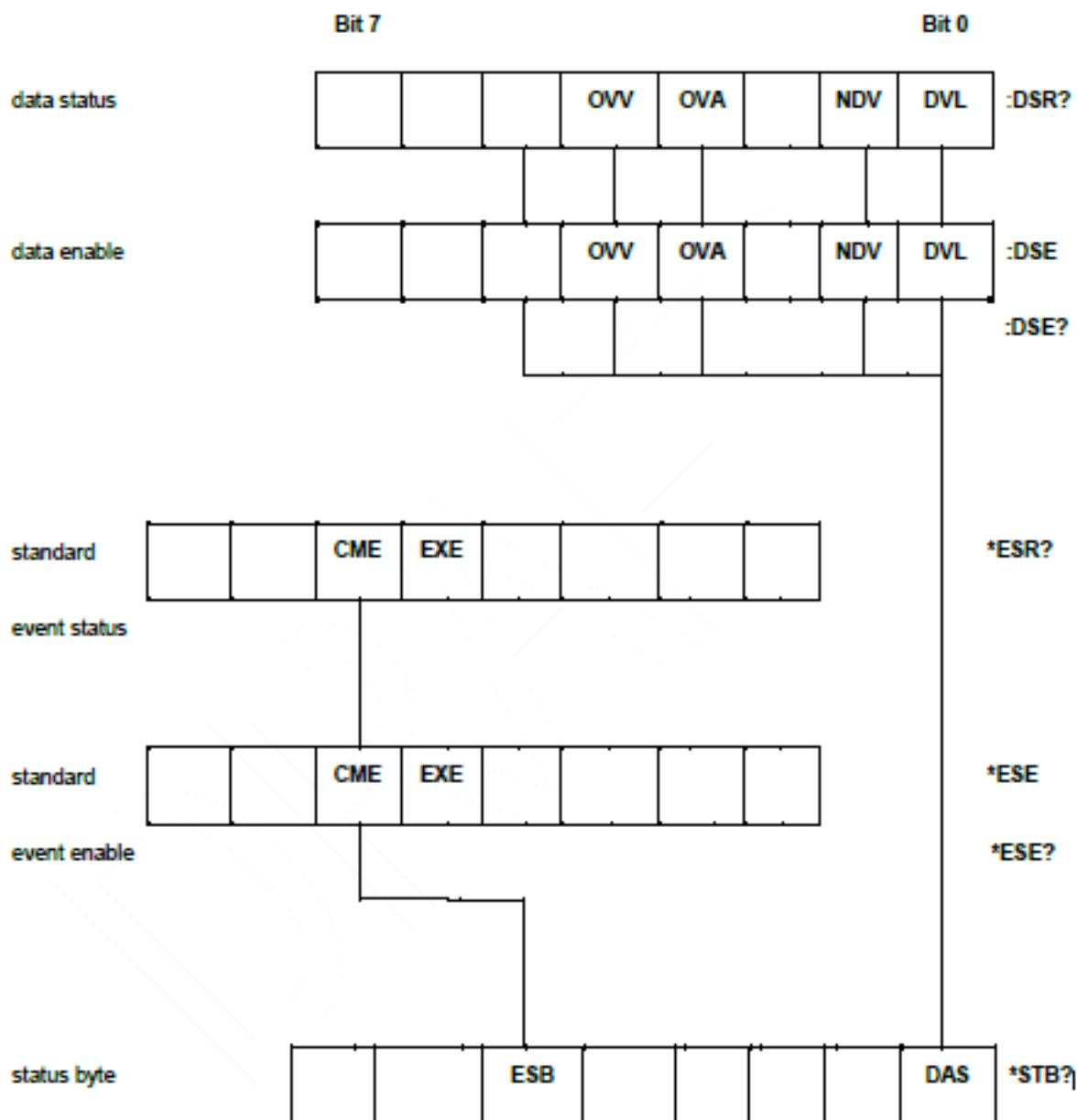
有关 GPIB 连接器的详细针脚说明，请参阅 IEEE 488/GPIB。（见第88页，*IEEE 488 / GPIB (可选)*）

状态报告

状态字节 PA4000 采用与 IEEE488.2 类似的状态字节。PA4000 状态字节寄存器 (STB) 包含 ESB 和 DAS 位。这两位分别表示标准事件状态寄存器 (ESR) 或显示数据状态寄存器 (DSR) 处于非零状态。

ESR 和 DSR 各具有启用寄存器，分别为 ESE 和 DSE，由用户设置。这些启用寄存器起屏蔽作用，将相应状态寄存器的所选元素反映到状态字节寄存器。若将启用寄存器的相应位设置为 1，则配置透明度。

若读取状态寄存器，则将该寄存器复位为零。

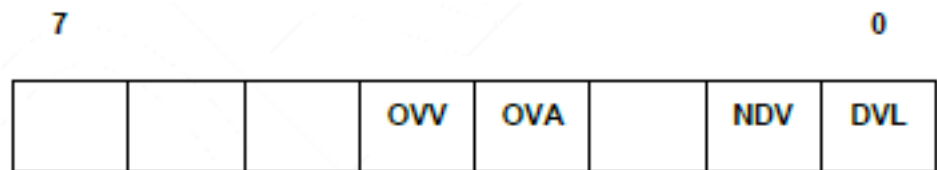


状态字节寄存器 (STB) 用 “*STB?” 读取。



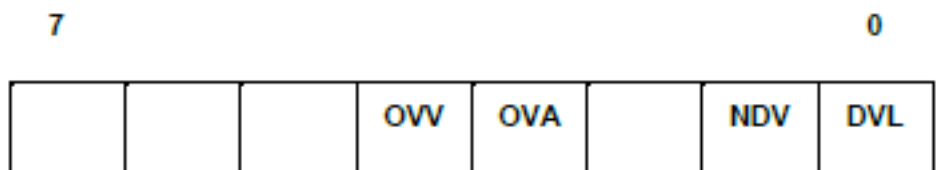
- 位 5 - ESB 汇总位，显示标准事件状态。
- 位 0 - DAS 汇总位，显示可用的显示数据。

显示数据状态寄存器 (DSR) 用 “:DSR?” 读取，或用 “*STB? DAS” 位汇总。通电时 DSR 初始化为零。使用 “:DSR?” 命令读取时清除下列寄存器位。



- 位 4 - OVV:** 设置时表示存在电压范围过载。范围过载清除时自动清除。
- 位 3 - OVA:** 设置时表示存在电流范围过载。范围过载清除时自动清除。
- 位 1 - NDV:** 设置时表示从上一个 :DSR? 命令开始提供新数据。读取时清除。
- 位 0 - DVL:** 设置时表示数据可用。读取时清除。

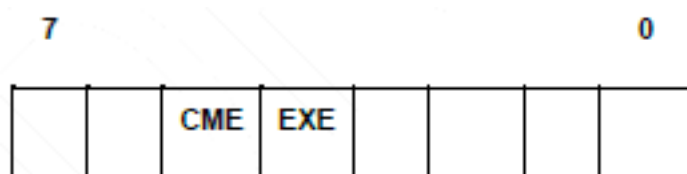
显示数据状态启用寄存器 (DSR) 用 “:DSE?” 读取，并用 “:DSE <值>” 设置。



- 位 4 - OVV:** 启用 DSR 中的 OVV 位。
- 位 3 - OVA:** 启用 DSR 中的 OVA 位。
- 位 1 - NDV:** 启用 DSR 中的 NDV 位。（默认为通电时启用。）
- 位 0 - DVL:** 启用 DSR 中的 DVL 位。（默认为通电时启用。）

标准事件状态寄存器 (ESR)

用 “*ESR?” 读取，或用 STB 中的 ESB 位汇总。

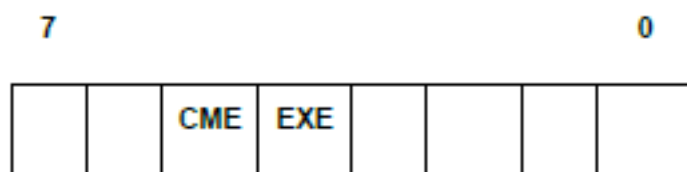


位 5 - CME: 命令错误；未识别命令。

位 4 - EXE: 命令执行错误。

标准事件状态启用寄存器 (ESR)

用 “*ESE?” 读取，并用 “*ESE <值>” 设置。读取时清除。



位 5 - CME: 启用 ESR 中的 CME 位。（默认为通电时启用。）

位 4 - EXE: 启用 ESR 中的 EXE 位。（默认为通电时启用。）

命令列表

命令语法采用以下规则：

- 方括号表示可选的参数或关键字 []
- 三角括号表示要指定的值 < >
- 竖线表示选择参数 |

命令和响应以换行符结尾的 ASCII 字符串形式发送。PA4000 不区分大小写，且忽略空格字符，除非命令和参数之间需要。

如果每条命令结尾使用 “;” 字符，则无法用单一字符串发送多条命令。

如果全部命令都提供了参数，则命令结尾与第一个参数之间需要添加空格，即 “:SYST:CTYPE? 1” 才会有效。“:SYST:CTYPE?1” 会引起超时错误。

命令列表被划分为相关的各部分。一般情况下，各部分与 PA4000 主菜单的菜单选项相对应。

IEEE 488.2 标准命令和状态命令

*IDN? 设备标识

语法	*IDN?
返回格式	Tektronix、PA4000、序列号、固件版本
说明	序列号是主机箱的序列号。固件版本是固件套件的版本，包括所有处理器

*CLS 清除事件状态

语法	*CLS
返回格式	无
说明	将标准事件状态寄存器清除为 0

*ESE 设置标准事件状态启用寄存器

语法	*ESE <标志> 其中，标志 = 启用寄存器的值，用十进制数 0 - 255 表示
默认值	48
说明	设置标准事件状态寄存器中启用的位。状态启用寄存器使用的位定义与标准事件状态寄存器相同

*ESE? 读取标准事件状态启用寄存器

语法	*ESE?
返回格式	0 - 255
说明	返回标准事件状态启用寄存器中的值。

*ESR? 读取事件状态寄存器

语法	*ESR?
返回格式	0 - 255
说明	返回标准事件状态寄存器中与标准事件状态启用寄存器的值进行“与”操作的值。读取完后清除事件状态寄存器

***RST 重置设备**

语法	*RST
返回格式	无
说明	将设备配置重置为默认值（执行的操作与前面板上 Load Default Configuration 菜单选项相同）

提示：*RST 发送完后间隔 5 - 10 秒钟，才能再执行命令以处理和设置所有默认值。

***STB? 读取状态字节**

语法	*STB?
返回格式	0 - 255
说明	返回状态字节中由服务请求启用寄存器屏蔽的值。读取后将状态字节清除为 0

:DSE 设置数据状态启用寄存器

语法	:DSE <标志>
默认值	255
说明	设置显示状态寄存器中启用的位。

:DSE? 读取数据状态启用寄存器

语法	:DSE?
返回格式	0 - 255
说明	返回数据状态启用寄存器中的值

:DSR? 读取数据状态寄存器

语法	:DSR?
返回格式	0 - 255
说明	返回数据状态寄存器中与数据状态启用寄存器的值进行“与”操作的值。读取完后清除数据状态寄存器

:DVC 设备清除

语法	:DVC
返回格式	无
说明	执行软重启。此操作产生的结果与 *RST 或 :CFG:USER:LOAD 0 相同（加载默认用户配置）

通道和组命令

下列命令用于选择当前组或通道。这些命令从概念上类似的操作是显示菜单屏幕时按左右箭头键更改组或通道。

:INST:NSEL 设置当前组

语法	:INST:NSEL <组号> <组号>是 1 至 4 之间的一个整数，这取决于 PA4000 中可用的组数量
返回格式	无
说明	将指定的组设置为当前组，以便命令和操作可以进一步执行

:INST:NSEL? 读取当前组

语法	:INST:NSEL?
返回格式	<组号>
说明	返回所选组的编号（1 至 4 之间，视接线配置而定）

:INST:NSELC 选择当前通道

语法	:INST:NSELC <通道号> <通道号>是 1 至 4 之间的一个整数，这取决于 PA4000 中可用的通道数量
返回格式	无
说明	设置所选通道的编号（1 至 4 之间，视 PA4000 中安装的通道数量而定）

:INST:NSELC? 返回当前通道

语法	:INST:NSELC?
返回格式	<通道号>
说明	返回所选通道的编号（1 至 4 之间，视安装的通道数量而定）

设备信息命令

设备信息命令是一种除 *IDN? 命令返回的信息外还返回设备信息的命令。

:CAL:DATE? 校准日期

语法 :CAL:DATE? <通道号> <日期类型>
其中, <通道号>是 1 至 4。
<日期类型>是 1 至 2

返回格式 相应的校准日期, 格式为 dd-mm-yyyy

说明 从指定的模拟卡返回校准日期。<日期类型>可以为:
1 = 检验日期
2 = 调节日日期

:SYST:CTYPE? 卡类型

语法 :SYST:CTYPE? <通道号>
其中, <通道号>是 0 至 4
<序列号>是一个 12 个字符的字符串
<硬件版本>最多有 4 个字符

返回格式 Tektronix、<卡类型>、<序列号>、<硬件版本>
<卡类型>包括 CPU 和 ANALOG。前者表示主卡, 后者表示
通道卡
<序列号>是一个 12 个字符的字符串
<硬件版本>最多有 4 个字符

说明 返回指定通道的卡类型、序列号和硬件版本。通道 0 是
主 CPU 卡

测量选择与读取命令

这类命令与选择所需测量和返回相应结果有关。

:SEL 选择结果

语法 :SEL:CLR
 :SEL:CLR:GRP<组>
 :SEL:<测量>

其中, <组>是 1 至 4 之间的组号。

其中, <测量>是:

VLT - 伏特均方根
 AMP - 安培均方根
 WAT - 瓦特
 VAS - 伏安
 VAR - 无功伏安
 FRQ - 频率
 PWF - 功率因数
 VPK+ - 电压峰值 (正极)
 VPK- - 电压峰值 (负极)
 APK+ - 电流峰值 (正极)
 APK- - 电流峰值 (负极)
 VDC - 直流电压
 ADC - 直流电压
 VRMN - 整流电压平均值
 ARMN - 整流电流平均值
 VCF - 电压波峰因数
 ACF - 电流波峰因数
 VTHD - 电压总谐波失真
 VDF - 电压失真因数
 VTIF - 电压电话影响因数
 ATHD - 电流总谐波失真
 ADF - 电流失真因数
 ATIF - 电流电话影响因数
 IMP - 阻抗
 RES - 电阻
 REA - 电抗
 HR - 积分器时间 *1
 WHR - 瓦小时 *1
 VAH - 伏安小时 *1
 VRH - 无功伏安小时 *1
 AHR - 电流小时 *1
 WAV - 平均瓦数 *1
 PFAV - 平均功率因数 *1
 CVAR - 校正值
 VArS *1 VF - 基本电压均方根
 AF - 基本电流均方根

选择结果 (续)

WF - 基本瓦特
VAF - 基本伏安
VARF - 基本无功伏安
PFF - 基本功率因数
VHM - 电压谐波
AHM - 电流谐波
WHM - 瓦特谐波
*1 - 只有组进入积分器模式时才能显示/返回这些结果。

说明 :SEL 确定屏幕上显示的结果, 以及由 FRD? 命令返回的结果。若要查看当前选择的命令, 应使用“FRF?”命令。
SEL:CLR 清除为所有组选择的全部结果。添加第二个命令“:GRP”时可以仅清除指定组内的那些结果。
若要将结果添加到组, 必须先使用命令“:INST:NSEL <组>”。否则会影响最后一次选择的组, 或者如果之前未选择任何组, 则影响组 1。

:FRF? 读取所选结果

语法	<p>:FRF?</p> <p>:FRF:GRP<组>?</p> <p>:FRF:CH<通道>?</p> <p>其中, <组>是 1 至 4 之间的组号</p> <p>其中, <通道>是 1 和 4 之间的通道号</p>
说明	<p>FRF? 和 FRF:GRP? 命令用于返回显示结果的列表。不返回实际结果。返回格式是:</p> <p><组>、<所选测量的数量>、<返回结果的数量>、<测量 1>、<测量 2>等、<组>、<所选测量的数量>...</p> <p><所选测量的数量>是使用前面板或 SEL 命令时所选测量的数量</p> <p><返回结果的数量>等于所用显示屏上的行数。选择谐波时, 返回结果的数量会超过所选测量的数量</p> <p><测量 1> 等是所选测量的名称。返回数据将与显示结果时使用的标签相同。对于谐波, 将返回“Vharm”、“Aharm”和“Wharm”</p> <p>每个值都会返回, 用逗号隔开</p> <p>FRF? 将返回所有组的选项</p> <p>:FRF:CH<通道>? 将返回某一通道的结果列表。这很有用, 便于测量。此命令返回的数据将与“FRF:GRP?”相同, 只是还会包含通道号。例如:</p> <p><组>、<通道>、<所选测量的数量>、<返回结果的数量>、<测量 1>、<测量 2>等, <组>、<通道>、<所选测量的数量>...</p>

:MOVE 移动结果

语法	<p>:MOVE:<测量> <新位置></p> <p><测量>是 :SEL 中定义的测量列表。</p> <p><新位置>是屏幕上结果列表中的位置, 范围在 1 至 43 之间。</p>
说明	<p>移动命令用于更改屏幕上结果的顺序和使用 FRD? 返回结果的顺序。FRF? 可以用于确认结果的顺序。</p>

:FRD? 读取前台数据

语法	<pre>:FRD? :FRD:CH<通道>? :FRD:GRP<组>? 其中, <通道>是 1 至 4 之间的通道 其中, <组>是 1 至 4 之间的组号</pre>
说明	<p>FRD 命令返回分析器的结果。结果按照其在屏幕上显示的顺序返回。每个结果均是用逗号隔开的浮点数</p> <p>次序由结果在前面板上显示的顺序确定。用户可以使用仪器前面板或使用 :MOVE 命令更改顺序来配置次序</p> <p>结果将从显示屏的左侧开始按列返回。这意味着, 如果用户选择了要显示 SUM 结果或最大值和最小值结果, 则这些结果也会返回</p> <p>对于 :FRD:CH<通道>?, 如果选择了最小值或最大值结果, 则这些结果将返回。顺序为: <最小值>、<通道>、<最大值></p> <p>对于 :FRD:CH<组>?, 如果选择了最小值、最大值或 SUM 结果, 则这些结果将返回。顺序为: <最小值>、<通道>、<最大值>、<最小值>、<通道>、<最大值>...<求和最小值>、<求和>、<求和最大值></p> <p>对于 :FRD?, 每组均会从组 A 开始返回。组的结果顺序将与 :FRD:GRP<组>? 命令相同</p>

测量配置命令

测量配置命令与 Measurement Configuration 菜单相对应。(见第32页, *测量配置*)

:HMX:VLT/AMP 配置谐波显示的命令。**谐波配置**

语法	<pre>:HMX:VLT:SEQ <值> :HMX:AMP:SEQ <值> 其中, <值> = 0 表示奇偶数, 且 = 1 只表示奇数。</pre>
说明	<p>如果选择了谐波测量(请参阅 :SEL), PA4000 可以显示所有谐波或者仅显示从第一个谐波开始至指定数量的奇数谐波。此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。</p>
语法	<pre>:HMX:VLT:RNG <值> :HMX:AMP:RNG <值> 其中, 值 = 要显示的最大谐波数, 范围为 1 至 100。</pre>
说明	<p>如果选择了谐波测量(请参阅 :SEL), PA4000 将显示所有到 <值> 所指定数量的谐波。可以使用谐波序列命令将显示的谐波限制为奇数谐波。此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。</p>

谐波配置 (续)

语法	:HMX:VLT:FOR <值> :HMX:AMP:FOR <值> 其中, <值> = 0 表示绝对值 = 1 表示百分比值
说明	如果选择了谐波测量 (请参阅 :SEL), PA4000 将以基本 (第一个) 谐波的绝对值或百分比值形式显示所有谐波。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:HMX:VLT/AMP:DF 设置失真因数测量的命令。

失真因数设置

语法	:HMX:VLT:DF:REF <值> :HMX:AMP:DF:REF <值> 其中, <值> = 0 表示基波 = 1 表示有效值
说明	对于失真因数读数 (又称为差分公式), 公式分母的参考值可以是有效值读数, 也可以是基本谐波读数。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:HMX:VLT/AMP:THD 设置总谐波失真测量的命令。

总谐波失真设置

语法	:HMX:VLT:THD:REF <值> :HMX:AMP:THD:REF <值> 其中, <值> = 0 表示基波 = 1 表示有效值
说明	对于总谐波失真 (THD) 读数 (又称为级数公式), 公式分母的参考值可以是有效值读数, 也可以是基本谐波读数。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:HMX:VLT:THD:SEQ <值> :HMX:AMP:THD:SEQ <值> 其中, <值> = 0 表示奇偶数 = 1 仅表示奇数
说明	对于总谐波失真 (THD) 读数 (又称为级数公式), 测量中使用的谐波可以包含到指定数量的所有谐波或者仅包含奇数谐波。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

总谐波失真设置 (续)

语法	:HMX:VLT:THD:RNG <值> :HMX:AMP:THD:RNG <值> 其中, <value> = 要显示的最大谐波数, 范围为 2 至 100。
说明	对于总谐波失真 (THD) 读数 (又称为级数公式), <值>用于指定公式中使用的最大谐波数量。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:HMX:VLT:THD:NZ <值> :HMX:AMP:THD:NZ <值> 其中, <值> = 0 表示不包含 = 1 表示包含
说明	对于总谐波失真 (THD) 读数 (又称为级数公式), 公式可以包含或不包含直流分量。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:HMX:VLT/AMP:TIF**电话影响因数设置**

语法	:HMX:VLT:TIF:REF <值> :HMX:AMP:TIF:REF <值> 其中, <值> = 0 表示基波 = 1 表示有效值
说明	对于电话影响因数读数, 公式分母的参考值可以是有效值读数, 也可以是基本谐波读数。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:MIN 最小值列

语法	:MIN <值> 其中, <值> = 0 表示禁用 = 1 表示启用
说明	MIN 命令添加一列, 用于从上次复位最小值后显示各个参数最小值的结果。添加的列可用于组中的每个通道及所选择的 SUM 结果。 启用该列会始终复位当前所选组的 MIN 和 MAX 值。这两个值还可以使用 :RES 命令或按前面板的 [RESET/CLEAR] 按钮进行复位。 若要复位 MIN 保持值, 发送命令 :MIN 1 重新启用该栏。请注意, MIN 和 MAX 保持值都会复位。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:MIN?

最小值列 (续)

返回	0 或 1
说明	返回最小值列的状态。若禁用，则返回 0；若启用，则返回 1。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:MAX 最大值列

语法	:MAX <值> 其中, <值> = 0 表示禁用 = 1 表示启用
说明	MAX 命令添加一列, 用于从上次复位最大值后显示各个参数最大值的结果。添加的列可用于组中的每个通道及所选择的 SUM 结果。 启用该列会始终复位当前所选组的 MIN 和 MAX 值。这两个值还可以使用 :RES 命令或按前面板的 [RESET/CLEAR] 按钮进行复位。 若要复位 MAX 保持值, 发送命令 :MAX 1 重新启用该栏。请注意, MIN 和 MAX 保持值都会复位。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:MAX?
返回	0 或 1
说明	返回最大值列的状态。若禁用, 则返回 0; 若启用, 则返回 1。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:SUM 求和结果

语法	:SUM <值> 其中, <值> = 0 表示禁用 = 1 表示启用
说明	SUM 命令添加一列, 用于显示为组选择 (若适用) 的各个参数的 SUM 值的结果。此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。如果当前所选组的接线模式为单相两线, 则会忽略添加 SUM 结果的请求。
语法	:SUM?
返回	0 或 1
说明	返回 SUM 结果列的状态。若禁用, 则返回 0; 若启用, 则返回 1。 此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

模式设置命令

模式设置命令与 Modes 菜单相对应。(见第35页, *模式*) 这些命令用于控制组的配置方法, 以便在特定条件下测量参数。

:MOD 模式

语法	:MOD:NOR (正常模式) :MOD:BAL (镇流器模式) :MOD:SBY (待机电源模式) :MOD:INT (积分器模式) :MOD:PWM (PWM 电机模式)
说明	此命令设置用于组的模式。由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:MOD?
返回格式	模式号为 0 至 4。
说明	此命令返回当前组的模式参考值。由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。 返回值为: 0 - 正常模式 1 - 镇流器模式 2 - 待机电源模式 3 - 积分器模式 4 - PWM 电机模式

:MOD:BAL 镇流器模式

语法	:MOD:BAL:FREQ <值> 其中, <值>是电源频率, 范围为 45 至 1000Hz。
说明	此命令设置镇流器模式的电源频率。(见第35页, <i>镇流器模式</i>) 由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:MOD:BAL:FREQ?
返回格式	所选组的镇流器频率。
说明	此命令返回当前组的镇流器频率。由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:MOD:SBY 待机模式

语法	:MOD:SBY:PER <值> 其中, <值>是待机电源积分时间, 范围为 1 至 1200 秒 (整数)。
说明	此命令设置待机电源模式的积分时间。(见第36页, <i>待机电源模式</i>)由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:MOD:SBY:PER?
返回	所选组的积分时间。
说明	此命令返回当前组的积分时间。由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:MOD:INT 积分器模式

语法	:MOD:INT:ST:METH <方法>, 其中 <方法> 0 = 手动 1 = 时钟 2 = 电平 注: 由于积分器是一种组功能, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
说明	设置积分器的启动方法。
语法	:MOD:INT:ST:CLK:TIME <时间> 其中, <时间>是 hh:mm:ssA/P 或 :hh:mm:ss。
说明	设置以时钟启动方法使用时的积分器启动时间。数据按照与用户请求的相同格式输入。
语法	:MOD:INT:ST:CLK:DATE <日期> 其中, <日期>是 dd:mm:yyyy、:mm:dd:yyyy 或 yyyy:mm:dd。
说明	此操作设置以时钟启动方法使用时的积分器启动日期。数据按照与用户请求的相同格式输入。
语法	:MOD:INT:ST:LVL:CH <通道> 其中, <通道>为 1 至 4。
说明	将通道设置为电平触发时使用。指定为 1、2、3 或 4。如果通道号无效, 则将设置 ESR 位。
语法	:MOD:INT:ST:LVL:SIG:<测量> 其中, <测量>是用 :SEL 命令定义的测量。(见第60页, <i>:SEL</i>)
说明	将信号设置为比较阈值进行监控。此命令后面跟正常信号选择参数, 比如 VRMS 或 PWF。
语法	:MOD:INT:ST:LVL:THRES <阈值>
说明	设置阈值电平。浮值为 $\pm 1E9$ 。

积分器模式 (续)

语法	:MOD:INT:ST:LVL:DIR <方向> 其中, <方向>是 0 表示“≥”, 且 1 表示“≤”
说明	使用电平触发启动时设置信号变化的方向。
语法	:MOD:INT:DUR <时长>, 其中<时长>是以分钟为单位的时间
说明	设置积分的时间长度。值为 0.0 至 10,000。
语法	:MOD:INT:PF <功率因数> 其中, <功率因数>是理想功率因数, 范围为 +1 至 -1
说明	设置校正值 VArS 的理想功率因数。值为 +1.0 至 -1.0。
语法	:MOD:INT:RUN
说明	为当前所选组启动积分。
语法	:MOD:INT:STOP
说明	停止所有运行的积分器进行积分。
语法	:MOD:INT:RESET
说明	为当前所选组重置积分。

:MOD:PWM PWM 电机模式

注: 除了正常的 :MOD:PWM 命令外, 没有其他特定 PWM 电机模式命令可以选择 PWM 电机模式。

输入设置命令

输入设置命令与 Inputs 菜单相对应。(见第38页, 输入) 这些命令用于控制通过通道控制 PA4000 信号输入的方法。

:WRG 接线配置

语法	:WRG:1P2 - 设置单相两线 :WRG:1P3 - 设置单相三线 :WRG:3P3 - 设置三相三线 :WRG:3P4 - 设置三相四线
说明	设置当前所选组的接线配置。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:NAME 组名

语法	:NAME <值> 其中, <值> = 8 个字符用于组名
说明	此命令设置组的显示名称。每个组名限制为 8 个字符。由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
语法	:NAME? 其中, <值> = 8 个字符用于组名
返回格式	组名最多为 8 个字符。
说明	此命令返回当前组的显示名称。由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:RNG 设置量程

语法	:RNG:VLT AMP:FIX <量程> :RNG:VLT AMP:AUT VLT = 设置电压量程 AMP = 设置电流量程 FIX = 固定量程 AUT = 自动量程 其中, <量程> = 量程号, 范围为 1 至 12。
说明	设置当前所选组的量程, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。 下面定义了每个输入的量程号:

量程编号	伏特	30 A 分流器	1 A 分流器	外部分流器
自动				
3	2 V	0.2 A	0.005 A	0.003 V
4	5 V	0.5 A	0.0125 A	0.0075 V
5	10 V	1 A	0.025 A	0.015 V
6	20 V	2 A	0.05 A	0.03 V
7	50 V	5 A	0.125 A	0.075 V
8	100 V	10 A	0.25 A	0.15 V
9	200 V	20 A	0.5 A	0.3 V
10	500 V	50 A	1.25 A	0.75 V
11	1,000 V	100 A	2.5 A	1.5 V
12	2,000 V	200 A	5 A	3 V

语法	:RNG:VLT AMP?
返回	0 至 12。
说明	返回应用于当前所选组的量程配置。如果当前所选组处于自动量程, 则会返回 0。
语法	:RNG:VLT AMP:AUT?

设置量程 (续)

返回	0 至 12。
说明	<p>注：此命令与通道关联，不与组关联。</p> <p>选择当前所选通道所在的实际量程。如果组中有多条通道，且将组设置为自动量程，则通道会查找适用于应用信号的最佳量程。</p> <p>请首先使用 :INST:NSELC 命令选择当前通道。</p>

:SHU 分流器选择

语法	:SHU:INT :SHU:INT1A :SHU:EXT INT = 设置内部 30 Arms 分流器 INT1A = 设置内部 1 Arms 分流器 EXT = 设置外部分流器
----	--

说明	设置当前所选组中用于所有通道的分流器。 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
----	--

语法	:SHU?
----	-------

返回格式	0 至 2。
------	--------

说明	返回当前所选组的分流器设置。 0 = 内部 30 Arms 分流器 1 = 内部 1 Arms 分流器 2 = 外部分流器 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
----	---

:FSR 频率设置

语法	:FSR:VLT :FSR:AMP :FSR:EXT1 :FSR:EXT2 VLT = 将电压通道设置为源 INT1A = 将电流通道设置为源 EXT1 = 将外部计数器输入 1 设置为源 EXT2 = 将外部计数器输入 2 设置为源
----	--

说明	设置当前所选组中的频率源。组中的第一个通道将用于确定频率。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。
----	--

语法	:FSR?
----	-------

返回	0 至 3
----	-------

频率设置 (续)

说明	<p>返回所选组当前配置的频率源。</p> <p>返回值对应于：</p> <p>0 = 电压通道</p> <p>1 = 电流通道的</p> <p>2 = 外部计数器输入 1</p> <p>3 = 外部计数器输入 2</p> <p>由于此命令用于组，请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。</p>
语法	<p>FSR:PHR:VLT - 将电压通道设置为参考。</p> <p>:FSR:PHR:AMP - 将电流通道的设置为参考。</p>
说明	<p>将组的相位参考设置为组中第一个卡的电压或电流通道的。</p> <p>此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。</p>
语法	:FSR:PHR?
返回	0 至 1
说明	<p>返回所选组当前配置的相位参考。</p> <p>返回值对应于：</p> <p>0 = 电压通道</p> <p>1 = 电流通道的</p> <p>由于此命令用于组，请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。</p>
语法	<p>:FSR:RNG <值></p> <p>其中，<值> = 0 至 3</p>
说明	<p>设置允许的输入信号频率范围。值对应于：</p> <p>0 = 10Hz 至 50kHz</p> <p>1 = >10Hz</p> <p>2 = 1 至 100Hz</p> <p>3 = 0.1Hz 至 10Hz</p> <p>此命令适用于组。请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。</p>
语法	:FSR:RNG?
返回	0 至 3
说明	<p>返回所选组当前配置的频率范围。</p> <p>返回值对应于：</p> <p>0 = 10Hz 至 50kHz</p> <p>1 = >10Hz</p> <p>2 = 1Hz 至 100Hz</p> <p>3 = 0.1Hz 至 10Hz</p> <p>由于此命令用于组，请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。</p>

:BDW 带宽

语法	:BDW <值> 其中, <值> = 0 或 1。
说明	设置当前组中所有电压和电流测量通道的带宽。0 = 高带宽, 且 1 = 低带宽。低带宽模式将 10 kHz 双极滤波器引入电压和电流测量通道。
语法	:BDW?
返回	0 至 1
说明	返回所选组当前配置的带宽。 返回值对应于: 0 = 高带宽 1 = 低带宽 由于此命令用于组, 请首先使用 :INST:NSEL 命令选择当前组。

:SCL 标度

语法	:SCL:VLT AMP EXT <标度> :SCL:VLT AMP EXT:GRP <标度> VLT = 电压通道标度 AMP = 电流通道的标度 EXT = 外部分流器标度 其中, <标度> = 数字, 范围为 0.00001 至 100000 。
说明	设置当前所选通道的标度因数。请首先使用 :INST:NSELC 命令选择当前通道。如果使用了 GRP 选项, 则将同一的标度因数应用于组中的所有通道。
语法	:SCL:VLT AMP EXT? VLT = 电压通道标度 AMP = 电流通道的标度 EXT = 外部分流器标度
返回	范围从 0.00001 至 100000 的数字
说明	注: 此命令与通道关联, 不与组关联。 返回当前所选通道的标度因数。请首先使用 :INST:NSELC 命令选择当前通道。

:ANA 模拟输入

语法	:ANA <输入>、<量程> 其中: <输入> = 输入号, 范围为 1 至 4 <量程> = 1 或 10
返回	无

模拟输入 (续)

说明	设置范围从 1 至 4 的模拟输入。如果<量程>为 1, 则选择 ± 1 V 量程。如果<量程>为 10, 则为指定输入选择 ± 10 V 量程。
语法	:ANA? <输入> 其中: <输入> = 输入号, 范围为 1 至 4
返回	测量值
说明	返回所选输入的测量模拟信号。

图形和波形命令

当前尚未实现。

接口命令

接口命令用于设置和控制与 PA4000 通信的各种方式。

:COM:RS2 RS232 配置

语法	:COM:RS2:BAUD <波特率> 其中, <波特率> = 9600、19200 或 38400 的波特率。
说明	设置 RS232 波特率。
语法	:COM:RS2:BAUD?
返回	9600、19200 或 38400 的波特率
说明	返回 RS232 波特率。

:COM:IEE GPIB 设置

语法	:COM:IEE:ADDR <地址> 其中, <地址> = 范围为 1 至 30 的地址。
说明	设置 PA4000 的 GPIB 地址。
语法	:COM:IEE:ADDR?
返回	范围为 1 至 30 的地址。
说明	返回 PA4000 的 GPIB 地址。如果返回 -1, 则未安装任何 GPIB 卡。

:COM:ETH 返回以太网配置

语法 :COM:ETH:SUB | IP | GATE?

SUB = 子网掩码

IP = IP 地址

GATE = 默认网关

返回 v4 IP 地址格式为 xxx.xxx.xxx.xxx 的数字。

说明 返回 IP 地址格式的所需信息。返回信息是当前的配置。如果将 DHCP 用作分配方法，则返回值将是 DHCP 服务器分配的那些值。

:COM:ETH:STAT 静态以太网配置

语法 :COM:ETH:STAT <值>

其中，<值> = 0 或 1

说明 确定 PA4000 使用的是静态 IP 地址还是 DHCP 服务器分配的 IP 地址。如果<值> = 0，则使用了 DHCP 服务器。如果<值> = 1，则使用了静态 IP 设置。

语法 :COM:ETH:STAT?

返回 0 或 1

说明 返回 PA4000 使用的是静态 IP 地址还是 DHCP 服务器分配的 IP 地址。如果返回值为 0，则使用了 DHCP 服务器。如果返回值为 1，则使用了静态 IP 设置。

语法 :COM:ETH:STAT:SUB | IP | GATE <ip 值>

SUB = 子网掩码

IP = IP 地址

GATE = 默认网关

其中，<ip 值>格式为 xxx.xxx.xxx.xxx。

说明 这些命令用于设置为 PA4000 静态分配的 IP 值。

语法 :COM:ETH:STAT:SUB | IP | GATE?

SUB = 子网掩码

IP = IP 地址

GATE = 默认网关

返回 格式为 xxx.xxx.xxx.xxx 的 IP 地址

说明 这些命令用于返回为 PA4000 静态分配的 IP 值。

:COM:ETH:MAC 以太网 MAC 地址

语法	:COM:ETH:MAC? MAC = MAC 地址
返回	格式为 12 个十六进制字符的 MAC 地址。
说明	用于返回以太网控制器上的 MAC 地址。MAC 地址的格式为：0x0019B9635D08。

数据记录命令

数据记录命令的功能与前面板上的 Datalog 菜单和 [DATA OUT (DATA DUMP)] 键相同。

:DATA:USB USB 数据记录

语法	:DATA:USB <停止/开始> 其中，<停止/开始> - 0 = 停止；1 = 开始
返回	无
说明	此命令的功能与按 [DATA OUT (DATA DUMP)] 键相同。如果有 USB 记忆棒且安装了 USB/以太网卡，则将数据记录到该设备。

数学命令

通过数学命令，可以设置 PA4000 的数学屏幕以及返回结果。

:MATH:FUNC 数学函数信息

语法	:MATH:FUNC <函数编号="">、<名称>、<公式>、<单位> 其中：<函数编号>= 1 至 30 <名称> = 为用户显示的名称 <公式> = 数学函数的公式 <单位> = 要显示的单位
返回	如果成功，则为 1，否则为 0。
说明	配置指定的数学函数。
语法	:MATH:FUNC:EN? <函数编号> 其中：<函数编号>是 1 至 30 之间的有效数学函数编号。
返回	<名称> = 为用户显示的名称 <公式> = 数学函数的公式 <单位> = 要显示的单位
说明	此命令将返回指定函数的数学函数名称、公式和单位。

:MATH:FUNC:EN

语法	:MATH:FUNC:EN <函数编号>, <启用> 其中, <函数编号>是 1 至 30 之间的有效数学函数编号。 <启用>为 1, 启用函数显示, 为 0 则禁用。
返回	无
说明	此命令将启用或禁用“数学”屏幕中的数学函数。
语法	:MATH:FUNC:EN? <函数编号> 其中, <函数编号>是 1 至 30 之间的有效数学函数编号。
返回	0 = 函数已禁用; 1 = 函数已启用。
说明	此命令将返回启用或禁用数学函数的状态。

:MATH? 返回数学结果

语法	:MATH?
返回	结果
说明	此命令将返回所有计算出的数学函数结果, 用逗号分开。

系统配置命令

系统配置命令与 System Configuration 前面板菜单屏幕相对应。(见第49页, [系统配置](#))

:BLK 消隐

语法	:BLK:ENB - 启用消隐。 :BLK:DIS - 禁用消隐。
返回	无
说明	启用消隐后, 测量信号低于所选通道最低量程的 5% 时, 分析仪将归零。如果其他结果(即瓦特)中也使用了消隐的通道, 则值也会为空。
语法	:BLK?
返回	启用时为“ENB”; 禁用时为“DIS”。
说明	返回消隐状态。

:AVG 平均

语法	:AVG:AUT <深度> 其中, <深度>为 1 至 10。
返回	无

平均 (续)

说明	命令设置平均缓冲器的深度以平均<深度>取样周期。使用 UPDATE 命令也可以更改取样周期。每当量程发生变化时都会重置平均缓冲器，或者，如果通道当前为最低量程，缓冲器将在量程变化到 10% 时重置。
语法	:AVG?
返回	整数平均值。
说明	返回单位平均值。

:UPDATE 更新速率

语法	:UPDATE <更新速率> 其中，<更新速率> 为 0.2 至 2.0 秒，时间间隔为十分之一秒。
返回	无
说明	更改显示屏更新速率。如果将更新速率设置低于 0.5 秒，则会减少更新周期返回的谐波次数。
语法	:UPDATE?
返回	用浮点数表示的更新速率。
说明	返回单位更新值。

:SYST:ZERO 自动归零

语法	:SYST:ZERO <值> 其中，<值> 为 0，表示禁用；1 表示启用；2 表示立即运行。
返回	无
说明	将通道的自动归零功能设置为启用或禁用。

:SYST:DATE **系统日期**

语法	:SYST:DATE? :SYST:DATE:SET <日期值> :SYST:DATE:FORMAT <日期格式> 其中, <日期值> 是用所选格式表示的新日期, 且 <日期格式>是所选的日期格式。
返回	以用户指定的方式格式化的日期, 用“:” 隔开。
说明	:SYST:DATE?命令会按用户指定的格式返回分析仪上的日期。 用户可以选择 3 种格式之一: <日期格式> = 0 - mm:dd:yyyy <日期格式> = 1 - dd:mm:yyyy <日期格式> = 2 - yyyy:mm:dd 用户还可以使用 :SYST:DATE:SET 命令设置分析仪上的日期。这种情况下, <日期值> 应为指定的格式。例如, 如果指定的格式为 0 (mm-dd-yyyy), 则命令应是: :SYST:DATE:SET 12:31:2011

:SYST:TIME **系统时间**

语法	:SYST:TIME? :SYST:TIME:SET <时间值> :SYST:TIME:FORMAT <时间格式> 其中, <时间值> 是用所选格式表示的新时间, 且 <时间格式> 是所选的时间格式。
返回	以用户指定的方式格式化的时间, 用“:” 隔开小时、分钟和秒钟。例如, 01:34:22P 表示 12 小时制或 13:34:22 表示 24 小时制。
说明	:SYST:TIME? 命令会按用户指定的格式返回分析仪上的时间。用户可以选择 3 种格式之一: <时间格式> = 0 - 12 小时制 hh:mm:ss A/P <时间格式> = 1 - 24 小时制 hh:mm:ss 用户还可以使用 :SYST:TIME:SET 命令设置分析仪上的时间。这种情况下, <时间值> 应为指定的格式。例如, 如果指定格式为 0 (12 小时制), 则命令应是: :SYST:TIME:SET 08:32:20 P 若为 12 小时制时钟, A 应用作 AM, P 用作 PM。

:SYST:POWER 功率使用量

语法	:SYST:POWER:DISP <值> 其中: <值> 是 1、2 或 3。
返回	无
说明	此命令可以关闭显示屏, 以减少分析仪的功耗。显示屏操作 <值> 确定 0 = 始终打开 1 = 不按键或没有命令时 10 分钟后关闭 2 = 在远程控制模式下关闭。

用户配置命令

这些命令与 User Configuration 菜单项目相关。

:CFG:USER 用户配置

语法	:CFG:USER:LOAD <值> :CFG:USER:SAVE <值> 其中: <值> 是用户配置, 1 至 8 表示保存, 且 0 至 8 表示加载。0 是默认配置。
返回	1 表示成功, 0 表示失败。
说明	这些命令用于加载和保存 8 种用户配置之一。
语法	:CFG:USER:REN <值>, <配置名称> 其中, <值>是 1 至 8 的用户配置。 <配置名称> 是新建的配置名称 (最多 16 个字符)。
返回	无。
说明	此命令用于更改配置名称, 以帮助用户再次查找。 提示: :CFG:USER:LOAD 0 发送完后, 需要 15 - 20 秒钟时间才能读取表示成功的 1 或表示失败的 0。此外, 根据正在保存和/或加载的配置, 发送这些命令后还需要 15 - 20 秒钟时间才能再次读取表示成功的 1 或表示失败的 0。

发送和接收命令

如前所述, 向 PA4000 发送命令有许多方法, 但是所有方法都有一些常用规则:

- 所有指令均应以换行 (ASCII 10) 符结束。
- 所有返回信息均应以换行 (ASCII 10) 符结束。
- 一次只能发送一条指令。“:SEL:VLT;:SEL:AMP”不是有效命令。

- 对于配置单位的所有命令，命令间需要 0.5 秒钟，或使用流量控制等待发送下一个命令。
- 自动归零每隔 1 分钟运行一次，在大约 1 秒钟内不会产生新结果。因此可以禁用自动归零。

说明： 利用 PA4000 的以太网接口通信时，均用回车字符 [即 ASCII CR (0x0D)] 响应所有通信。下例中，回车字符用 “[CR]” 表示。

提示： 如果使用 Visual Studio 或 Lab-View，则可以利用 “Flush, In-buffer” 命令便捷地将回车从输入缓冲器中删除。这可以设置为软件规则，以便每次发送读取和写入命令后操作。

示例 1： 用户向 PA4000 发送查询命令，以确定分流器的状态。PA4000 将用添加到字符串末尾的 CR 字符响应；

```
用户：“:SHU?”
PA4000：“0[CR]”
```

PA4000 按照标准用添加到字符串末尾的 CR 字符响应。

示例 2： 用户向 PA4000 发送命令以禁用消隐，然后 PA4000 用 CR 字符响应；

```
用户：“:SHU:INT”
PA4000：“0[CR]”
```

PA4000 用 CR 字符响应。

PA4000 利用所有其他通信方式时，并不使用 CR 回复每次通信。

通信示例

基本选择和返回结果

使用 FRD 命令返回结果。由此返回的是屏幕上显示的结果，并按照结果在屏幕上显示的顺序返回。使用命令选择结果时，将结果添加到列表最下面，但谐波除外，它始终显示在列表末尾。

```
:INST:NSEL 1          将当前组设置为组 1
:SEL:CLR              从所有组中清除所有结果
:SEL:VLT
:SEL:AMP
:SEL:FRQ
:SEL:WAT
:SEL:VAS
:SEL:VAR
```

```

:SEL:PWF
:SEL:VPK+
:SEL:APK+
:FRD?
:FRF?

```

以浮点格式返回 Vrms、Arms、频率、瓦特、VA、Var、功率因数、Vpeak + 和 Vpeak-。

返回使用显示屏上显示的标签进行确认时选择的结果。这种情况下，将返回“Vrms、Arms、频率、瓦特、VA、Var、PF、Vpk+、Apk+”

反复返回结果

PA4000 按指定的更新速率更新结果。若要在有结果时尽快返回结果，请设置 DSE 寄存器启用位 1，即“有新数据 (NDV)”位。然后使用“:DSR?”命令读取 DSR 寄存器，直到其指示有新数据，然后发送“:FRD?”命令以获取所选结果。

“:DSE 2” // 此命令启用 NDV 位。

```

While strDSR <> "2"
    ":DSR?"
    strDSR = 接收的数据
WEND
":FRD?"
接收结果

```

谐波

若要返回谐波，首先需要选择谐波次数和范围，然后将它们添加到显示屏上的结果列表中。

:HMX:VLT:SEQ 0	选择奇数和偶数谐波（使用 1 时仅选择奇数谐波）。
:HMX:VLT:RNG 9	返回 1 至 9 的全部谐波。
:SEL:VHM	在列表中添加电压谐波。

现在，假设示例 1 之后尚未发出 :SEL:CLR，:FRD? 则会返回以下结果

Vrms、Arms、频率、瓦特、VA、Var、PF、Vpk+、Apk+、Vh1 Mag、Vh1 相、Vh2 Mag、Vh2 相位 …Vh9 Mag、Vh9 相位。

使用一组通道的通信示例

示例显示使用了全序列命令与一组通道进行通信。此示例将使用 1 A 分流器，并消隐 5% 以下的量程。

*RST	(将仪器重置为默认值)
*IDN?	(识别仪器，返回软件用户可以使用的字符串：“Tektronix, PA4000, 序列号, 固件版本”)。
:INST:NSEL 1	(选择组 1)
:WRG:3P3	(设置用于三相三线设置的通道 1 和通道 2 属于组 1)。
:RNG:VLT:AUT	(设置电压自动量程)
:RNG:AMP:AUT	(设置电流自动量程)
:SHU:INT1A	(设置 1A 分流器用于电流测量)
:FSR:VLT	(将电压设置为频率源)
:BLK:ENB	(启用消隐)
:AVG:AUT	(设置自动平均)
:SEL:CLR	(清除测量选择列表)
:SEL:VLT	(选择 vrms)
:SEL:WAT	(选择以瓦特为单位的功率)
:SEL:AMP	(选择 Arms)
:SEL:FRQ	(选择频率)
:SEL:PWF	(选择功率因数)
:SEL:VAS	(选择 VA 功率)
{ }	
{ 此处输入谐波等任何其他信息。(见第82页, 谐波)}	
{ }	
:DSE 3	(为可用的新数据和数据设置 DSR)
While dsr <> 3	(连续循环轮询, 直到 DSR = 3)
:DSR?	
循环	
:FRD:GRP 1?	(读取测量的数据, 并按以下浮点格式显示: -)
(Vrms、瓦特、Arms、Freq、功率因数、VA Power、Vrms、瓦特、Arms、Freq、功率因数、VA Power)。	

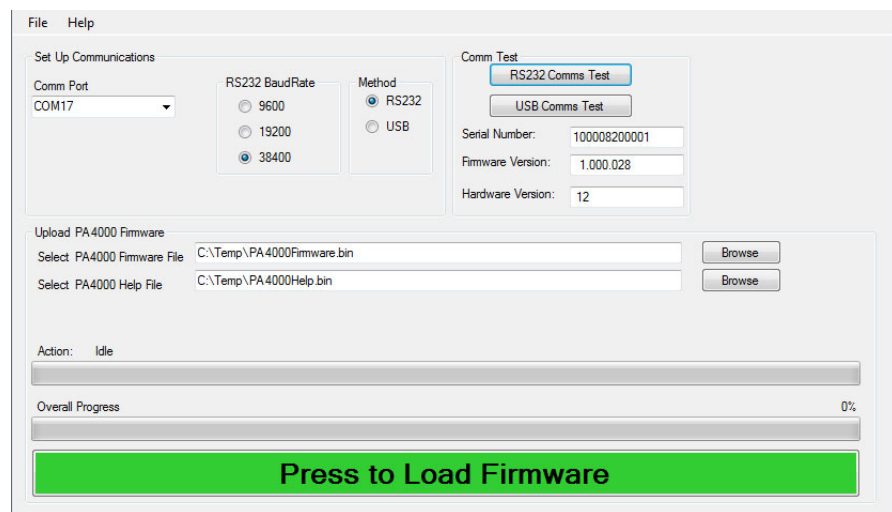
软件

PA4000 下载软件

PA4000 经过设计，用户只需更新产品内的固件便可添加新功能。使用免费的 PC 软件程序更新固件。从泰克网站 (www.Tektronix.com) 的 PA4000 部分可以找到此程序。只需下载软件并安装到 PC 上即可。

下载软件兼容 Windows XP、Vista 和 7。

安装后，运行软件进入主屏幕：



软件支持通过 RS232 和 USB 下载固件。使用 Tektronix PA4000 固件下载实用程序 1.000.004 版或更高版本以及固件 1.000.037 版或更高版本可以进行 USB 下载。

下载代码之前，需要选择 PC 上的 RS232 端口，确保所选择的波特率与 PA4000 上的波特率相匹配。在 Interface 菜单选项中可以找到。（见第 44 页，[接口](#)）单击 RS232 Comms Test 按钮可以确认通信接口是否正确设置。这会返回 PA4000 的序列号、固件版本和硬件版本。或者，还可以选择方式下面的 USB，然后单击 USB Comms Test。

其次，需要将软件指向主固件文件和帮助文件。这些文件将分别命名为“PA4000Firmware.bin”和“PA4000Help.bin”。在泰克网站的 PA4000 页面上也可以找到文件。

最后，准备好时，单击“Press to Load Firmware”。波特率为 38400 时，下载大约需要 30 分钟。



注意： 下载期间请勿从 PA4000 切断电源。

下载最后阶段，PA4000 屏幕将变为空白，蓝色 [SHIFT] LED 指示灯将闪烁。下载完成后，PA4000 将自动重新启动，然后便可以使用了。

技术规格

测量通道

- 电压连接**
- 测量达 $1000 V_{\text{rms}}$ ，直流通达 1 MHz，连续
 - 差分输入阻抗：1 兆欧，并联 13 pF
 - 高和低对地输入阻抗：30 pF

- 30 A 电流连接**
- 测量达 $200 A_{\text{pk}}$ ， $30 A_{\text{rms}}$ ，直流通达 1 MHz，连续
 - 设备关闭或所选分流器不是 30 A 分流器时最高达 $15 A_{\text{rms}}$
 - $75 A_{\text{rms}}$ 持续 1 秒，非重复性
 - $9.375 M\Omega$
 - 高和低对地输入阻抗：45 pF

- 1 A 电流连接**
- 测量达 $5 A_{\text{pk}}$ ， $1 A_{\text{rms}}$ ，直流通达 1 MHz，连续
 - $2 A_{\text{rms}}$ 持续 1 秒，非重复性
 - 0.6Ω
 - 高和低对地输入阻抗：45 pF
 - 保护 = T1.0AH、250 V、5 x 20 mm 保险丝（时间延迟的高断开性能）

- 外部电流连接**
- 测量达 $3.0 V_{\text{pk}}$ ，直流通达 1 MHz，连续
 - $50 V_{\text{rms}}$ 持续 1 秒
 - 高和低对地输入阻抗：45 pF

- 模拟卡电源输出（可选）**
- $\pm 15 V$ 电源
 - 每个模拟卡输出最大为 $\pm 15 V \pm 5\%$ ，250 mA（受保护）

电源输入

- 交流输入电压 = 100 - 240 V，50 至 60 Hz
- 保护 = T4AH、250 V、5 x 20 mm 保险丝（时间延迟的高断开性能）
- 功耗 = 最大 120 VA

机械性与环境

- 尺寸 (大约)**
- 高度：13.2 cm (5.2") (不含支脚) ， 14.6 cm (5.75") (含支脚)
 - 宽度：42 cm (16.5")
 - 厚度：31 cm (12.5")

尺寸 (大约) 4 相仪器安装了 +15 V 电源和 GPIB 选件时为 8.8 Kg (19.5 lb)。

- 介电强度**
- 主电源插口 (火线 + 零线至地) : 1.5 kVAC
 - 电压测量输入: 对地 2 kV_{pk}
 - 电流测量输入: 对地 2 kV_{pk}

储存温度 -20°C 至 +60°C

工作温度 0°C 至 40°C

最大工作状态海拔高度 2000 M

最大相对湿度 温度高达 31°C 时为 80%，40°C 时直线下降至 50%

可选部件

GPIB 卡 通过 GPIB 卡，可以使用工业标准 IEEE 488 仪器协议控制 PA4000。
此选件 (可选 GPIB) 出厂时已安装。

变换器电源 PA4000 可以提供可选的 ±15 V 电源供外部变换器使用。对于每个模拟卡，电源可以提供每轨 250 mA。
此选件 (可选 15V) 出厂时已安装。

通信端口

PA4000 标配 RS232、以太网和 USB。

- 串口**
- 9 针 D 型连接器，位于仪器后面
 - RS232 接口，用于连接到 PC 以使用直通线进行远程控制

- 可用波特率 9600、19200、（默认）38400
- 8 位，无奇偶校验，1 个停止位，硬件流控制

针脚	I/O	信号名称	针脚	I/O	信号名称
1		未连接	6		未连接
2	输出	TXD	7	输入	CTS
3	输入	RXD	8	输出	RTS
4		未连接	9		未连接
5		0 V			

IEEE 488 / GPIB (可选)

IEEE 488 端口兼容 488.2 标准 GPIB 线缆，可用于 PA4000。

针脚	信号名称	针脚	信号名称
1	数据 1	13	数据 5
2	数据 2	14	数据 6
3	数据 3	15	数据 7
4	数据 4	16	数据 8
5	结束或识别 (EOI)	17	远程启用 (REN)
6	数据有效 (DAV)	18	GND
7	未准备好数据 (NRFD)	19	GND
8	未接受数据 (NDAC)	20	GND
9	接口清除 (IFC)	21	GND
10	服务请求 (SRQ)	22	GND
11	注意信号 (ATN)	23	GND
12	屏蔽接地	24	GND

USB 主机

- 2 个端口。前后各一个端口。
- 前端口经常使用，但是需要可选卡才能提供功能。
- 后端口不支持 USB 闪存驱动器。只有前端口支持。
- 每个端口均为 250 mA，+5 V 电源。

USB 闪存驱动器要求：

- USB 闪存驱动器必须用 FAT12、FAT16 或 FAT32 文件系统进行格式化。
- 扇区的大小必须为 512 字节。群集大小最大 32kB。
- 仅支持支持 SCSI 或 AT 命令集的专用批量海量存储 (BOMS) 设备。有关 BOMS 设备的详细信息，请参考 USB 设计论坛 (USB Implementers Forum) 发布的《通用串行总线海量存储分类 - 专用批量传输 1.0 版》(Universal Serial Bus Mass Storage Class - Bulk Only Transport Rev. 1.0)。

针脚	说明
1	+5 V(o/p)
2	D- (i/p 和 o/p)
3	D+ (i/p 和 o/p)
4	0V(o/p)

USB 外设

- 兼容 USB 2.0。适用于任何 USB 2.0。
- 全速 (12 Mbit/s)。

针脚	说明
1	VBus (i/p)
2	D- (i/p 和 o/p)
3	D+ (i/p 和 o/p)
4	0 V (i/p)

以太网端口

- 兼容 IEEE 802.3, 10Base-T
- 连接器：RJ-45，配有“链接”和“活动”指示器
- 端口 5025 可以连接 TCP/IP

针脚	信号名称
1	Tx+
2	Tx-
3	Rx+
4	通用
5	通用
6	Rx-

针脚	信号名称
7	通用
8	通用

状态指示灯 LED:

- 绿色 - 已建立连接
- 黄色 - 数据活动

辅助输入/输出

PA4000 配有大量辅助输入和输出。包括:

- 4 个模拟输入
- 2 个计数器输入
- 4 个数字输出

辅助连接上的针脚连接包括:

针脚	信号名称	针脚	信号名称
1	模拟输入 1	7	数字输出 3
2	模拟输入 2	8	数字输出 4
3	模拟输入 3	9	计数器输入 1
4	模拟输入 4	10	计数器输入 2
5	数字输出 1		
6	数字输出 2		

针脚 11 至 22 均接地。针脚 23 至 25 均未连接。

模拟输入

每个模拟输入可接受 +10 V 到 -10 V 的信号。每个输入均配有将输入信号限制到 ±12 V 的保护二极管。

计数器输入

每个计数器输入可接受 +10 V 至 -10 V。每个输入均配有将输入信号限制到 ±12 V 的保护二极管。信号必须低于 0.5 V 或更低才能计数为 0，或者高于 1.5 V 才能计数为 1。占空比为 20% 至 80%。

数字输出

每个数字输出均为 +5 V TTL，符合 10 kΩ 输出阻抗要求。

主机 / 客户端端口

没有用户连接。功能尚未实现。

测量参数

表 1: 相位测量

缩写	说明	单位	公式
V_{RMS}	RMS 电压	伏特 (V)	$V_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T v^2 dt}$
A_{RMS}	RMS 电流	安培 (A)	$A_{RMS} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$
F	频率	赫兹 (Hz)	
W	有效功率	瓦特 (W)	$W = \frac{1}{T} \int_0^T v_i i_i dt$
PF	功率因数		$PF = \left[\frac{Watt}{V_{rms} \times A_{rms}} \right]$
VA	视在功率	伏安 (VA)	$VA = [V_{rms} \times A_{rms}]$
VA _r	无功功率	无功伏安 (VA _r)	$VA_r = \sqrt{(VA)^2 - W^2}$
$V_{PK} +$	(+)ve 峰值电压	伏特 (V)	$max\{v\}$
$V_{PK} -$	(-)ve 峰值电压	伏特 (V)	$min\{v\}$
$A_{PK} -$	(+)ve 峰值电流	安培 (A)	$max\{i\}$
$A_{PK} +$	(-)ve 峰值电流	安培 (A)	$min\{i\}$
V_{DC}	直流电压	伏特 (V)	$V_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$
A_{DC}	直流电流	安培 (A)	$A_{DC} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$
V_{RMN}	平均整流电压	伏特 (V)	$V_{MEAN} = \frac{1}{T} \int_0^T v dt$
A_{RMN}	平均整流电流	安培 (A)	$A_{MEAN} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$
V_{CF}	电压波峰因数		$CF = \frac{Peak\ Value}{RMS\ Value}$
A_{CF}	电流波峰因数		$CF = \frac{Peak\ Value}{RMS\ Value}$
V_{THD}	电压总谐波失真	%	$\frac{\sqrt{(H0^2)+H2^2+H3^2+H4^2+H5^2+...}}{REF}$

表 1: 相位测量 (续)

缩写	说明	单位	公式
V _{DF}	电压失真 因数	%	$\frac{\sqrt{V_{rms}^2 - H1^2}}{REF}$
V _{TIF}	电压电话 影响因数		$\frac{1}{V_{ref}} \sqrt{\frac{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (k_n \times V h_n)^2}{min\ harm}}$
A _{THD}	电流总谐 波失真	%	$\frac{\sqrt{(H0^2) + H2^2 + H3^2 + H4^2 + H5^2 + \dots}}{REF}$
A _{DF}	电流失真 因数	%	$\frac{\sqrt{A_{rms}^2 - H1^2}}{REF}$
A _{TIF}	电流电话 影响因数		$\frac{1}{A_{ref}} \sqrt{\frac{\sum_{min\ harm}^{max\ harm} (K_n \times A h_n)^2}{min\ harm}}$
Z	阻抗	欧姆 (Ω)	$Z = \frac{V_{fund}}{I_{fund}}$
R	电阻	欧姆 (Ω)	$R = \frac{Vf}{Af} \times \cos \theta (\theta = V\ phase - A\ phase)$
X	电抗	欧姆 (Ω)	$X = \frac{Vf}{Af} \times \sin \theta (\theta = V\ phase - A\ phase)$
Vf	基本电压	伏特 (V)	$\sqrt{(V1.r^2 + V1.q^2)}$
Af	基本电流	安培 (A)	$\sqrt{(A1.r^2 + A1.q^2)}$
Wf	基本功率	瓦特 (W)	$V1.r \times A1.r + V1.q \times A1.q$
VAf	基本视在 功率	伏安 (VA)	$\sqrt{W.fund^2 + VA.r.fund^2}$
VArf	基本无功 功率	无功伏安 (VAr)	$if\ W > 0$ $(V1.r \times A1.q) - (V1.q \times A1.r)$ $if\ W < 0$ $(V1.q \times A1.r) - (V1.r \times A1.q)$
Pff	基本功率 因数		$\frac{W.fund}{VA.fund}$
CorrVAr	校正值 VAr	VA	$W_{fund} \times \tan \cos^{-1} (Desired\ PF)$ $- \tan (\cos^{-1} (PFF))$
Vh _n	电压谐波 n	伏特 (V)	$Mag = \sqrt{(Vh_n.r^2 + Vh_n.q^2)}$ $Phase = \tan^{-1} \left(\frac{Vh_n.q}{Vh_n.r} \right)$

表 1: 相位测量 (续)

缩写	说明	单位	公式
Ah_n	电流谐波 n	安培 (A)	$Mag = \sqrt{(Ah_n.r^2 + Ah_n.q^2)}$ $Phase = \tan^{-1} \left(\frac{Ah_n.q}{Ah_n.r} \right)$
Wh_n	功率谐波 n	瓦特 (W)	$Mag = Vh_n \times Ah_n \times \cos(Ap_n - Vp_n)$

¹ f= 基本 V 或基本 I 的实部
q=V 或 I 的虚部或正交部分
V 和 I 基数都是复数，采用 r+jq 的形式

单相三线 SUM 公式

$$\sum V = \frac{ch1V+ch2V}{2}$$

$$\sum V.fund = \frac{ch1V.fund+ch1V.fund}{2}$$

$$\sum W = ch1W + ch2W$$

$$\sum W.fund = ch1W.fund + ch1W.fund$$

$$*Note 1 \sum VAr = \sqrt{\sum VAr.fund^2 + \left(\sqrt{\frac{3}{2}} \times (ch1VAr.h + ch2VAr.h) \right)^2}$$

三相四线 SUM 公式

测量准确度

下表列出每次测量计算准确度技术规格时的公式。

以下等式中：

- 假设被测波形为正弦波。
- F 为被测频率，以 kHz 为单位。如果是谐波，则 F 为谐波频率，以 kHz 为单位。
- V 为被测电压，以伏特为单位。
- I 为被测电流，以安培为单位。
- Z_{EXT} 是外部分流器阻抗（0.6 Ω 用于 1 A 分流器，9.375 m Ω 用于 30 A 分流器）。
- \ominus 是相角，以度为单位（即电流与电压的参考相位）。

所有技术规格的有效温度为 23°C \pm 5°C

温度系数 \pm 0.02% 读数/ °C，0 至 18°C，28 至 40°C。

参数	技术规格
电压 - V_{rms}、V_{rnn}、V_{dc}	
量程	2000 V、1000 V、500 V、200 V、100 V、50 V、20 V、10 V、5 V、2 Vpeak
V_{rms} 45-850Hz 准确度	$\pm 0.04\%$ 读数 $\pm 0.04\%$ 量程 ± 0.02 V
V_{rms} 10Hz - 45Hz, 850Hz - 1MHz, 准确度	$\pm 0.05\%$ 读数 $\pm 0.05\%$ 量程 $\pm (0.02 * F)\%$ 读数 ± 0.02 V
V_{rnn}	$\pm 0.2\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 ± 0.1 V
直流准确度	$\pm 0.05\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 ± 0.05 V
共模效应	1000 V, 60 Hz < 10 mV 100 V, 100 kHz < 50 mV
电压 — 谐波幅度和相位	
10 Hz - 1 MHz 准确度	$\pm 0.08\%$ 读数 $\pm 0.08\%$ 量程 $\pm (0.02 * F)\%$ 读数 ± 0.02 V
相位	$\pm 0.025 \pm [0.005 * (V_{reading}/V_{range})] \pm (0.05/V_{range}) \pm (0.001 * F)$
电压 - V_{pk+}, V_{pk-}, 波峰因数	
峰值准确度	$\pm 0.2\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 + $(0.01 * F)\%$ 读数 ± 0.05 V - 低带宽 $\pm 0.2\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 + $(0.01 * F)\%$ 读数 ± 0.5 V - 高带宽
CF 准确度	$\left[\frac{V_{PKerror}}{V_{PK}} + \frac{V_{RMSerror}}{V_{RMS}} \right] \times V_{CF}$ (波峰因数为 1 至 10 时有效)
电流 - A_{rms}, A_{rnn}, A_{dc}	
30A 分流器量程	200 A、100 A、50 A、20 A、10 A、5 A、2 A、1 A、0.5 A、0.2 Apeak
1A 分流器量程	5 A、2.5 A、1.25 A、0.5 A、0.25 A、0.125 A、0.05 A、0.025 A、0.0125 A、0.005 Apeak
外部分流器量程	3 V、1.5 V、0.75 V、0.3 V、0.15 V、0.075 V、0.03 V、0.015 V、0.0075 V、0.003 Vpeak
A_{rms} 45-850 Hz 准确度	$\pm 0.04\%$ 读数 $\pm 0.04\%$ 量程 $\pm (20 \mu V / Z_{ext})$
10Hz - 45 Hz, 850 Hz - 1MHz 准确度	$\pm 0.05\%$ 读数 $\pm 0.05\%$ 量程 $\pm (0.02 * F)\%$ 读数 $\pm (20 \mu V / Z_{ext})$
A_{rnn} 准确度	$\pm 0.2\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 $\pm (100 \mu V / Z_{ext})$
直流准确度	$\pm 0.05\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 $\pm (50 \mu V / Z_{ext})$
共模效应	1000 V, 60 Hz, 30 A 分流器: < 1 mA 100 V, 100 kHz, 30 A 分流器 < 20 mA 1000 V, 60 Hz, 1 A 分流器: < 50 uA 100 V, 100 kHz, 1 A 分流器 < 500 uA 1000 V, 60 Hz, 外部分流器: < 500 uA 100 V, 100 kHz, 外部分流器 < 20 mV
电流 — 谐波幅度和相位	

参数	技术规格
10 Hz - 1 MHz	$\pm 0.08\%$ 读数 $\pm 0.08\%$ 量程 $\pm (0.02 * F)\%$ 读数 $\pm (20 \mu V / Z_{ext})$
相位	$\pm 0.025 \pm [0.005 * (A_{range} / A_{reading})] \pm (0.0001 / (A_{range} * Z_{ext})) \pm (0.001 * F)$
电压 - A_{pk+}, A_{pk-}, 波峰因数	
峰值准确度	$\pm 0.2\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 $+ (0.01 * F)\%$ 读数 $\pm (0.3 \text{ mV} / Z_{ext}$ - 低带宽 $\pm 0.2\%$ 读数 $\pm 0.1\%$ 量程 $+ (0.01 * F)\%$ 读数 $\pm (3 \text{ mV} / Z_{ext}$ - 高带宽
CF 准确度	$\left[\frac{A_{PKerror}}{A_{PK}} + \frac{A_{RMSerror}}{A_{RMS}} \right] \times A_{CF}$ (波峰因数为 1 至 10 时有效)
频率	
10Hz 至 1MHz	0.05% 读数
0.1Hz 至 10Hz	0.1% 读数
功率 - W、VA、VAr 和 PF	
W 准确度	$(V_{rmsacc.} \times A_{rms} \times PF) \pm$ $(A_{rmsacc.} \times V_{rms} \times PF) \pm$ $(V_{rms} \times A_{rms} \times (\cos \theta - \cos \{\theta \pm (Vh1_{pherr} \pm Ah1_{pherr})\}))$
VA 准确度	$(V_{rmsacc.} \times A_{rms}) + (A_{rmsacc.} \times V_{rms})$
VAr 准确度	$\sqrt{(VA^2 - [W \pm W_{acc.}]^2)} - \sqrt{(VA^2 - W^2)}$
PF 准确度	$\frac{W_{Accuracy}}{VA}$
基本功率 - Wf、Vaf、VArf 和 PFf	
Wf 准确度	$(Vh1_{magacc.} \times Ah1_{mag} \times PFf) \pm$ $(Ah1_{magacc.} \times Vh1_{mag} \times PFf) \pm$ $(Vh1_{mag} \times Ah1_{mag} \times (\cos \theta - \cos \{\theta \pm (Vh1_{pherr} \pm Ah1_{pherr})\}))$
Vaf 准确度	$(Vh1_{magacc.} \times Ah1_{mag}) + (Ah1_{magacc.} \times Vh1_{mag})$
VArf 准确度	$\sqrt{(VAf^2 - [Wf \pm Wf_{acc.}]^2)} - \sqrt{(VAf^2 - Wf^2)}$
PFf 准确度	$\frac{Wf_{Accuracy}}{VA}$
失真 - DF、THD 和 TIF	
DF 准确度	$\left[\frac{RMS_{error}}{RMS} + \frac{h1_{Magerror}}{h1_{Mag}} \right] \div DF$
THD 准确度	$\left[\frac{h2_{Magerror}}{h2_{Mag}} + \frac{h3_{Magerror}}{h3_{Mag}} + \frac{h4_{Magerror}}{h4_{Mag}} + \dots etc \right] \times THD$
TIF 准确度	$\left[\frac{h1_{Magerror} \times k1}{h1_{Mag}} + \frac{h3_{Magerror} \times k3}{h3_{Mag}} + \dots + \frac{h71_{Magerror} \times k71}{h71_{Mag}} \right] \times THD$
阻抗 - Z、R 和 X	
Z 准确度	$\left[\frac{V_{RMSerror}}{V_{RMS}} + \frac{A_{RMSerror}}{A_{RMS}} \right] \times Z$
R 准确度	$\left[\frac{Vh1_{magerror}}{Vh1_{Mag}} + \frac{Ah1_{Magerror}}{Ah1_{Mag}} + (\tan \theta \times (Vh1_{Pherror} + Ah1_{Pherror}) \times \frac{\pi}{180}) \right] \times R$

参数	技术规格
X 准确度	$\left[\frac{Vh1MAGerror}{Vh1MAG} + \frac{Ah1MAGerror}{Ah1MAG} + \left(\frac{Vh1Pherror+Ah1Pherror}{\tan\theta} \times \frac{\pi}{180} \right) \right] \times X$
模拟输入	
量程	10 Vdc 量程 = ±1 V 至 ±10 V 1 Vdc 量程 = ±0.1 V 至 ±10 V
准确度	±0.2% 读数 ±0.2% 量程 ± 0.005 V
采样速率	每秒 1000 次采样

说明： Z_{ext} 是所使用的外部分流器阻抗，且必须低于或等于 10 欧姆。

所有规定的准确度均基于最低 30 分钟的预热时间。

如果没有测量到频率，则出于准确度目的，信号被视为直流。

只有适用的电压和电流输入 > 10% 的量程时，技术规格才有效。例外是谐波幅度 >2% 的量程时谐波技术规格更有效。

索引

字母和数字

GPIB 命令, 56

GPIB 命令

:ANA, 73

:AVG, 77

:BDW, 73

:BLK, 77

:CAL:DATE?, 59

测量读取, 60

测量配置, 63

测量选择, 60

:CFG:USER, 80

反复返回结果, 82

*CLS, 56

:COM:ETH, 75

:COM:ETH:MAC, 76

:COM:ETH:STAT, 75

:COM:IEE, 74

:COM;RS2, 74

:DATA:USB, 76

:DSE, 57

:DSE?, 57

:DSR?, 57

:DVC, 58

*ESE, 56

*ESE?, 56

*ESR?, 56

发送和接收, 80

:FRD?, 63

:FRF?, 62

:FSR, 71

:HMX:VLT/AMP, 63

:HMX:VLT/AMP:DF, 64

:HMX:VLT?AMP:THD, 64

:HMX:VLT/AMP:TIF, 65

*IDN?, 56

:INST:NSEL, 58

:INST:NSEL?, 58

:INST:NSELC, 58

:INST:NSELC?, 58

接口, 74

:MATH?, 77

:MATH:FUNC, 76

:MATH:FUNC:EN, 77

:MAX, 66

:MIN, 65

:MOD, 67

:MOD:BAL, 67

:MOD:INT, 68

:MOD:PWM, 69

:MOD:SBY, 68

模式设置, 67

:MOVE, 62

:NAME, 70

:RNG, 70

*RST, 57

:SCL, 73

:SEL, 60

设备信息命令, 59

使用一组通道的示例, 83

:SHU, 71

数据记录, 76

输入设置, 69

数学, 76

*STB?, 57

:SUM, 66

:SYST:CTYPE?, 59

:SYST:DATE, 79

:SYST:POWER, 80

:SYST:TIME, 79

:SYST:ZERO, 78

通道和组, 58

通信示例, 81

图形和波形, 74

:UPDATE, 78

:WRG, 69

谐波, 82

系统配置, 77

选择和返回结果, 81

用户配置, 80

IEEE 488.2

标准命令, 56

状态命令, 56

A

安全概要, vi

C

菜单系统, 29

菜单项, 29

测量, 29

导航, 29

主菜单, 29

测量

默认, 6

配置, 32

求和结果列, 34

失真设置, 33

谐波设置, 32

最大保持值列, 34

最小保持值列, 34

D

导航菜单系统, 7

导航结果屏幕, 7

F

附件, xiv

J

将数据记录到存储设备, 20

接口, 44

打印, 45

GPIB 地址, 45

RS232 波特率, 44

以太网配置, 45

记录数据, 21

技术规格, 86

测量参数, 91

测量通道, 86

1 A 电流连接, 86

30 A 电流连接, 86

电压连接, 86

模拟卡电源输出, 86

外部电流连接, 86

测量准确度, 93

电源, 86

辅助输入/输出, 90

机械性与环境, 87

尺寸, 87

储存温度, 87

工作温度, 87

介电强度, 87

湿度, 87

重量, 87

最大工作状态海拔高

度, 87

可选部件, 87

GPIB, 87

变换器电源, 87

通信端口, 87

串口, 87

IEEE 488 / GPIB, 88

USB 外设, 89

USB 主机, 88

以太网端口, 89

主机 / 客户端端口, 91

K

开机, 2

L

连接变流器, 23

电流标度, 24

连接变压器, 27

电压标度, 27

连接变换器

与电压输出, 26

连接到被测产品, 4

连接电压变换器, 27

电压标度, 27

连接信号, 22

连接电阻分流器, 24

M

命令列表, 55

模式, 35

待机电源, 36

积分器, 36

PWM 电机, 37

正常, 35

镇流器, 35

P

屏幕帮助, 8

Q

前面板

波形屏幕, 11

布局, 9

操作, 9

操作按钮, 19

公式按钮, 20

积分器屏幕, 13

结果屏幕, 10

快速查看按钮, 9

软键, 18

设置屏幕, 16

矢量图, 14

数学屏幕, 15

数字按钮, 20

条形图屏幕, 12

字母按钮, 19

全局

设置, 3

R

软件, 84

PA4000 下载软件, 84

S

示例

反复返回结果, 82

使用一组通道, 83

通信, 81

谐波, 82

选择和返回结果, 81

选择要显示的测量, 8

数据存储, 21

数据格式, 21

数据记录, 46

输入, 38

标度, 42

带宽, 42

电流, 23

电压, 23

分流器, 41

概述, 22

固定/自动量程, 41

接线, 38

量程, 40

模拟输入, 43

频率源, 41

外部电流, 23

外部相位补偿, 43

数学, 46

T

特性和功能, xiii

基本特性, xiii

通道设置, 3

图形和波形, 43

波形, 44

积分器参数, 44

W

为外部变换器供电, 28

X

系统配置, 49

分析仪配置, 50

更新速率, 49

省电, 50

可选功能, 50

平均, 49

时钟, 50

消隐, 49

主机 / 客户端, 49

自动归零, 49

Y

用户配置, 50

远程操作, 52

概述, 52

连接 GPIB 系统, 52

连接 RS232 系统, 52

连接 USB 系统, 52

连接以太网系统, 52

Z

状态报告, 53

标准事件状态寄存器, 55

标准事件状态启用寄存器, 55

显示数据状态寄存器, 54

显示数据状态启用寄存器, 54

状态字节, 53

状态字节寄存器, 54

装箱物品, xiii

组

定义, 3

设置, 3