

# 单相经济型 PA1000功率分析仪

# 应用文集



# 目 录

## 产品介绍

PA1000 功率分析仪.....	1
-------------------	---

## 入门手册

待机功率.....	8
-----------	---

## 应用指南

电源测量.....	22
-----------	----

使用泰克 PA1000 功率分析仪进行荧光灯镇流器测量.....	32
----------------------------------	----

# 功率分析仪

## PA1000 产品技术资料



泰克 PA1000 是您精确测量单相电源及所有交流供电产品的最佳选择。不管您是测试能源使用法规，如能源之星，还是检定产品的整体功率转换性能，PA1000 都提供了最现代、最完整的测试解决方案，拥有其它单相分析仪无可比拟的强大功能。

### 主要性能指标

- 0.05% 的高测量精度（基本电压 / 电流精度）
- 1 MHz 带宽 / 1 MS/s 采样率，满足苛刻的测试要求
- 高达 600 V<sub>rms</sub> 电压输入
- 高达 20 A<sub>rms</sub> 电流输入

### 主要特点

- 明亮的彩色图形显示器，轻松地设置仪器及读取数据
- 双内部电流分流器，实现大电流和小电流高精度测试
- 专用应用模式，简化仪器设置，减少用户出错的可能性
- 简便地把数据导出到 U 盘或实现 PC 软件远程控制，编制报告，进行分析
- PWRVIEW PC 软件，完美的符合 IEC 62301 要求，实现一键一致性测试
- 功能全标配，如 GPIB、USB、以太网通讯接口和谐波分析功能，消除昂贵的升级选项

### 应用

- 待机功率和能源之星一致性测试
- 照明镇流器
- 消费电子和家电
- 电源测试
- 任何单相产品的能效测试

### 明亮的图形显示器

PA1000 拥有单相功率分析仪中最好的彩色图形显示器。它不仅提供测量值的直观读数，还提供了谐波柱状图、波形显示、能量积分图等等。您可以使用菜单导向的界面和软键，方便地针对特定应用设置 PA1000。



全彩显示。

## PA1000 功率分析仪

### 专用测试模式

某些应用要求特定的仪器设置，以保证正确的测量。您可以自由选择 PA1000 内置的多种应用测量模式，针对各种应用做了最优化的设定，从而简化了这些应用的设置，提供更加可靠的测量结果，减少用户设置出错的可能性。



选择专用测试模式。

**镇流器模式** – 镇流器模式同步测量高度调制的电子镇流器波形。在现代电子照明镇流器中，通常很难进行准确的测量，因为输出信号是通过电源频率高度调制的高频波形。镇流器模式为您把测量周期锁定到电源频率提供了一种途径。

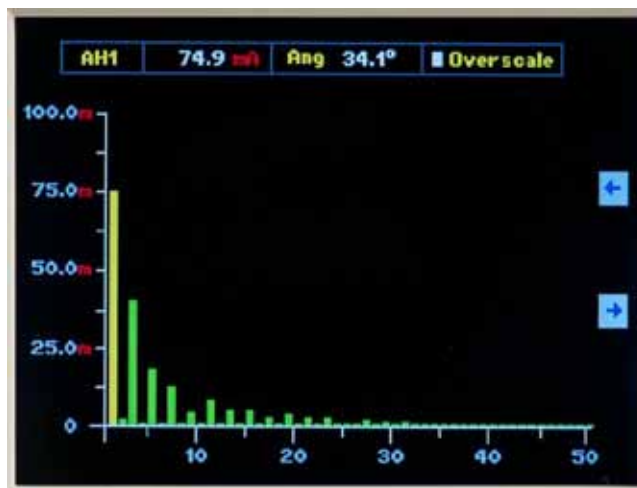
**待机功率模式 (standby power mode)** – 在消费者需求和能效法规 (如能源之星) 的推动下，人们对测量产品在待机模式下能耗的需要日益提高。其中使用最广泛的测量标准之一是 IEC 62301。在这一标准中，部分标准要求长时间周期内测量功率，不能漏掉任何短时间的功率事件。PA1000 待机功率模式连续采样电压和电流信号，在用户指定的时间周期内精确测量功率值。

**浪涌电流模式** – 用来测量任何事件期间的峰值电流，一般用于测量产品第一次通电时的峰值电流。

**积分器模式** – 积分器模式用来提供测量功能，确定能耗 (瓦时、安时、等等)。

### 标准谐波分析

PA1000 标配了高达 50 次谐波分析功能。除测量各种功率参数外，还可以同时分析电压、电流、功率谐波、THD 等参数。



谐波柱状图显示模式。

### 标准通信端口

PA1000 标配 USB、以太网和 RS-232 通信端口，另外前面板 USB 端口，用来把数据导出到 U 盘中。



PA1000 后面板，带有多个通信端口。

## 专为 PA1000 功率分析仪开发的 PWRVIEW PC 软件

PWRVIEW 是为 Windows PC 开发的配套应用软件，它完善和扩展了 PA1000 的功能。PWRVIEW 可以进行以下操作：

- 通过任何仪器通信端口与 PA1000 通信
- 远程改变仪器设置
- 从仪器实时传送、查看和保存测量数据，包括波形、谐波柱状图和曲线
- 记录一段时间的测量数据
- 与多台 PA1000 仪器通信，从多台 PA1000 仪器记录数据
- 创建公式，计算功率转换效率和其它值
- 把测量数据导出到 .csv 格式，以导入其它应用
- 对特定应用测试，使用设置向导界面，只需点击几下鼠标，即可自动完成仪器设置、数据采集和报告生成
- 根据 IEC 62301 第二版低功率待机要求自动执行全面一致性测试
- 在未来版本中将增加其它自动测试功能



PWRVIEW 全面一致性测试界面。

The screenshot shows the 'Results' tab in PWRVIEW. It displays a 'Results Summary' table with the following data:

Test type	Standby Power
Test Date and Time	15/02/2013 10:52:14 PM
Overall Test Status	Fail
Test Duration	00:08:48
Ambient Temperature	23°C ±1°C
Humidity	~ 75%
Test Notes	

Below the summary table is a detailed table of test results:

From test 3/3 of test	Average	Minimum	Maximum	Min Limit	Max Limit	Status
Voltage	229.51 V	224.13 V	224.98 V	227.76 V	230.59 V	FAIL
Current	93.196 mA	58.883 mA	59.894 mA	N/A	N/A	N/A
Frequency	80.000 Hz	59.983 Hz	80.025 Hz	49.100 Hz	50.100 Hz	FAIL
Power	3.1248 W	5.1272 W	1.1951 W	N/A	1.0000 W	FAIL
Power Factor	894.92 m	431.91 m	437.45 m	N/A	N/A	N/A
Voltage Crest Factor	1.2851	1.3838	1.2857	1.3900	1.4989	FAIL
Current Crest Factor	3.8726	3.8290	4.2442	N/A	N/A	N/A
Voltage THD	1.7157 %	1.6471 %	1.7946 %	N/A	2.0000 %	PASS
Uncertainty Ratio	762.67 m	761.91 m	764.75 m	2.0000	N/A	FAIL
Result Interval	N/A	N/A	0.50 s	N/A	1.0 s	PASS

A dropdown menu is open over the table, showing options: 'Full Report', 'Summary Results', and 'Power Graphs'.

待机功耗测试结果报告。

## PA1000 功率分析仪

### 技术数据

#### 测量

##### 提供的测量

$V_{rms}$ – 电压有效值	VTHD – 电压总谐波失真
$A_{rms}$ – 电流有效值	ATHD – 电流总谐波失真
WATT – 有功功率	Z – 阻抗
VA – 视在功率	R – 电阻
VAR – 无功功率	X – 电抗
FREQ – 频率	HR – 积分时间
PF – 功率因数	WHR – 瓦时
VPK+ – 正峰值电压	VAHrs – 伏安时
VPK- – 负峰值电压	VArHr – VAr 时
APK+ – 正峰值电流	AHR – 安时
APK- – 负峰值电流	V-harm – 电压谐波
VDC – 电压直流分量	A-harm – 安培谐波
ADC – 电流直流分量	V 范围
VCF – 电压波峰因数	A 范围
ACF – 电流波峰因数	

#### 电压量程和电流量程

**电压量程** 1000  $V_{peak}$ , 500  $V_{peak}$ , 200  $V_{peak}$ , 100  $V_{peak}$ , 50  $V_{peak}$ , 20  $V_{peak}$ , 5  $V_{peak}$

**电流量程 (20 A 分流器)** 100  $A_{peak}$ , 50  $A_{peak}$ , 20  $A_{peak}$ , 10  $A_{peak}$ , 5  $A_{peak}$ , 2  $A_{peak}$ , 1  $A_{peak}$ , 0.5  $A_{peak}$ , 0.2  $A_{peak}$ , 0.1  $A_{peak}$

**电流量程 (1 A 分流器)** 2.0  $A_{peak}$ , 1.0  $A_{peak}$ , 0.4  $A_{peak}$ , 0.2  $A_{peak}$ , 0.1  $A_{peak}$ , 0.04  $A_{peak}$ , 0.02  $A_{peak}$ , 0.01  $A_{peak}$ ,  
0.004  $A_{peak}$ , 0.002  $A_{peak}$

#### 测量精度 – 电压

**电压精度,  $V_{rms}$**   $\pm 0.05\%$  的读数  $\pm 0.05\%$  的量程  $\pm 0.05 V$   
(45 Hz – 850 Hz)<sup>1</sup>

**电压精度,  $V_{rms}$**   $\pm 0.1\%$  的读数  $\pm 0.1\%$  的量程  $\pm (0.02 \cdot F)\%$  的读数  $\pm 0.05 V$  (典型值)  
(10 Hz – 45 Hz,  
850 Hz – 1 MHz, 典型值)

**电压精度, DC (典型值)**  $\pm 0.1\%$  的读数  $\pm 0.1\%$  的量程  $\pm 0.05 V$

**共模效应 (典型值)** 100 V, 100 kHz < 500 mV

#### 测量精度 – 电流

**电流精度,  $A_{rms}$**   $\pm 0.05\%$  的读数  $\pm 0.05\%$  的量程  $\pm (50 \mu V / Z_{ext})$   
(45 Hz – 850 Hz)<sup>1</sup>

**电流精度,  $A_{rms}$**   $\pm 0.1\%$  的读数  $\pm 0.1\%$  的量程  $\pm (0.02 \cdot F)\%$  的读数  $\pm (50 \mu V / Z_{ext})$  (典型值)  
(10 Hz – 45 Hz,  
850 Hz – 1 MHz, 典型值)

**电流精度, DC (典型值)**  $\pm 0.1\%$  的读数  $\pm 0.1\%$  的量程  $\pm (100 \mu V / Z_{ext})$

**电流 – 峰值涌入精度** 2% 的量程  $\pm 20 mA$

(100  $A_{pk}$  范围)

**共模效应 (典型值)** 100 V, 100 kHz, 20 A 分流器 < 15 mV

100 V, 100 kHz, 1 A 分流器 < 500  $\mu V$

100 V, 100 kHz, 外部分流器 < 40 mV



**测量精度 – 频率**

**频率 (10 Hz – 20 kHz)** 0.1% 的读数, 信号峰值在 DC 电平以上扩展 10%, 在 DC 电平以下扩展 10%

**频率 (20 kHz – 1 MHz)** 0.1% 的读数, 信号峰值在 DC 电平以上扩展 25%, 在 DC 电平以下扩展 25%

**测量精度 – 功率**

**有功功率精度**  $\pm 0.075\%$  的读数  $\pm 0.075\%$  的量程 (PF=1)

**视在功率精度**  $\pm 0.075\%$  的读数  $\pm 0.075\%$  的量程

**无功功率精度**  $\sqrt{[VA \pm VA_{error}]^2 - [W \pm W_{error}]^2} - \sqrt{VA^2 - W^2}$

**功率因数精度**  $\cos\theta - \cos[\theta \pm (Vh1_{ph.err} \pm Ah1_{ph.err})] \pm 0.002$

**测量精度 – 谐波幅度和相位 (典型值)<sup>1</sup>**

**电压谐波 (10 Hz – 1 MHz)**  $\pm 0.02\%$  的读数  $\pm 0.1\%$  的范围  $\pm (0.04 * F)\%$  的读数  $\pm 0.05 V$

**电压谐波相位**  $\pm 0.1 \pm [0.01 * V_{range} / V_{reading}] \pm (0.2 / V_{range}) \pm (0.005 * F)$

**电流谐波幅度 (10 Hz – 1 MHz)**  $\pm 0.2\%$  的读数  $\pm 0.1\%$  的范围  $\pm (0.04 * F)\%$  的读数  $\pm (50\mu V / Z_{ext})$

**电流谐波相位**  $0.1 \pm [0.01 * A_{range} / A_{reading}] \pm (0.002 / A_{range} * Z_{ext}) \pm (0.005 * F)$

**物理特点**

外观尺寸	毫米	英寸
高	102	4.0
宽	223	8.7
厚	285	11.2
重量	千克	磅
净重 (没有线束时)	3.2	7.0
温度	摄氏度	华氏度
工作温度	0°C – +40°C	+32°F – +102°F
非工作温度	-20°C – +60°C	-4°F – +140°F

<sup>1</sup> F 是以 kHz 为单位的频率。在谐波中, F 是谐波频率。

$Z_{ext}$  是分流器阻抗, 必须小于等于 10 欧姆。

这些技术数据只在相应电压和电流输入 >10% 的量程时才有效。谐波除外, 其技术数据在谐波幅度 >2% 的量程时才有效。

校准过程中的测量条件: 除另行指明外, 采用仪器默认设置, 对 V 和 I 输入应用正弦波, 预热 30 分钟, 温度 23°C  $\pm$  5°C。

## PA1000 功率分析仪

### 订货信息

**PA1000** 单相功率分析仪

### 标配附件

电压线组

特定国家电源线

USB 通讯电缆

文档光盘

包括英语、法语、德语、西班牙语、日语、葡萄牙语、简体中文、繁体中文、韩语和俄语手册。

校准证明

可以溯源美国国家计量学会和 ISO9001 质量体系认证

五年产品保修

### 推荐附件

**BB1000-NA** 接线盒 (北美插头配置)

**BB1000-EU** 接线盒 (欧洲插头配置)

**BB1000-UK** 接线盒 (英国插头配置)

**BALLAST-CT** 照明镇流器测试专用电流变送器

**CL200** 电流钳, 1 A – 200 A, 适用于泰克功率分析仪

**CL1200** 电流钳, 0.1 A – 1200 A, 适用于泰克功率分析仪

**PA-LEADSET** 更换线束, 适用于泰克电源分析仪 (1 通道线束)



BB1000-NA 接线盒。

泰克接线盒在被测器件和泰克功率分析仪之间提供了方便的布线连接方式。被测器件电源线直接插入接线盒的插座中 (选择与本地区连接器样式匹配的版本)。

然后可以使用标配输入线组, 简单地连接功率分析仪, 其中带有功率分析仪标配的 4 mm 安全香蕉连接器。



**电源线选项**

<b>选项 A0</b>	北美电源插头 (115 V, 60 Hz)
<b>选项 A1</b>	欧洲通用电源插头 (220 V, 50 Hz)
<b>选项 A2</b>	英国电源插头 (240 V, 50 Hz)
<b>选项 A3</b>	澳大利亚电源插头 (240 V, 50 Hz)
<b>选项 A4</b>	北美电源插头 (240 V, 50 Hz)
<b>选项 A5</b>	瑞士电源插头 (220 V, 50 Hz)
<b>选项 A6</b>	日本电源插头 (100 V, 110/120 V, 60 Hz)
<b>选项 A10</b>	中国电源插头 (50 Hz)
<b>选项 A11</b>	印度电源插头 (50 Hz)
<b>选项 A12</b>	巴西电源插头 (60 Hz)
<b>选项 A99</b>	没有电源线

**服务选项**

<b>选项 C3</b>	三年校准服务
<b>选项 C5</b>	五年校准服务
<b>选项 D1</b>	校准数据报告
<b>选项 D3</b>	三年校准数据报告 (需要选项 C3)
<b>选项 D5</b>	五年校准数据报告 (需要选项 C5)



Select Mode

Normal

Ballast

Inrush

Standby Power

Integrator

# 待机功率

入门手册

## 目录

什么是待机功率? .....	10
待机功率有什么重要意义? .....	10
怎样测量待机功率 .....	11
测量要求 .....	11
待机功率测量挑战 .....	11
测量低功率和低电流 .....	11
高波峰因数波形 .....	11
低功率因数 .....	12
突发模式操作 .....	12
进行连接 .....	13
进行基本测量 .....	13
使用泰克 PA1000 或 PA4000 的实例 .....	13
根据 IEC62301 Ed.2:2011 和 EN50564:2011 进行测量 .....	15
IEC62301 Ed.2 的要求 .....	15
供电电压 (IEC62310 Ed.2 Section 4.3) .....	15
测量不确定度 (IEC62310 Ed.2 Section 4.4) ...	15
功率测量程序 (IEC62301 Ed.2 Section 5.3)....	16
测试报告 (IEC62301 Ed.2 Section 6) .....	16
功率分析仪整体要求 (IEC62301 Ed.2 Section B.2).....	16
进行标准待机功率测量 .....	17
要求的设备 .....	17
测量规程 .....	18
报告 .....	20
泰克解决方案 .....	21
满足标准 .....	21
1. 准确度 / 不确定度 .....	21
2. 高波峰因数 .....	21
3. 低功率因数 .....	21
4. 突发模式操作.....	21
总结 .....	22

## 待机功率

### 什么是待机功率？

待机功率是指电子设备在关闭时或处于待机模式时消耗的电能。劳伦斯伯克利国家实验室 (LBNL) 把待机功率定义为“待机功率是电气设备处于最低功率模式下使用的功率”。电视机和微波炉等设备在待机状态下为用户提供了遥控和数字时钟功能，其它设备如笔记本电脑、平板电脑和手机的电源转换器在待机模式下会消耗功率，而不会提供任何看得见的功能。这些设备及许多其它设备都要使用待机功率。

### 待机功率有什么重要意义？

家电的待机功率一般非常小，但家里所有这些设备加在一起，消耗的总功率就会变得很大。待机功率正在构成家庭办公室和工厂稳定上升的各种电气负载的一部分，其中还包括小家电、保安系统及其它小型耗电设备。例如，普通微波炉为数字时钟所消耗的电力要超过加热食物时所消耗的电力。尽管加热食物要求的功率是运行时钟的 100 多倍，但大多数微波炉在 99% 以上的时间处于空闲状态，也就是“待机”模式。家

电的待机功率一般为 1W 或 2W，计算设备的待机功率要更低。尽管显示器、指示灯、遥控等功能所需的功率相对较小，但这些设备一直插在电上，而且普通家庭中此类设备的数量意味着其能耗会达到所有家电能耗的 22%，占到整个家庭耗电量的 5 - 10% (最新信息请参阅参考资料)。

待机功率的成本为：

- 个人成本 (美国每个家庭每年大约 100 美元)。
- 浪费发电设施和电力传送设施。
- 政治代价，如影响能源进口所带来的能源安全问题。(参见 U. S. EISA 2007 能源独立和安全法规，要求联邦采购中要使待机功率达到最小)。
- 全球代价 (估计 1% 的二氧化碳排放量是由待机功率引起的)。

目前已有许多方案来降低待机功率，包括能源之星及欧盟节能指令。这些方案的范围持续扩大，合规必需的待机功率水平 (以瓦为单位) 正在稳步下降。例如，欧盟 (EC) 五星级移动设备充电器要求消耗的待机功率低于 30mW。

## 怎样测量待机功率

### 测量要求

待机功率使用适当的功率表或功率分析仪测量。遗憾的是，通常并不能简单地用瓦特衡量功率，在测量时应注意下述事项。

#### 待机功率测量挑战

- 功率低，电流低。
- 波失高度失真，因为在低负载工作的电源通常会吸收非常高的波峰因数电流。
- 低功率因数，因为电流主要是电容电流，经过电源 EMC 滤波器。
- 电源处于突发模式时，会不规则地吸收功率，而不是连续吸收功率。

### 测量低功率和低电流

功率分析仪必须拥有测量电流使用的适当量程。一般来说，低于电流量程 5% 的测量将不可靠。

例：测量 100mW，230V，功率因数为 1。

$$\text{Watts} = \text{Volts} \times \text{Amps} \times \text{PF}$$

因此

$$\text{Amps} = \text{Watts} / (\text{Volts} \times \text{PF})$$

$$= 0.1 / (230 \times 1) = 0.4\text{mA}$$

功率分析仪应在 2mA 或更低的量程上运行。

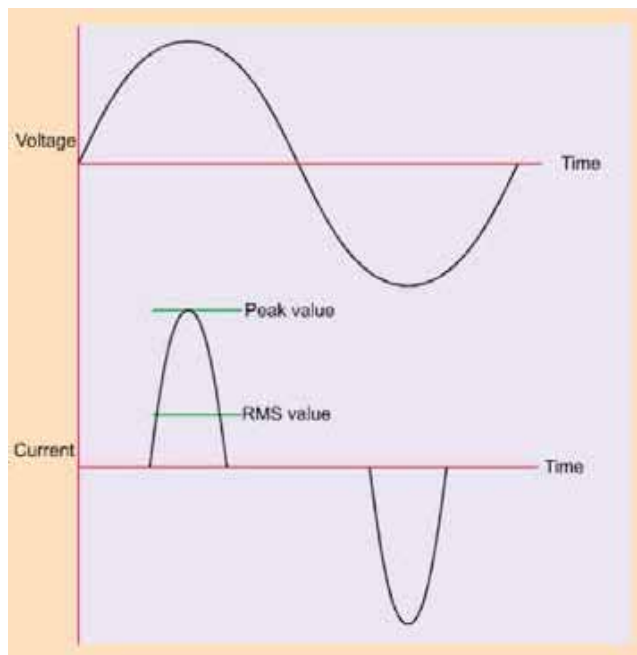


图 1. 波峰因数。

### 高波峰因数波形

在低负载时，电流通常失真最多。只有在电压峰值时才会吸收电流，以便为电源的存储电容器充电，表现为短脉冲。在波峰因数大于 3，可能最高为 10 时，功率分析仪测量不能出现削幅或精度下降。

$$\text{波峰因数} = \frac{\text{峰值}}{\text{RMS 值}}$$

## 待机功率

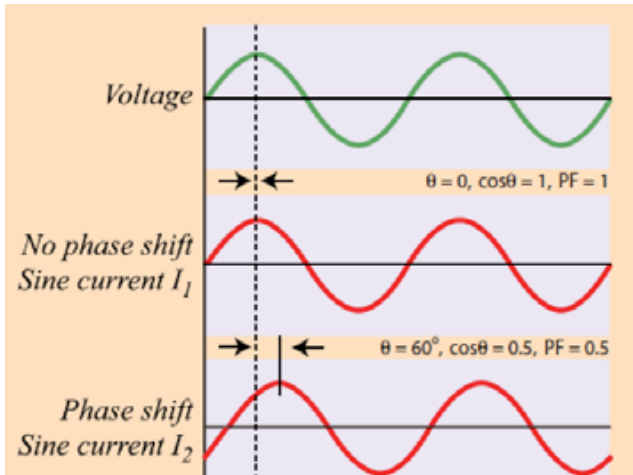


图 2. 电流相移。

### 低功率因数

在待机状态下，输入电流可能主要是 EMC 滤波使用的电容器中的电流，特别是位于工频和零线之间的 X2 级电容器。

在这种情况下，电流被相移最多 90 度。在这个领域，并不是所有功率分析仪都能准确地执行测量。

### 突发模式操作

在没有负载或低负载下运行时，电源自己的控制电路和电源电路仍将运行，以保持稳定的输出电压。这种控制能力可能会超过所需的待机功率，因此许多电源会切换到突发模式。

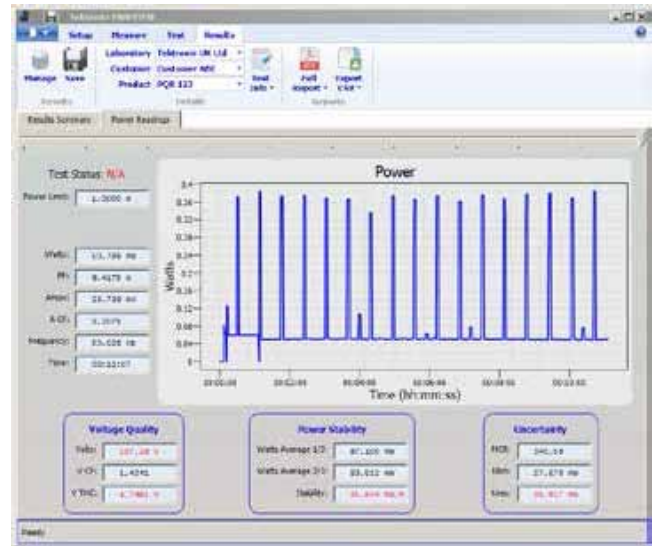


图 3. 待机测试运行。

在这种模式下，电源内部的电源开关装置会停止运行，完全由输出平滑电容器来保持输出电压。在输出电压下降到预定水平时，电源开关再次启动，以充满输出电容器。

在这种模式下，以突发方式从 AC 线路中吸收电流。电流突发是不规则的，时间长度和大小会变化。

此外，被测产品吸收的功率可能会由于温度或进一步节能功能而变化。

为在这种情况下测量功率，功率分析仪必须：

- 连续对功率采样，以便不会漏掉任何功率。
- 在足够长的时间周期内平均功率，以提供稳定的结果。



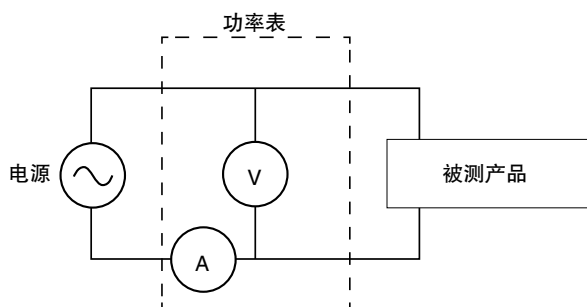


图 4. 正常模式下功率测量连接。

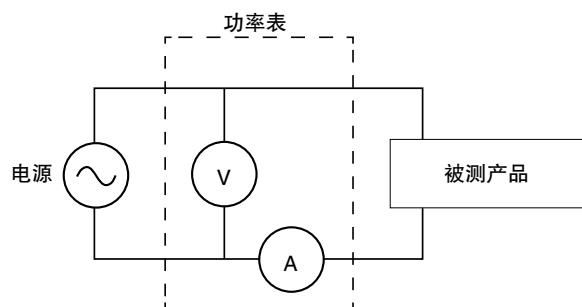


图 5. 测量待机功率的连接。

## 进行连接

- 功率分析仪将同时采样电压波形和电流波形，以计算功率。连接应安全稳固。
- 通过并联电压端子，来测量电压。
- 通过串联电流端子，来测量电流。一般来说，要求一个直接连接的电阻电流分流器（而不是电流变压器），以实现合理的测量。
- 对待机功率测量，应在电路的源侧或供电侧进行电压连接。
- 在正常功率测量过程中，功率分析仪的电压表电路中的电流和功率远低于电流分流器。
- 对待机功率测量，电压表电路中的电流和功率可能会很大，电流分流器的电流和功率可能会很小。因此，为测量待机功率，电压要连接到电流分流器的供电一侧。

## 进行基本测量

设置功率分析仪测量功率，应满足下述条件：

- 连续采样
- 以快于每秒一次的速度记录功率
- 在可以选择的时间内进行平均

## 使用泰克 PA1000 或 PA4000 的实例

1. 连接分析仪，如上图所示  
(使用 1A 分流器输入，以实现最佳精度)。
2. 复位默认值。  
(Menu > User Configuration > Load Default Configuration)
3. 选择 1A 分流器。  
(Menu > Inputs > Shunt > 1A)
4. 选择待机模式。  
(Menu > Modes > Select Mode > Standby)

## 待机功率



图 6. 模式选择。

现在，分析仪将进行准确的待机测量，自动为高达 10 的波峰因数确定量程，以 1MHz 连续无缝采样，在默认的 10 秒周期中平均功率测量（瓦特）。这一快速基本测量不要求进一步设置。

这是理想的基本测量，预计连续用于日常产品设计和开发中。



图 7. 功率测量。

在要求时，可以在菜单系统中改变平均时间 (Menu > Mode > Setup > Standby)。10 秒是典型值，但如果测量不稳定，可以适当提高平均时间。如果有困难，可以使用 PA1000 或 PA4000 的全面合规测量功能。

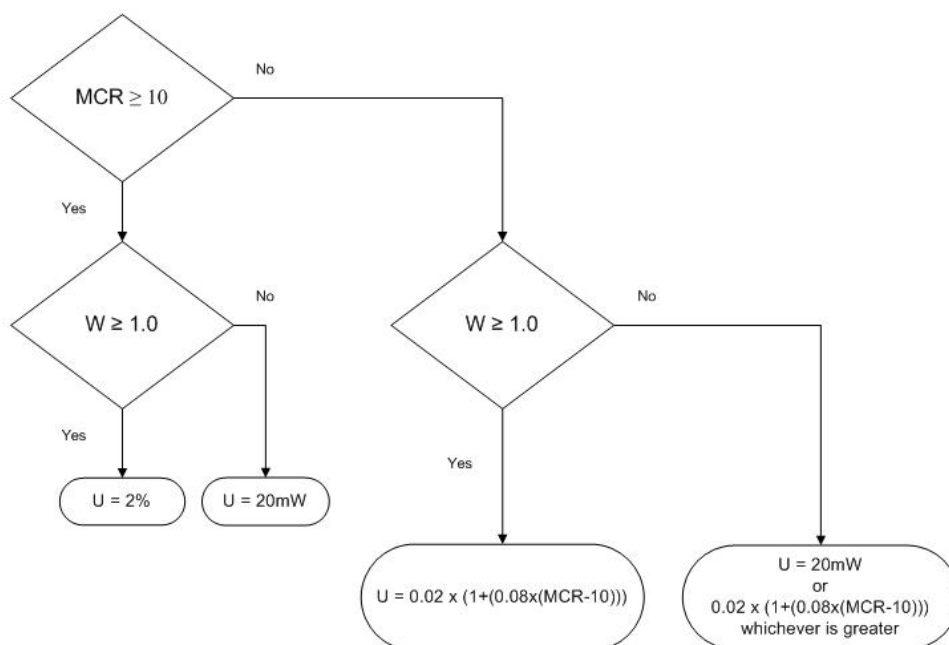


图 8. 进行测量的流程图。

## 根据 IEC62301 Ed.2:2011 和 EN50564:2011 进行测量

泰克 PA1000 和 PA4000 功率分析仪可以完全根据上述标准执行测量。这意味着分析仪也满足严格的测量方法及精度要求。

IEC62301 Ed2 非常重要，因为这是能源之星以及欧洲第 1275/2008 号电气和电子家电与办公设备待机和关闭模式下耗电量法规参考的最终测量方法。

### IEC62301 Ed.2 的要求

在进行合规测量前，请参阅最新版标准，确认细节。

#### 供电电压 (IEC62310 Ed.2 Section 4.3)

- 可以使用本地区的标称电压和频率，但必须稳定  $\pm 1\%$
- 总谐波成分 (THC) 不得超过 2%。(THC 是修改后的 THD 或总谐波失真，只包括前 13 个谐波)。

- 电压的波峰因数 (峰值与有效值之比) 必须在 1.34 和 1.49 之间。
- 由于这些参数中的任何变化都会影响待机功率测量，在测试期间的每次功率测量中，必须同时测量和确认这些参数。要求同时测量有效值和谐波。
- 正常 AC 线路供电可能会超过这些标准，特别是在输入供电或配电变压器附近进行测试连接时。如果供电不满足要求，那么必须使用合成交流电源或线路调节装置。

#### 测量不确定度 (IEC62310 Ed.2 Section 4.4)

IEC 标准考虑了上述困难，规定了测量不确定度，其基于要测量的功率电平及波形的失真和相移。

为了同时考虑失真和相移，我们规定了最大电流比 (MCR)。

$$\text{MCR} = \text{波峰因数} / \text{功率因数}$$

然后可以确定要求的不确定度 “U”，如图 8 所示。

## 待机功率

### 功率测量程序

(IEC62301 Ed.2 Section 5.3)

可以通过三种方法确定功率 (单位: 瓦)。

#### 1. 直接方法

“这种方法不应用于验证用途”。这是前面介绍的基本功率分析仪前面板方法, 针对的目标是只在吸收非常稳定的功率的产品上快速进行原型测量。

#### 2. 平均读取方法

这种方法是以前标准版(Ed.1)中使用的方法的改进版。由于测量需要至少 20 分钟, 并不适用于所有产品模式, 因此首选使用下面介绍的采样方法。

1. 对两个测量周期、每个测量周期不低于 10 分钟, 应确定平均功率。
2. 计算两个测量之间的功率变化速率 (mW/h), 检查功率测量的稳定性。只有在满足稳定性标准时, 测量方才有效。如果不能实现稳定性, 那么必须使用抽样方法。

#### 3. 抽样方法

这是 IEC 推荐的方法, 也是最快速的方法, 适用于所有可能的产品模式。

1. 以快于每秒一次的速度记录功率和其它测量。
2. 被测产品通电最短 15 分钟。
3. 丢掉三分之一的数据 (5 分钟)。
4. 通过所有功率测量的最小二乘线性回归法, 确定测量的稳定性。在直线回归的斜率小于 10mW/h (输入功率  $\leq 1W$ ) 或在功率大于 1W、斜率小于功率的 1% 时, 稳定性确立。

### 测试报告

(IEC62301 Ed.2 Section 6)

测试报告必须包含产品细节、测量环境和测试实验室以及实测数据和测量方法。

### 功率分析仪整体要求

(IEC62301 Ed.2 Section B.2)

1. 确定所有测量 (功率、电流、波峰因数、THC 及功率), 以低于 1 秒的间隔同时记录这些项目。
2. 连续无隙采样。
3. 拥有 1mW 或更好的功率分辨率。
4. 波峰因数为 3 的额定测量, 最好是 10。
5. 低于 10mA 的最小电流范围。
6. 信号超出量程。
7. 能够关闭自动量程。
8. 最低 2kHz 的频响。

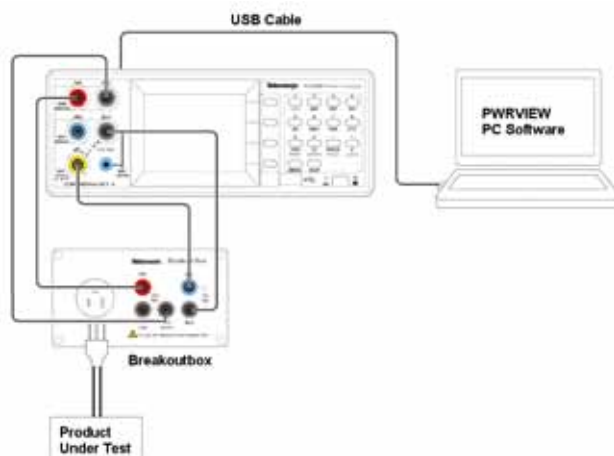


图 9. 功率测量设置。

## 进行标准待机功率测量

### 要求的设备

#### 1. AC 电源

满足“供电电压”一节 (IEC62310 Ed.2 Section 4.3) 中讨论的要求。对测试实验室，这通常是一个可编程的 AC 电源，允许认证各种电压和频率组合。

#### 2. 功率分析仪，不确定度、测量规程和整体特点满足上述 IEC62310 Ed.2 要求。

- 泰克 PA4000 或 PA1000

3. 安全地、根据 IEC62301 Ed.2 Section B.4 连接测试电路 (AC 电源、功率分析仪和被测产品) 的方法泰克接续盒满足了这一要求，适合 4mm 安全插座，可以简单地 1:1 连接泰克功率分析仪。
4. IEC62301 Ed.2 Section 6 要求的测量记录和报告方法装有泰克 PWRVIEW、并带有 USB 连接的笔记本电脑。

## 待机功率

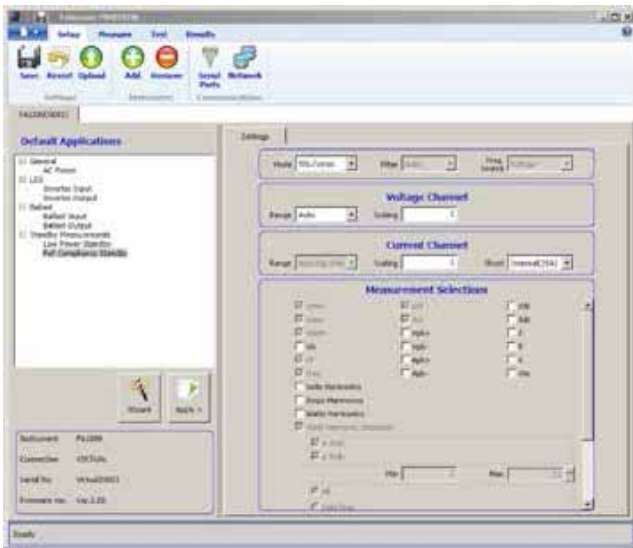


图 10. 默认应用。

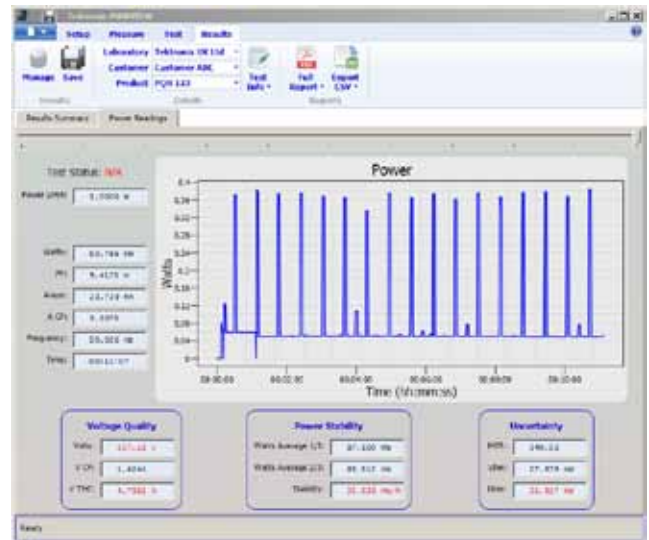


图 11. 待机测试运行。

## 测量规程

1. 使用泰克接续盒连接电源、负载和功率分析仪。
  - 记住使用接续盒上的 VLO SOURCE 连接。
2. 使用所需的交流电源 (如 230V, 50Hz), 打开被测产品电源。
3. 打开功率分析仪电源, 通过 USB 连接计算机, 打开 PWRVIEW 软件。
4. 设置或等到被测产品进入所需的待机模式。
5. 在 PWRVIEW 中, 选择 'Full Compliance Standby' 向导, 确认测试设置, 或简单地点击 'Apply'。
  - IEC62301 Ed.2 要求的所有测量均将自动选择。

6. 现在点击条带中的 'Test' 标签和 "Start"

- 开始进行一致性测试。

7. 图形自动确定量程, 相对于测量时间自动用瓦特显示功率。
8. 以快于要求的每秒一次的速度更新和显示结果, 同时记录数据, 以便在测试结束时编制报告。
9. 测试时长最低 15 分钟, 未满足稳定性要求时顺延。





图 12. 待机测试运行。

## 待机功率

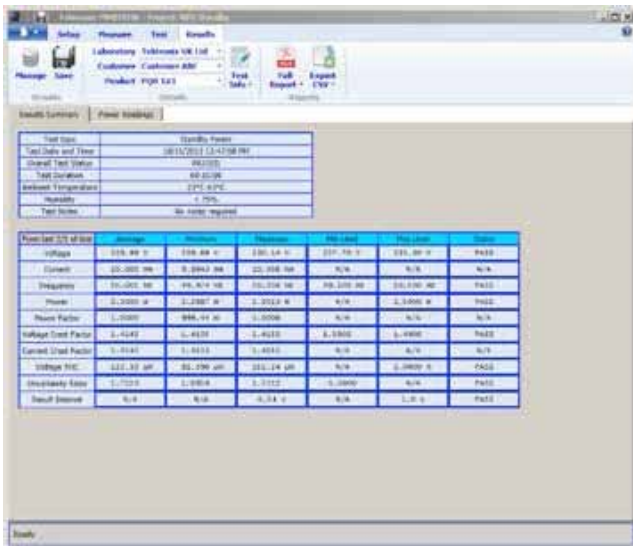


图 13. 报告。

## 报告

PWRVIEW 为复核实测数据提供了多种强大的方法，包括兼容 Microsoft Excel 的数据导出功能。您可以点击“Results”标签，然后点击“Manage”符号，选择要求的数据。

还可以作为 pdf，创建完全合规的报告，包括所有认证注释。

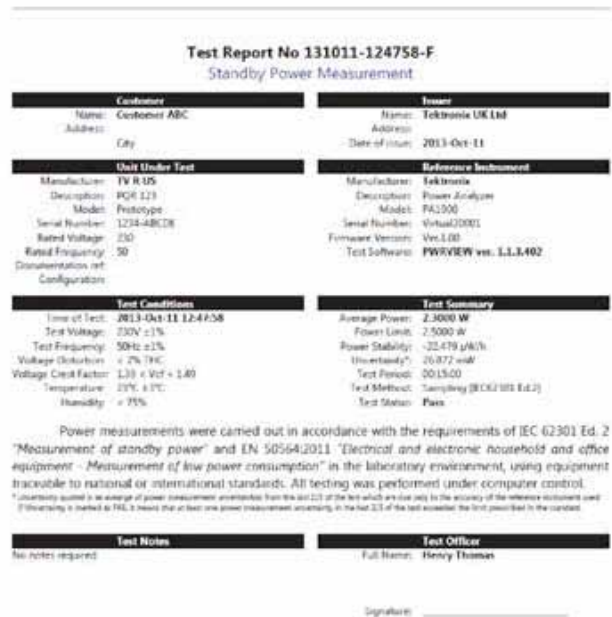
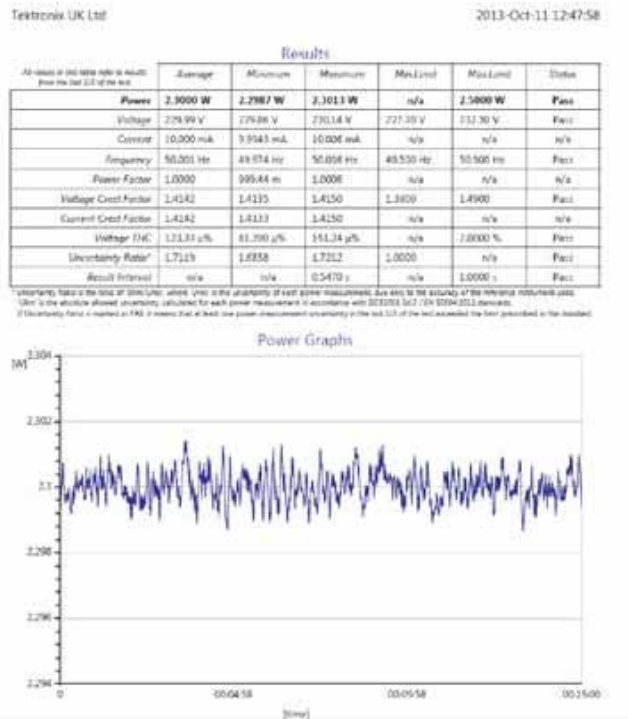


图 14. IEC62301 Ed.2 全面一致性测试报告。



## 泰克解决方案

为准确地测量待机功率，必须考虑下面几个因素：

- 功率和电流低。
- 波形高度失真，波峰因数高。
- 功率因数低。
- 突发模式操作。

泰克 PA4000 和 PA1000 功率分析仪是为在这些环境中提供准确测量专门设计的。事实上，它们完全有能力根据 IEC62310 Ed.2 进行完全合规的待机功率测量。

### 满足标准

PA4000 和 PA1000 怎样满足 IEC61000-3-2 Ed.2 的要求？

#### 1. 准确度 / 不确定度

PA4000 和 PA1000 都标配 1A 电流输入，最小量程为 2mA。(IEC62301 Ed.2 要求 10mA 或以下)

#### 2. 高波峰因数

泰克功率分析仪自动确定量程，量程为波形中峰值确定的值。这保证了最高 10 的波峰因数。如果超出量程，会清楚地发出信号。

#### 3. 低功率因数

电流波峰因数与功率因数的 MCR 比为每个测量实时确定。

要求的不确定度  $U_{LIM}$  根据要求计算，实际功率分析仪不确定度  $U_{RES}$  从实际测量条件中计算得出，包括量程和波峰因数。

要求的不确定度和实际不确定度清楚地进行显示及报告，以确保合规。

#### 4. 突发模式操作

IEC62301 Ed.2 要求实现稳定测量，并为各种具体条件规定了稳定性。

泰克 PA4000 和 PA1000 分析仪和 PWRVIEW 软件：

- 连续无隙采样
- 报告所有测量，包括以低于 1 秒的间隔同时获得的功率和功率质量
- 使用规定的最小二乘回归法计算稳定性

## 总结

待机功率测量对设计、测试和认证电源及日常家电和办公设备的工程师具有重要意义。泰克 PA4000 和 PA1000 功率分析仪与 PWRVIEW PC 软件相结合，为测量待机功率提供了灵活强大的工具。

- 在制作原型期间，可以使用分析仪单键待机模式，提供 10 秒测量功能。
- 在设计质检和认证期间，可以使用分析仪和 PWRVIEW 的完全合规功能，为 IEC62301 Ed 2 提供完全合规认证。



# 电源测量

## 应用指南

### 目录

1. 测量电源 .....	22
1.1. 关键功率测量 .....	23
2. 测量电压、电流和功率的关键 .....	25
2.1. RMS (均方根值) .....	26
2.2. 平均值 .....	27
2.3. 真实功率和表现功率 (W & VA) .....	27
2.4. 功率因数 .....	29
2.5. 波峰因数 .....	30
2.6. 谐波失真 .....	30
2.7. 待机功率 .....	30
3. 哪些电源类型 .....	31
4. 总结 .....	31
5. 参考资料 .....	31

## 1. 测量电源

电源是把电能从一个电压和频率转换成另一个电压和频率的供电电子系统。一般来说，它们把交流线路 (110 / 220V 50/60Hz) 转换成低压 (12, 5, 3V) 直流，并提供安全隔离和控制功能。

电源设计人员努力改善设计效率，同时在一个输入范围和负载条件上保持规定的性能，以满足国际安全和 EMC 法规。

功率分析仪是用来进行下述测量的工具：

- 功率和效率
  - 输出功率占输入功率的百分比
- 功率因数
  - 确认功率因数校正电路的操作
- 待机功率
  - 包括满足能源之星和 IEC62310 Ed.2
- 负载和工频法规
  - EN610003-2 等法规规定的电流谐波

电源类型覆盖大量的应用，从几微瓦的插上式充电器直到几兆瓦的大型逆电器系统。

本应用指南介绍了在电源上要进行的测量以及怎样执行这些测量。

使用能够分析复杂波形、并拥有高带宽精度的功率分析仪，对设计人员、生产和质量保证至关重要。如果测量中未能正确表示复杂波形，那么可能会产生误导性结果。

- 关键电源测量

关键电源测量			
参数	关键性:	功率计基本特点	
真实电压 真实电流	线路整流, 跌落电压, 测试功率失败电路	使用高频波形采样进行真正 RMS 测量	
输入和输出功率	能耗	采样和平均非线性电流和电压, 提供有效功率或等效直流加热效应。	
VA $V_{RMS} \times I_{RMS}$	对功率因数测量的整体 (表现) 需求	测量独立于电压和电流之间的相位。	

表 1a.

# 电源测量

关键电源测量																																																																					
参数	关键性:	功率计基本特点																																																																			
PF (功率因数)	合规要求这一指标, 优化使用提供的电压和电流		$\text{功率因数} = \frac{\text{真实功率}}{\text{表现功率}}$																																																																		
CF (波峰因数)	以高波峰分析电流波形	拥有高波峰因数测量功能的仪器可以分析这些典型的开关式波形。																																																																			
THD (总谐波失真)	分析非线性度的影响要求这一指标	功率 DSP 分析功能, 准确测量 THD。																																																																			
待机功率	能源之星和 IEC62301 要求这一指标	美国在 2000 年进行的一项研究声称, 待机功率占家庭耗电量的 10% 左右 (60 亿美元)。这里显示的是 IEC62301 测试报告。	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Test Item</th> <th>Minimum</th> <th>Maximum</th> <th>Std. Dev.</th> <th>Max. Limit</th> <th>Status</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Voltage</td> <td>229.99 V</td> <td>229.99 V</td> <td>229.99 V</td> <td>227.78 V</td> <td>PASS</td> </tr> <tr> <td>Current</td> <td>0.9999 A</td> <td>0.9972 A</td> <td>0.991 A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Frequency</td> <td>59.058 Hz</td> <td>59.999 Hz</td> <td>59.913 Hz</td> <td>49.700 Hz</td> <td>PASS</td> </tr> <tr> <td>Power</td> <td>2.3056 W</td> <td>2.2997 W</td> <td>2.3056 W</td> <td>N/A</td> <td>FAIL</td> </tr> <tr> <td>Power Factor</td> <td>0.9999</td> <td>0.9997</td> <td>0.9992</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Voltage Crest Factor</td> <td>1.4142</td> <td>1.4139</td> <td>1.4144</td> <td>0.9999</td> <td>FAIL</td> </tr> <tr> <td>Current Crest Factor</td> <td>1.4142</td> <td>1.4140</td> <td>1.4145</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Voltage THD</td> <td>1.2119 %</td> <td>0.9121 %</td> <td>0.9121 %</td> <td>N/A</td> <td>PASS</td> </tr> <tr> <td>Uncertainty Ratio</td> <td>1.7112</td> <td>1.6876</td> <td>1.7260</td> <td>2.0000</td> <td>N/A</td> </tr> <tr> <td>Result Interval</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>0.15 s</td> <td>N/A</td> <td>0.0 s</td> </tr> </tbody> </table>	Test Item	Minimum	Maximum	Std. Dev.	Max. Limit	Status	Voltage	229.99 V	229.99 V	229.99 V	227.78 V	PASS	Current	0.9999 A	0.9972 A	0.991 A	N/A	N/A	Frequency	59.058 Hz	59.999 Hz	59.913 Hz	49.700 Hz	PASS	Power	2.3056 W	2.2997 W	2.3056 W	N/A	FAIL	Power Factor	0.9999	0.9997	0.9992	N/A	N/A	Voltage Crest Factor	1.4142	1.4139	1.4144	0.9999	FAIL	Current Crest Factor	1.4142	1.4140	1.4145	N/A	N/A	Voltage THD	1.2119 %	0.9121 %	0.9121 %	N/A	PASS	Uncertainty Ratio	1.7112	1.6876	1.7260	2.0000	N/A	Result Interval	N/A	N/A	0.15 s	N/A	0.0 s
Test Item	Minimum	Maximum	Std. Dev.	Max. Limit	Status																																																																
Voltage	229.99 V	229.99 V	229.99 V	227.78 V	PASS																																																																
Current	0.9999 A	0.9972 A	0.991 A	N/A	N/A																																																																
Frequency	59.058 Hz	59.999 Hz	59.913 Hz	49.700 Hz	PASS																																																																
Power	2.3056 W	2.2997 W	2.3056 W	N/A	FAIL																																																																
Power Factor	0.9999	0.9997	0.9992	N/A	N/A																																																																
Voltage Crest Factor	1.4142	1.4139	1.4144	0.9999	FAIL																																																																
Current Crest Factor	1.4142	1.4140	1.4145	N/A	N/A																																																																
Voltage THD	1.2119 %	0.9121 %	0.9121 %	N/A	PASS																																																																
Uncertainty Ratio	1.7112	1.6876	1.7260	2.0000	N/A																																																																
Result Interval	N/A	N/A	0.15 s	N/A	0.0 s																																																																

表 1b.



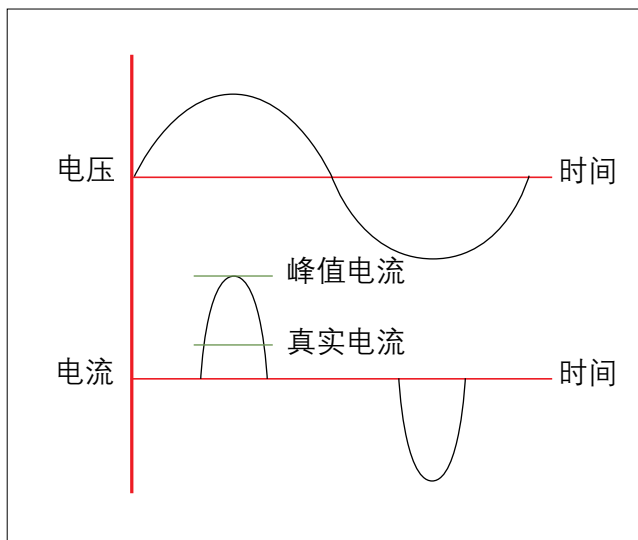


图 1. Vrms 和 Arms 波形。

## 2. 测量电压、电流和功率的关键

连接到交流线路的电源一般会吸收失真的非线性电流。许多交流电压表和电流表会对波形平均值做出响应，尽管在 RMS 下校准，但它们只对纯正弦波才是准确的。

通过获得多个电压和电流波形周期中大量的瞬时电压和电流样点，泰克功率分析仪可以获得 RMS 值，甚至可以获得高度失真的波形的真实 RMS 值。泰克功率分析仪进行 AC 和 DC 耦合，能够在所有频率和波形上进行准确的功率测量。

电流和电压的相位和幅度样点是推导出多个所需参数、以检定电源的算法的基本构件。测量输入和输出功率为电源提供了一个效率指标。高效测量需要高输入和输出功率测量精度。一般要检定电源，确定正常工作功率和待机功率（设备连续应用功率，但通过电子器件关闭）。吸收的电流是非线性的，因此测量真实 RMS 电流和电压至关重要。图 1 显示了来自典型开关式电源的电流和电压波形。

拥有高频采样功能的功率分析仪对准确地测量所有基本设计参数至关重要，包括 RMS 功率、功率因数、谐波、等等，如图 1 所示。

泰克功率分析仪是峰值量程仪器。这意味着它们以高达 10 的波形因数测量波形，无需用户干预，也不会引起其它错误。

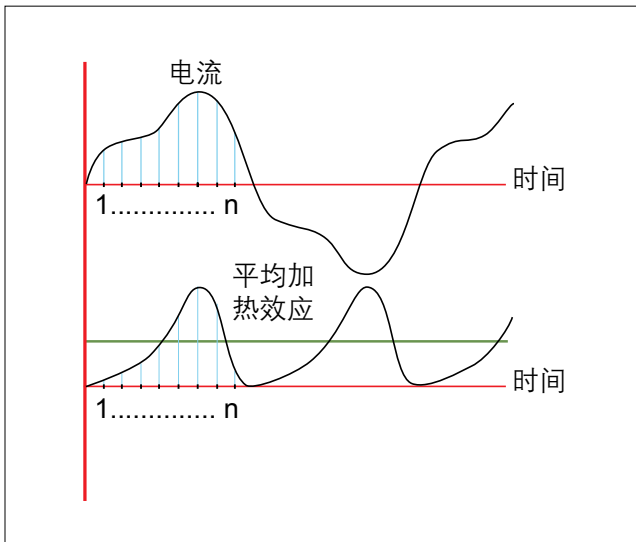


图 2. 均方根波形。

### 2.1. RMS (均方根值)

RMS 值是规范 AC 电压和电流值最常用、也是最实用的手段。AC 波形的 RMS 值表明该波形中提供的、相同电压上等效 DC 的功率电平。这是任何交流电源最重要的属性之一。通过考虑 AC 电流波形及相关加热效应，如图 2 所示，可以最好地描述 RMS 值的计算过程。电流 ( 安培 ) 被视为流经电阻；任意时点上的加热效应由下面的公式给出：

$$W = I_2 R$$

通过把电流周期划分成间隔相等的坐标 ( 样点 ) ，可以确定加热效应随时间变化，如上面的图 2 所示。平均加热效应 ( 功率 ) 由下面的公式给出：

$$W = \frac{I_1^2 R + I_2^2 R + I_3^2 R \dots I_n^2 R}{n}$$

为确定产生上面所示的平均加热效应的电流等效值，可以使用下面的公式：

$$I^2 R = \frac{I_1^2 R + I_2^2 R + I_3^2 R \dots I_n^2 R}{n}$$

因此：

$$I = \sqrt{\frac{I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 \dots + I_n^2}{n}}$$

电流的有效值 = 电流平方的均方根。这个值通常称为 AC 波形的有效值，因为它等于在电阻负载中产生同样加热效应 ( 功率 ) 的直接电流。值得一提的是，对正弦曲线波形：

$$RMS \text{ 值} = \frac{\text{峰值}}{\sqrt{2}}$$

$$RMS = 0.707 \times \text{峰值}$$

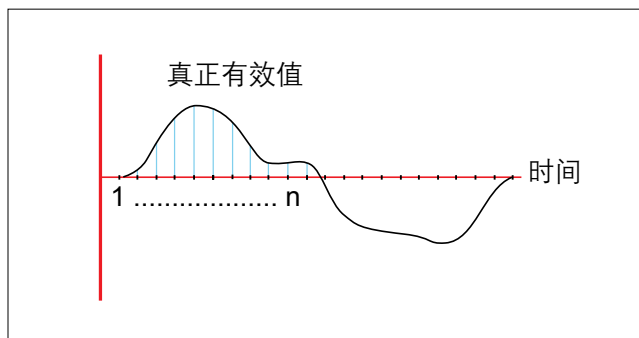


图 3. 平均值计算方法。

## 2.2 平均值

图 3 所示的波形的平均值由下面的公式确定：

$$\text{平均值} = \frac{\text{半个周期包围的面积}}{\text{半个周期上的基数长度}}$$

很明显，平均值只在波形的半个周期上有实际意义，对于对称波形，一个完整周期上的中间值或平均值为零。大多数简单的万用表通过全波整流 AC 波形，然后计算中间值，来确定 AC 值。但这些仪表将在 RMS 下校准，利用正弦曲线波形的 RMS 和平均值之间的已知关系，即：

$$\text{RMS} = 1.11 \times \text{中间值}$$

但是，对纯正弦波之外的波形，这些仪表的读数是无效的。必需使用图 3 所示的技术计算 RMS 值。

## 2.3 实际功率和表现功率 (W & VA)

正弦曲线电压源，比如 100V RMS，连接到电阻负载上，比如 100 Ω，然后可以如图 4 所示描述电压和电流，称之为“同相”。任意时点从电源流向负载的功率由该时点的电压和电流的乘积确定，如图 4 所示。

从这里可以看出，流入负载的功率会在 0 – 200W 之间波动（供电频率的两倍），传送到负载的平均功率等于 100W—这是预计从 100V RMS 和 100Ω 电阻中得到的值。但是，如果负载是无功的（即包含电感或电容及电阻），阻抗为 100Ω，那么流经的电流仍是 1A RMS，但不再与电压同相。图 5 显示了一个电感负载，电流落后了 60 度。尽管功率流持续以供电频率的两倍波动，但它现在只在每半个周期的部分时间内从电源流向负载，而在其余时间，它实际上从负载流向电源。因此，进入负载的平均净流量要远远小于图 4 所示的电阻负载，传送到电感负载的实用功率只有 50W。

在上面两种情况下，RMS 电压等于 100V RMS，电流是 1A RMS。这两个值的积是传送到负载中的表现功率，用 VA 表示如下：

$$\text{表现功率} = V_{\text{RMS}} \times A_{\text{RMS}}$$

可以看出，传送的实际功率取决于负载的特点。不可能从知道的 RMS 值中确定真实功率的值，必须使用真正的 AC 功率计，其要能够计算瞬时电压值和电流值的积，并能够显示结果的中间值。通常会测量 VA，保证 AC 电源拥有足够的容量。

## 电源测量

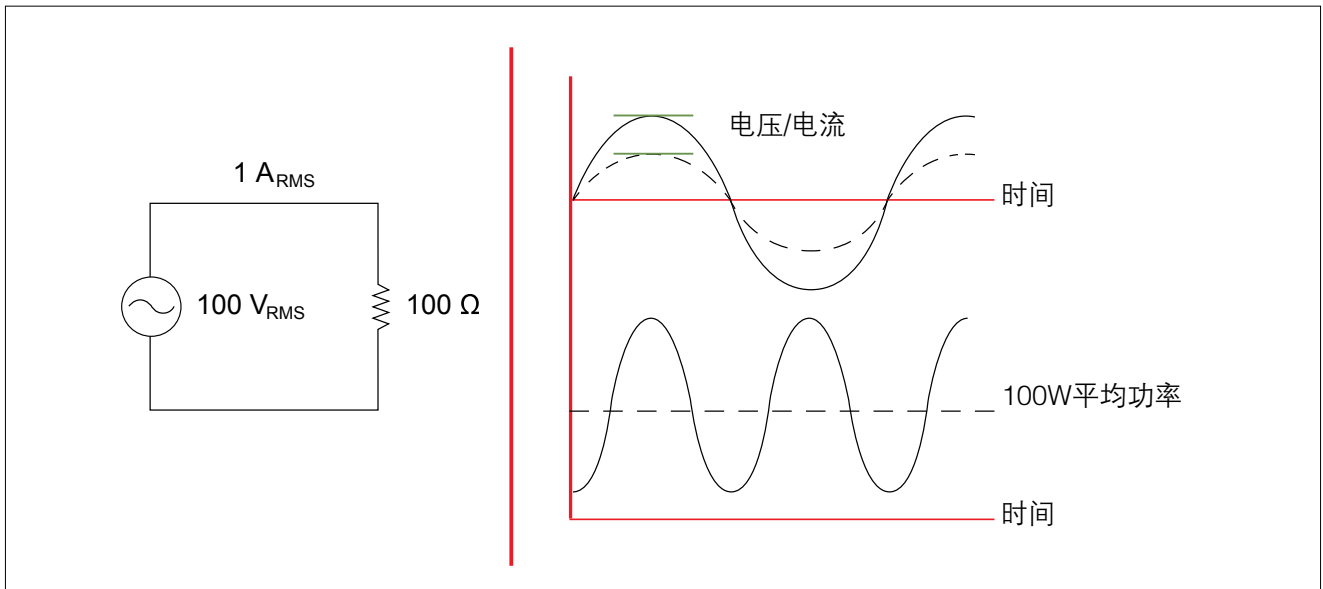


图 4. 电压和电流相位波形。

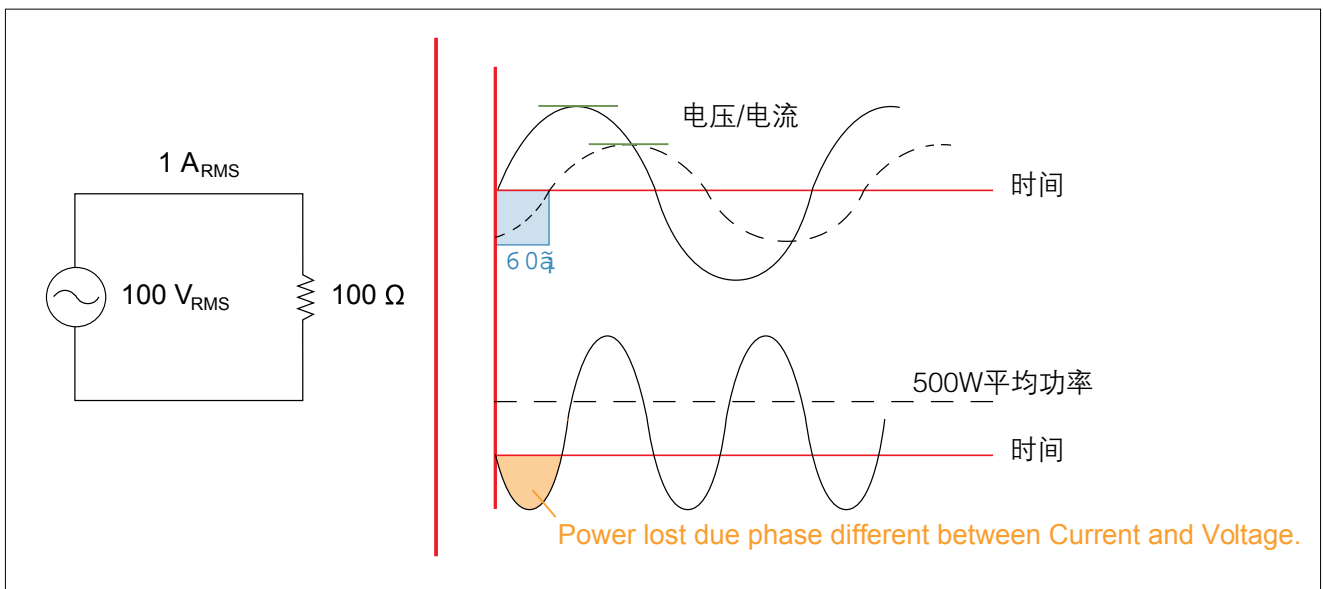


图 5. 从电源流向负载的功率。

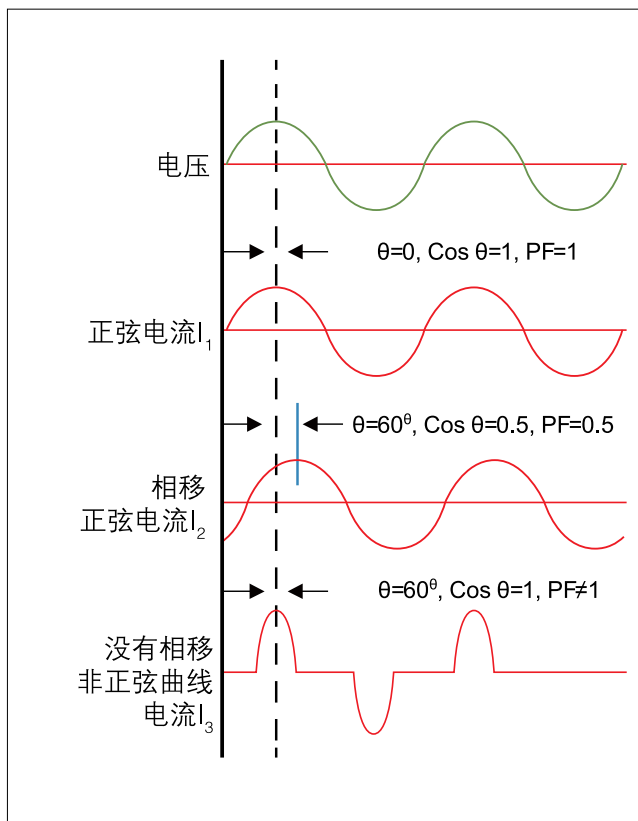


图 6. 功率因数波形。

## 2.4 功率因数

很明显，与 DC 系统相比，传送的 AC 功率并不是简单的电压值与电流值之积。还必须考虑进一步要素，称为功率因数。在前面具有电感负载的实例（真实功率和

表现功率）中，功率因数是 0.5，因为实用功率正好是表现功率的一半。因此，我们可以把功率因数定义为：

$$\text{功率因数} = \frac{\text{真实功率}}{\text{表现功率}}$$

在正弦曲线电压和电流波形中，功率因数实际上等于电压波形和电流波形之间的相位角 ( $\theta$ ) 的余弦。例如，对上面描述的电感负载，电流落后电压 60 度。

因此：

$$\text{功率因数} = \cos\theta = \cos 60^\circ = 0.5$$

基于这一原因，功率因数通常为  $\cos\theta$ 。但是，一定记住，这只是电压和电流是正弦曲线时的情况 [图 6 (I1 和 I2)]，在任何其它情况下，功率因数不等于  $\cos\theta$  [图 6 (I3)]。在使用读取  $\cos\theta$  的功率因数表时必须记住这一点，因为除纯正弦曲线电压和电流波形外，读数是无效的。真正的功率因数表将计算真实功率与表现功率之比，如讨论实际功率和表现功率一节所述。

即使在非常低的功率因数时，泰克功率分析仪仍能保留高准确度，这一点对产品检定和开发非常重要。

## 电源测量

### 2.5 波峰因数

泰克功率分析仪可以测量高波峰因数 (~10)。这对检定开关式电源至关重要，其通常吸收高峰值电流。我们已经看到，对正弦曲线波形：

$$\text{峰值} = \text{RMS} \times \sqrt{2}$$

峰值和 RMS 之间的关系称为波峰因数，公式如下：

$$\text{功率因数} = \frac{\text{真实功率}}{\text{表现功率}}$$

因此，对正弦曲线：

$$\text{波峰因数} = \sqrt{2} = 1.41$$

连接到 AC 电源的许多现代设备项目都会获取非正弦曲线电流波形，包括电源、灯光调节装置、甚至荧光灯。电源表现的电流波峰因数通常约为 4、最高为 10。

### 2.6 谐波失真

如果负载引起电流波形失真，那么除知道波峰因数外，还应量化波形的失真水平。观测示波器可以指明失真，但不能指明失真水平。傅立叶分析表明，非正弦曲线电流波形由供电频率上的基础成分外加供电频率整数倍的频率上的一串谐波成分组成。例如，对 SMPS，灯光调节装置、甚至调速洗衣机马达都可能包含更明显的谐波，如图 7 所示。

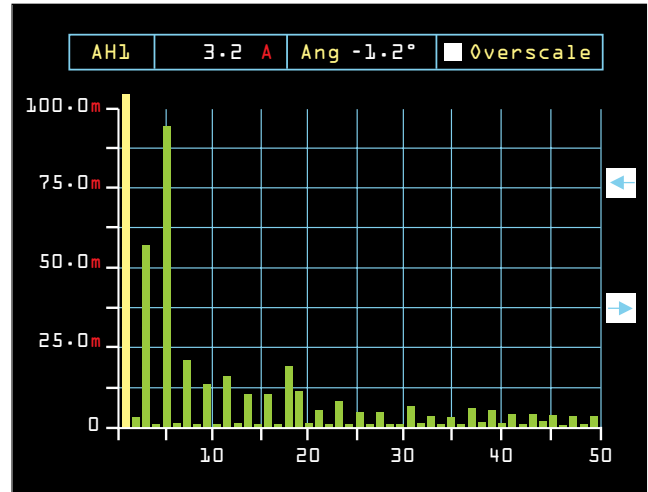


图 7. 谐波柱状图实例。

唯一实用的电流是电流的基础成分，因为只有基础成分才能生成实用功率。其它谐波电流不仅流经电源内部，而且流经所有配电电缆、变压器及与电源有关的开关装置，从而导致额外的损耗。设计人员日益认识到，必需限制设备可以产生的谐波水平。许多地区存在控制措施，限制某些负载类型允许的谐波电流水平。这些法规控制正日益广泛，并使用国际公认的标准，如 EN61000-3-2。因此，设备设计人员需要提高意识，确定其产品是否产生谐波，如果是，谐波水平是多少。只有基础成分产生功率，谐波一般不产生功率。

### 2.7 待机功率

待机功率是负载没有执行全部功能时电源吸收的功率。这既可以是微波炉上的时钟消耗的功率，也可以是电池充满时笔记本电脑充电器吸收的功率。

进行测量不仅要求非常低的量程，还要求使用专门技术，克服突发模式下运行的电源问题。

泰克功率分析仪为设计人员提供了快速单键待机模式，与 PWRVIEW PC 软件相结合，可以执行完全合规的能源之星和 IEC62310 Ed.2 待机功率测量。详情请参阅我们编写的与此有关的详细应用指南。

### 3. 哪些电源类型

电源设计一般分成两类，线性电源或开关式电源。在通用开关式电源中，电源用于高效应用中，如计算机和壁挂式充电器。这些电源外观紧凑，价格低。在输出（及可能输入）需要非常干净（低 EMI/EMC）及低噪声时，一般会选择线性电源，但这些电源效率低、体积大。

**逆变器** – 太阳能应用明显关注微型和大规模逆变器，这些应用从光伏 (PV) 电池中获得 DC，然后把它转换成单相或多相 AC，接入电网。

**LED 驱动器** – LED (发光二极管) 指示灯系统的电源 (驱动器) 拥有多种拓扑，低成本和高效率是其推动因素。输出电压通常是 AC 或整流后的 DC，并支持亮度使用的 PWM (脉宽调制) 控制功能。

### 4. 总结

在电源上进行功率和功率相关测量要求完善准确的仪器，以保证电源满足规范。

泰克 PA1000 功率分析仪拥有多种高级功能，包括峰值量程、双分流器和波形显示，可以加快和增强现代电源的测试和开发工作。

### 5. 参考资料

- 使用 PA1000 进行镇流器测量，[cn.tek.com](http://cn.tek.com)
- 使用 PA1000 进行待机低功率测量，[cn.tek.com](http://cn.tek.com)
- PA1000 用户手册，[cn.tek.com](http://cn.tek.com)
- 功率分析仪附件手册，[cn.tek.com](http://cn.tek.com)





# 使用泰克 PA1000 功率分析仪 进行荧光灯镇流器测量

## 应用指南

### 1 引言

电子镇流器是一种功率转换装置，是当今节能照明系统的基本组成部分。电子镇流器把输入的正常交流电压和频率转换成适合荧光灯的被调制高频输出。在荧光灯启动过程中，镇流器必须简单地提供电压，在两个灯具电极之间建立一个电弧。一旦建立电弧，镇流器会迅速降低电压，进行电流整流，生成稳定的光输出。如果没有镇流器限制电流，直接连接到没有控制的高压电源上的荧光灯会迅速地、不可控地提高吸收的电流。

高频电子镇流器较老式工频电子镇流器的好处有：

- 荧光灯以高频把电能转换成光，效率远远高于 50 或 60Hz 的工频。典型的镇流器频率范围为 40kHz – 150 kHz。
- 在整流时，过度电压会下跌到镇流器的泄漏电感中，与传统镇流器的铜缆损耗相比，功率损耗达到最小。
- 电子镇流器常见、可靠、高效。

本应用指南将重点介绍驱动荧光管的镇流器的测量。镇流器技术用于许多不同类型的灯具中，包括：

- 无电极荧光灯
- LED 照明
- 高效荧光灯
- 带镇流器的 HID 灯

## 2 测量挑战

测量电子镇流器的效率和电气特点并不是一个简单的过程，应考虑多种挑战，采用适当的测量技术。

### 2.1 输入测量

与测量镇流器输入的功率（瓦特）一样，IEC61000-3-2 之类的国际法规试图限制吸收的电流的失真水平。因此，输入测量中还要求测量电流谐波和功率因数。

镇流器吸收的电流不是正弦曲线，而是会被镇流器的输入整流器和存储电容器失真。电流可以通过功率因数校正电路人为校正，但即便如此，仍应确认任何功率因数校正操作是正确的、高效的。镇流器输入可能还存在高频电流，会人为影响功率因数。

功率分析仪必须：

- 在失真波形上准确测量功率和功率因数
- 测量电流谐波
- 拥有高带宽（比镇流器开关频率高几倍），避免滤除镇流器输入上吸收的输出开关频率引起的高频电流成分

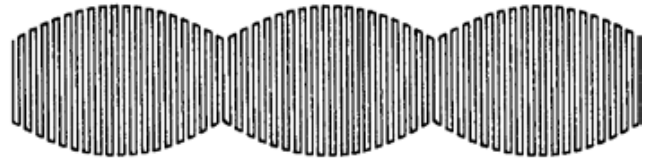


图 1. 调制的镇流器输出波形。

镇流器输出具有以下特点：

- 频率高（40kHz–150kHz 或以上），测量仪器必须在这一频率上准确测量。
- 存在两种频率，为准确测量，计算功率使用的频率必须是低频率（或工频），以便能够捕获完整的波形周期。
- 必须控制高频波形的总谐波失真（THD），保障灯具的长寿命。分析仪必须测量高频谐波，同时测量镇流器输入工频上的功率。

只有在考虑和确认这些测量挑战后，才能准确地进行功率和效率测量。

本应用指南的目标是说明怎样设置荧光灯镇流器测试。

本指南分成四个教程部分，具体如下：

- 第一部分：使用前面板操作或使用泰克 PWRVIEW 软件，通过 PA1000 功率分析仪在灯具镇流器上进行输入测量。
- 第二部分：使用前面板操作或使用泰克 PWRVIEW 软件，通过 PA1000 功率分析仪在灯具镇流器上进行输出测量。
- 第三部分：使用 PA1000 及 PWRVIEW 软件同时测量镇流器的输入和输出，包括效率。
- 第四部分：使用 PA1000 和 PWRVIEW 记录测量。

## 使用泰克 PA1000 功率分析仪进行荧光灯镇流器测量

### PA1000 镇流器模式测试设置

#### 要求的设备：

- PA1000
  - 接续盒 ( 部件编号: BB1000-NA, BB1000-EU, BB1000-UK)
- NA – 北美插座
  - EU – 欧盟 Shuko 式插座
  - UK – 英式插座
- 镇流器电流变压器 ( 部件编号: BALLAST-CT)
- 测试的镇流器和灯具 ( 缩写为 DUT ( 被测器件 ))
- PWRVIEW 软件, 安装在 Windows PC 上
- 标准泰克 4mm 线组
- USB 外设电缆

注: 本文假设 PA1000 和 PWRVIEW 之间使用 USB 连接。还可以使用以太网或 GPIB, 在 PA1000 和 PWRVIEW 之间通信。

### 3 使用前面板操作或使用泰克 PWRVIEW 软件, 通过 PA1000 功率分析仪在灯具镇流器上进行输入测量

关心的参数是: 电压, 电流、功率, 功率因数, 电流谐波, 电流总谐波失真。

#### 3.1 把镇流器连接到 PA1000

- 连接 PA1000 和接续盒, 如图 2 所示。
- 把 DUT 插入接续盒, 如图 2 所示。
- 使用 USB 电缆把 PA1000 连接到 PC。
- 打开 DUT 电源。

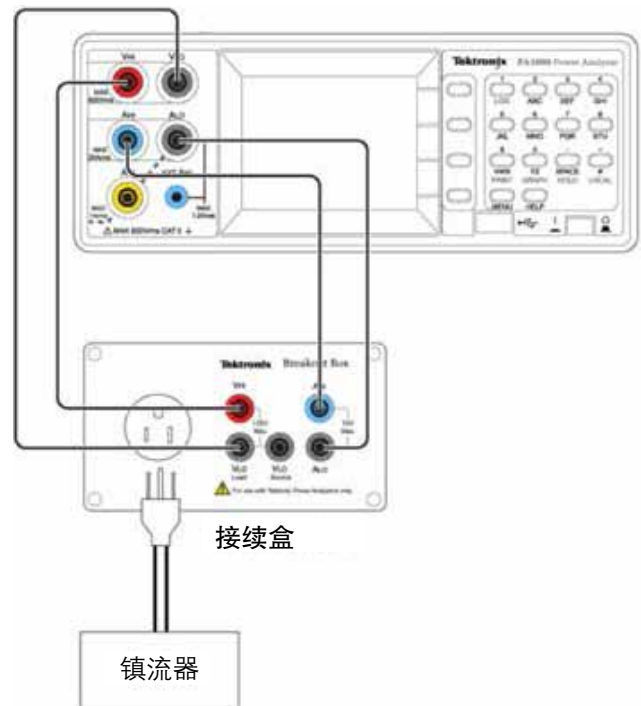


图 2. 镇流器输入测量的硬件设置。



图 3. 增加一台仪器。

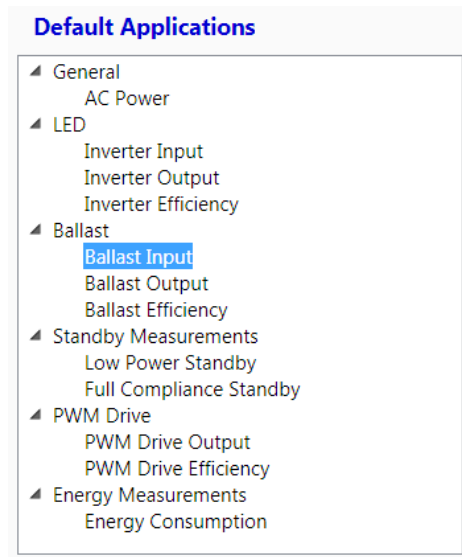


图 4. 镇流器设置窗口。

### 3.2 使用 PWRVIEW 软件进行镇流器输入测量

- 从 [cn.tek.com](http://cn.tek.com) 中下载最新版 PWRVIEW 软件。
- 在连接 PA1000 的 PC 上安装 PWRVIEW。

- 打开 PWRVIEW 软件，选择 ADD 增加一台仪器，将显示可以使用的仪器列表。
- 选择连接的 PA1000，然后点击连接，参见图 3。

## 使用泰克 PA1000 功率分析仪进行荧光灯镇流器测量

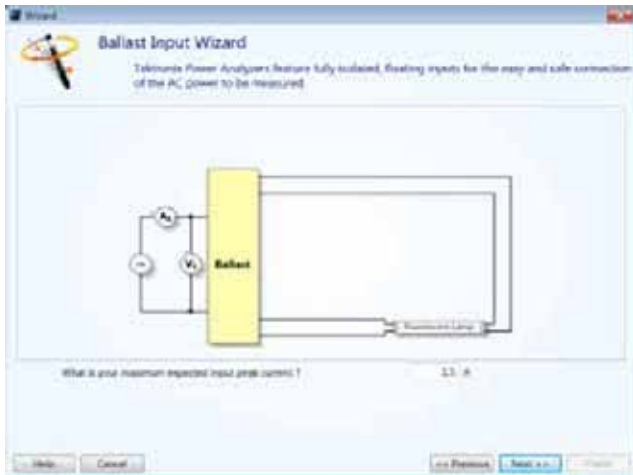


图 5. 镇流器设置向导窗口。

- 在 Default Applications(默认应用)列表中选择 Ballast Input(镇流器输入)(参见图 4)，然后点击 Wizard 按钮，设置镇流器测试。
- 根据主窗口中的 Wizard 设置说明进行操作。Wizard 将引导您完成镇流器参数设置，说明怎样连接 PA1000 和被测镇流器(参见图 4)。
- 输入预计的峰值输入电流，点击 Next，如图 5 所示。下面的屏幕将显示怎样连接镇流器输入和功率分析仪。使用接续盒简化了这些连接。
- 点击 Finish(结束)，返回设置窗口，准备执行测量。不需要点击 Apply，因为向导已经改变配置。
- 向导已经选择一套默认测量，在测量镇流器的输入功率时一般要求这些测量。可以在 Setting(设置)标签中改变返回的测量。
- 在准备开始进行测量时，点击 Measure(测量)标签。PWRVIEW 将显示测量网格。
- 点击开始按钮，开始测量。要求的单位配置将被发送到 PA1000。一旦已经配置了 PA1000，测量网格将以大约每秒两次的频率开始更新，如图 5 所示。

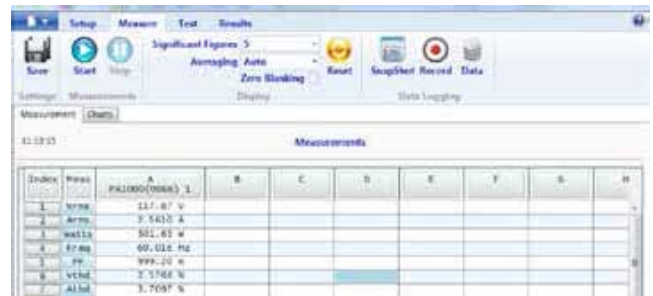


图 6. 测量网格。



图 7. 谐波柱状图。

- 还可以以图形方式查看结果。如果想显示图表和图形，点击 Graphs 标签。从这里，选择 Harmonic(谐波)或 Waveforms(波形)，以图形方式查看数据。图 7 显示了柱状图实例。



图 8. Select Mode 窗口。



图 9. 选择 Athd 参数窗口。

### 3.3 使用前面板进行镇流器输入测量

#### 3.3.1 设置 PA1000 模式

- 按菜单→ Modes → Select Mode →勾选 Normal，如图 8 所示。

注意之所以选择正常，是因为要测量的是从交流电源到镇流器的输入功率。

#### 3.3.2 增加其它测量

- 选择一个模式将应用一套默认的测量。如果想增加其它测量，如 Amps THD，操作如下：  
按 Menu，选择 MEASUREMENTS。
- 使用向下滚动键，向下滚动测量菜单，选择要求的测量（本例中为 Athd），如图 9 所示。

## 使用泰克 PA1000 功率分析仪进行荧光灯镇流器测量



图 10. 其它结果实例。

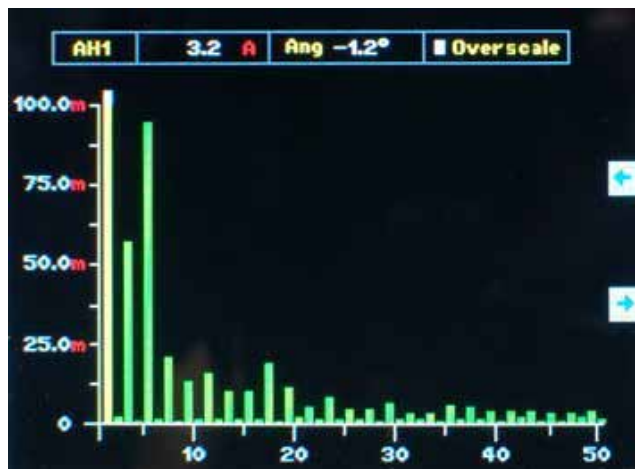


图 11. 谐波柱状图。

- 按 OK。
- Athd 现在将显示在测量结果屏幕中。
- 按 MENU，返回测量显示屏幕，如图 10 所示。
- 对要查看的任何其它测量，重复上述过程。

如果想查看谐波结果，您需要使用上面详细介绍的方法增加电压和电流谐波测量。一旦增加了结果，您可以在正常结果窗口中查看数字值，也可以在柱状图上查看幅度。如果想查看柱状图，按键盘上的 Graph 键。图 11 显示了谐波柱状图实例。

PA1000 ZOOM 功能可以显示 4 个或 14 个测量结果。如果想改变显示的结果数量：

- 按 Menu，向下滚动主菜单，选择 VIEW，选择 ZOOM，选择 4 个或 14 个结果。
- 按 MENU，返回测量显示画面。



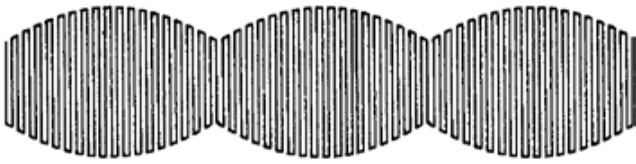


图 12. 在功率频率上部分调制的典型 50k Hz – 150k。

## 4 镇流器

使用前面板操作或使用泰克 PWRVIEW 软件，通过 PA1000 功率分析仪在灯具镇流器上进行输出测量

电子镇流器的输出电压波形包括一个载波，频率一般为 50kHz – 150kHz 或更高，在功率频率上部分调制（一般为 50、60 或 400Hz）。图 12 显示了典型的镇流器波形。PA1000 拥有一种专用工作模式，专门用于镇流器或调制的超声应用，这两种应用拥有类似的波形。这种模式把测量锁定到 50、60 或 400Hz 工频，同时在 25kHz – 1MHz 的实际载频上执行分析。关心的被测参数有：电压，电流，功率，频率，功率因数。

### 4.1 泰克 Ballast CT 盒

Ballast CT 是精密的高带宽电流变压器，用以在高频照明镇流器中使用电流。Ballast CT 提供了：

- 从共模电压中隔离电流信号，改善整体精度。
- 对带有加热装置的灯管，两个输入用来在功率分析仪上提供两个不同的电流。Ballast CT 是紧密耦合的高频差分变压器。得到的输出是灯管中的电流。通过这种方式，Ballast CT 简化了灯管与加热器的连接。

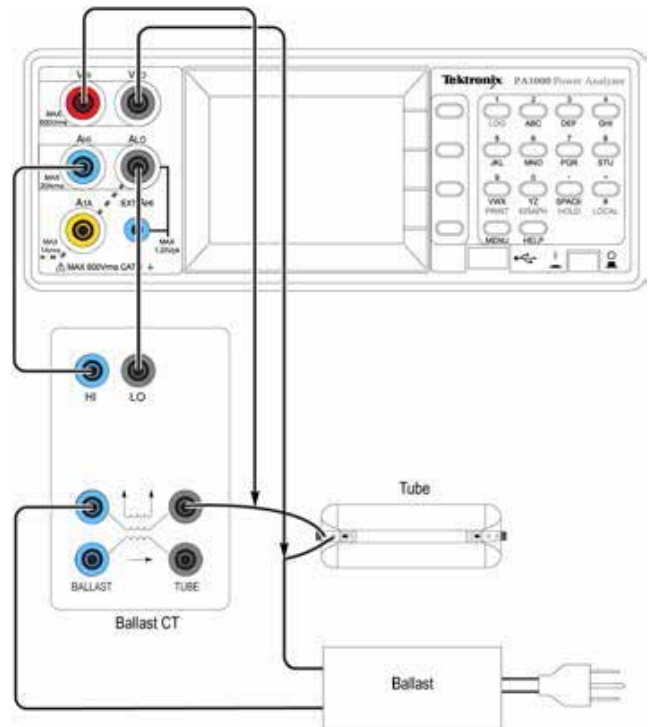


图 13. 镇流器输出测量硬件设置实例。

### 4.2 镇流器输出测量

#### 4.2.1 把镇流器输出连接到 PA1000

- 连接 DUT、Ballast-CT 和 PA1000，如图 13 所示。
- 把 PA1000 USB 端口连接到运行 PWRVIEW 的 PC 上。

## 使用泰克 PA1000 功率分析仪进行荧光灯镇流器测量

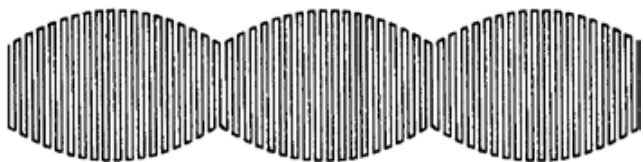


图 14. 镇流器向导设置窗口。

### 4.3 镇流器输出测量的 PWRVIEW 软件设置

- 启动 PWRVIEW，根据第 2.1 节说明，连接到 PA1000 上。
- 在 Default Applications 中选择镇流器输出，然后点击 Wizard 按钮，设置镇流器测试。
- 按照 Wizard 设置指令操作，如图 14 所示。
- 点击 Measure and Start，捕获被测参数值，如图 15 所示。

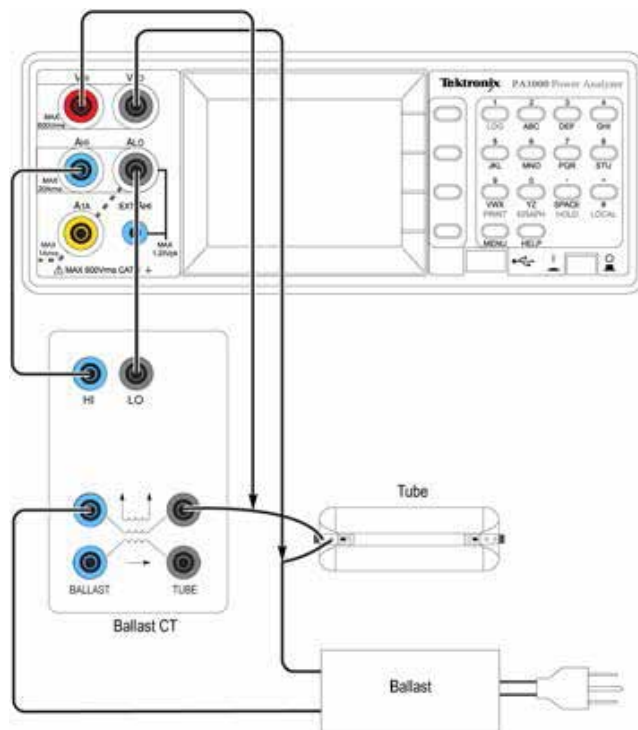


图 15. 镇流器结果显示窗口实例。



图 16. 镇流器选择模式窗口。



图 17. 镇流器输出结果显示窗口实例。

## 4.4 使用前面板进行镇流器输出测量

### 4.4.1 把仪器恢复到默认设置

- 按 Menu, 选择 USER CONFIGURATION, 然后选择 Load Default。
- 按 Menu, 返回测量显示画面。PA1000 现在将显示 Input Watts、Vrms、Arms、PF、Freq。

### 4.4.2 把 PA1000 设置成镇流器模式

为准确地测量镇流器波形, 应选择镇流器模式。具体操作如下:

- 按菜单 → Modes → Select Mode → 勾选 Ballast, 如图 16 所示。
- 按 Menu, 返回测量显示画面。

现在, 测量窗口应在画面右下角显示“Ballast”。PA1000 现在配置成测量照明镇流器的功率、有效电流、有效电压、功率因数和频率(参见图 17)。对镇流器加电, 观察要求的测量。

## 使用泰克 PA1000 功率分析仪进行荧光灯镇流器测量

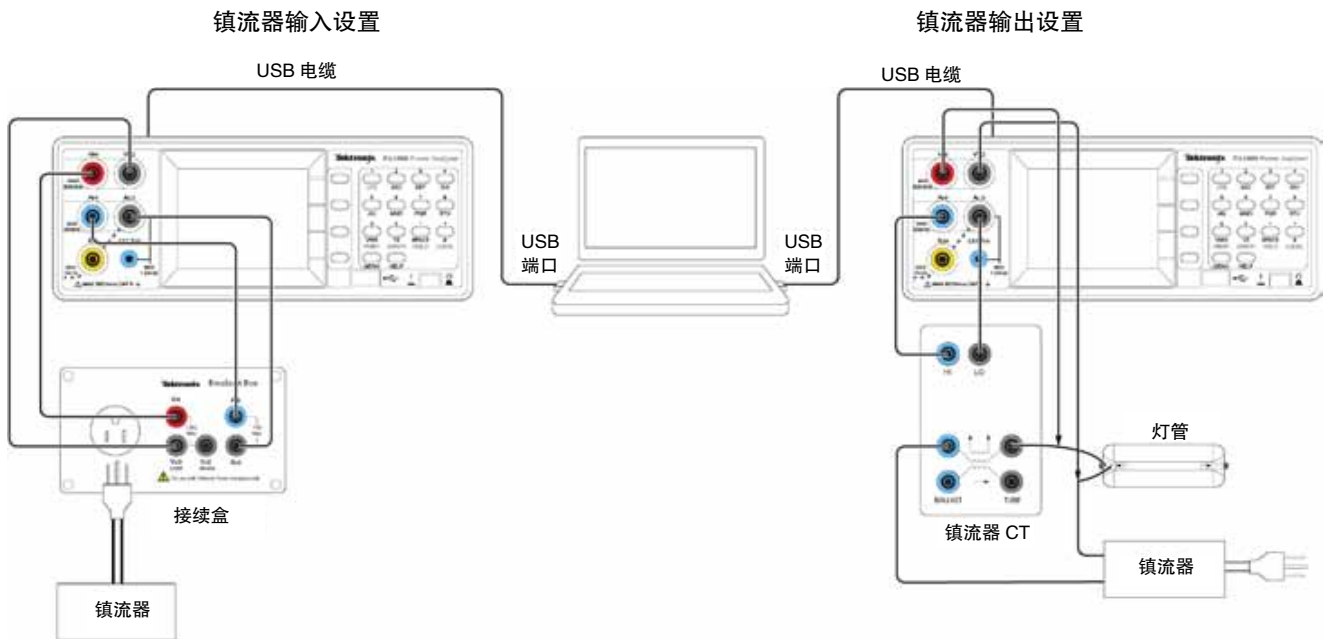


图 18. 通过 PWRVIEW 进行的两台 PA1000 设置实例。

### 5 使用两台 PA1000 和 PWRVIEW 对灯具镇流器进行镇流器测量

PWRVIEW 软件还允许用户同步两台 PA1000，同时测量灯具镇流器的输入和输出。一台 PA1000 使用接续盒连接到镇流器输入上，另一台 PA1000 使用 Ballast-CT 连接到镇流器输出上。连接方式如图 18 所示。

- 打开 PWRVIEW，点击“ADD”按钮，然后点击连接，如图 19 所示。这时，选择两台仪器。
- 如果要设置连接到镇流器输入上的仪器，先选择连接到镇流器输入的 PA1000 的标签。标签中包含着与其相关的仪器序列号的后 5 位，以帮助把它连接到仪器上。然后，按照第 1.2 节中介绍的 PWRVIEW 向导指令操作。



图 19. 通过 PWRVIEW 连接的两台 PA1000 实例。

- 如果想设置连接到镇流器输出上的仪器，先选择连接到镇流器输出的 PA1000 的标签，然后按照第 2.3 节中介绍的 PWRVIEW 向导指令操作。

注：使用两台 PA1000 及 PWRVIEW 进行镇流器测试有许多优势。

Index	Meas	A	B	C	D	E	F	G
1	Vrms	114.19 V	101.44 V					
2	Arms	3.5832 A	1.1896 A	Efficiency	0.91404			
3	Watts	3921.8 W	225.88 W					
4	Freq	60.009 Hz	60.009 Hz					
5	PF	0.998	0.998					
6	Vrms	2.4569 V	1.5964 V					
7	Arms	1.2113 A	0.7748 A					
8	Vrms	228.55 V	217.48 V					

Index	Meas	A	B	C	D	E	F	G
1	Vrms	114.22 V	101.44 V					
2	Arms	3.5849 A	1.1894 A	Efficiency	0.91404			
3	Watts	3923.4 W	225.83 W					
4	Freq	60.009 Hz	60.009 Hz					
5	PF	0.998	0.998					
6	Vrms	2.4569 V	1.5964 V					
7	Arms	1.2113 A	0.7748 A					

图 20A/B. 通过 PWRVIEW 使用两台 PA1000 进行镇流器测试的实例。

- 通过 PWRVIEW，用户可以在 PC 上同时显示镇流器输入和输出测量。
- PWRVIEW 允许用户输入公式，执行要求的计算。图 20A 和 B 显示了怎样输入公式，根据输入和输出功率计算镇流器的效率。

## 6 使用 PA1000 和 PWRVIEW 保存数据

PWRVIEW 和 PA1000 都为保存结果、以进一步执行分析提供了方便的方法。

### 6.1 把数据保存到 U 盘中

- 如果想把数据保存到 U 盘中，把 U 盘插入前面板 USB 端口中。显示屏右角的“Normal”标签会立即变成“USB RDY”，表明 PA1000 准备开始保存数据。参见图 21。

按 LOG 按钮开始保存数据  
再按 LOG 按钮停止保存数据



把 U 盘插入 USB 端口

图 21. 从 PA1000 保存数据。

## 使用泰克 PA1000 功率分析仪进行荧光灯镇流器测量



图 22. PWRVIEW 数据保存选项。

### 6.2 在 PWRVIEW 中保存数据

PWRVIEW 提供了两种不同的数据保存方法，以备日后分析。

1. 用户可以使用 PWRVIEW 中的 Record 按钮，把一定时间周期内的一套测得数据样点连续保存到 PC 中，以备日后分析。数据直接保存到 SQL 数据库中。通过点击 Data 按钮，可以调用数据，导出到 Excel 文件中。
2. 用户可以使用 PWRVIEW 中的 Snapshot 按钮，即时捕获测量屏幕中显示的数据。

## 7 总结

在当今现代镇流器中，由于需要改进效率，工程师更加需要更准确的数据。效率更高的镇流器要求更高精度的测量，并详细考虑可能影响结果的测量挑战。

功率分析仪必须拥有：

- 足够的功率测量精度，确定要求的效率。
- 高带宽，进入输入和输出测量。
- 能够支持高输入电流峰值因数，而无需用户干预，也不会劣化测量精度。能够在镇流器输入和输出上测量谐波和 THD。
- 内置镇流器模式，在镇流器输出上进行准确稳定的测量。

在与 PWRVIEW 软件结合使用时，两台 PA1000 为确定镇流器效率、同时保持两台单相分析仪的灵活性提供了经济的方法。如需进一步帮助，请联系泰克技术支持，或访问：[cn.tek.com](http://cn.tek.com)。

## 8 参考资料

1. PA1000 用户手册, [cn.tek.com](http://cn.tek.com)
2. PA1000 附件手册, [cn.tek.com](http://cn.tek.com)
3. PWRVIEW 软件, [cn.tek.com](http://cn.tek.com)

**请立即联系泰克授权一级分销商：**

北京东方中科集成科技股份有限公司  
服务电话：400-650-5566  
网 址：[www.jicheng.net.cn](http://www.jicheng.net.cn)