

# 功率分析仪

## PA4000 产品技术资料



泰克 PA4000 功率分析仪提供了高精度的多通道功率测量、能量测量和转换效率测量功能。精密灵活的输入、独一无二的螺旋式分流器 (Spiral Shunt™) 技术及先进的信号处理技术, 即使测试波形高度调制和波峰因数在高达 10 情况下, 仍能实现极高的精度。多功能 PA4000 提供了完善的功率测量能力。双电流分流器从几微瓦到几千瓦, 提供了最优的测试精度。PA4000 标配高达 100 次谐波分析及马达分析功能, 并支持扭矩和转度传感器信号输入。每台 PA4000 标配多种 PC 接口、PC 软件和 U 盘存储功能, 帮助您捕获和分析数据。

### 主要特点

- 1 – 4 个输入模块, 支持多种配置, 满足您的应用需求
- 测量精度高达 0.01%(基本电压&电流精度), 满足您极高的测试要求
- 每个模块双内部电流分流器, 最大限度地提高大电流测量和小电流测量的精度
- 独特的螺旋式分流器 (Spiral Shunt™) 设计, 在电流、温度等变化时保持稳定(已经申请专利)
- 专有的频率检测算法, 即使在有噪声的波形上, 仍确保可靠的频率追踪能力
- 特定应用测试模式, 简化仪器设置, 降低用户出错的可能性
- 容易把数据导出到 U 盘或 PC 软件来进行报告和/或远程控制
- 多种标配功能, 如通信端口和谐波分析, 因此无需购买昂贵的升级选件

### 应用

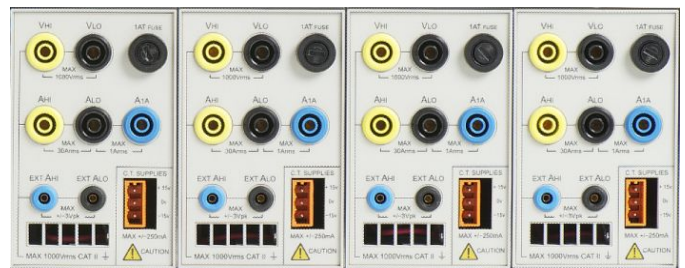
- 功率转换
- 发电机

- 逆变器
- 马达驱动器
- 电力推动
- UPS
- 变频器
- 电动汽车和混合动力汽车
- 节能灯
- 消费电子
- 待机功率

### 灵活的电压和电流输入选项, 适应您的各种应用要求

PA4000 是同类产品中唯一一款在每个输入模块中带有大范围和小范围内部分流器的仪器。30 A 有效值电流分流器为许多应用提供了完美的解决方案, 可以支持高达 200 A 峰值电流; 而在测量小电流器件时, 1 A 有效值分流器则提供了更高的分辨率和精度, 可以测量最小达微安级的电流。如果您想测量超过 30 A 的电流, 您可以选择多种样式的配套外部电流传感器, 包括高达 1000 A 的高精度传感器。

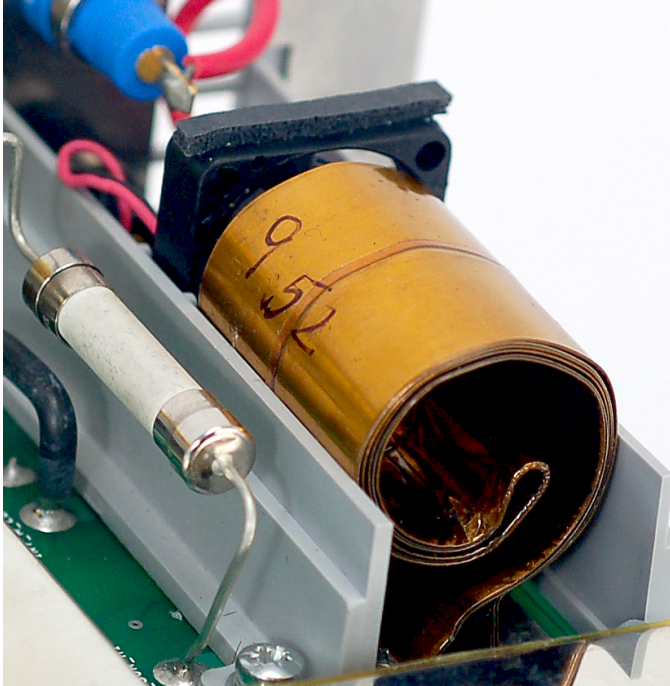
PA4000 的电压输入可以支持高达 1000 V<sub>RMS</sub>、2000 V<sub>peak</sub> 连续电压。



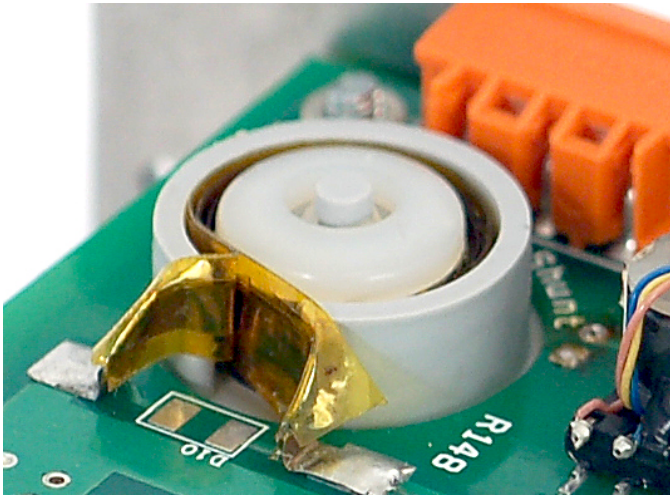
PA4000 后面板 – 输入模块

## 独一无二的螺旋式分流器(Spiral Shunt™) 技术 (已经申请专利)

PA4000 采用创新的螺旋式分流器 (Spiral Shunt) 设计, 保证在很大的输入电流、环境温度、波峰因数及其它变量范围内实现稳定的线性响应。这种新型设计要优于其它分流器技术, 在当前电源转换技术常见的各种信号条件下, 保证仪器实现可靠的精度和可重复性。螺旋结构不仅使杂散电感达到最小(实现最优的高频性能), 还提供了高过载功能, 改善了热稳定性。



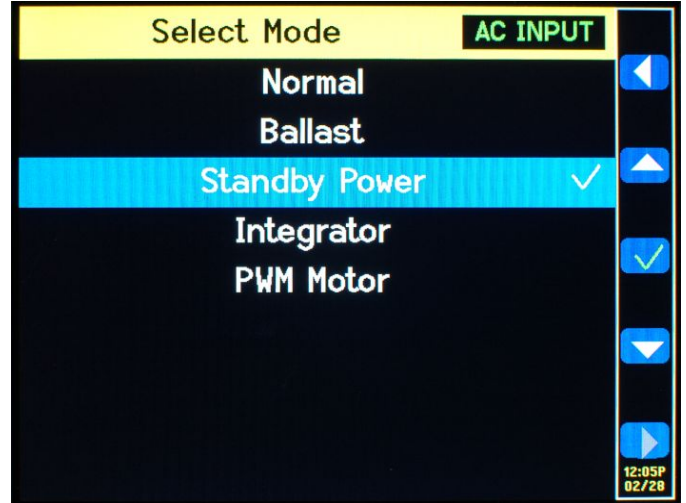
30 A 输入的螺旋式分流器 (Spiral Shunt)



1 A 输入的螺旋式分流器 (Spiral Shunt)

## 特定应用测试模式

某些应用要求特定的仪器设置, 以保证正确的测量。PA4000 自动选择为每种测量应用优化的仪器设置和参数, 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。



选择特定应用测试模式。

## PWM 马达驱动模式

PWM 马达模式旨在解决在马达驱动器常见的复杂波形上进行测量有关的难题。高频采样与数字滤波相结合, 抑制载频, 提取马达频率, 同时功率参数测量仍使用滤波前的初始数据。

## 待机功率模式

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。PA4000 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。

## 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, 因为输出信号是电源频率高度调制的高频波形。镇流器模式为把测量周期锁定到功率频率提供了一种途径。

## 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)。此外, 对某些参数还提供了平均值。

## 适用于 PA4000 功率分析仪的 PWRVIEW PC 软件

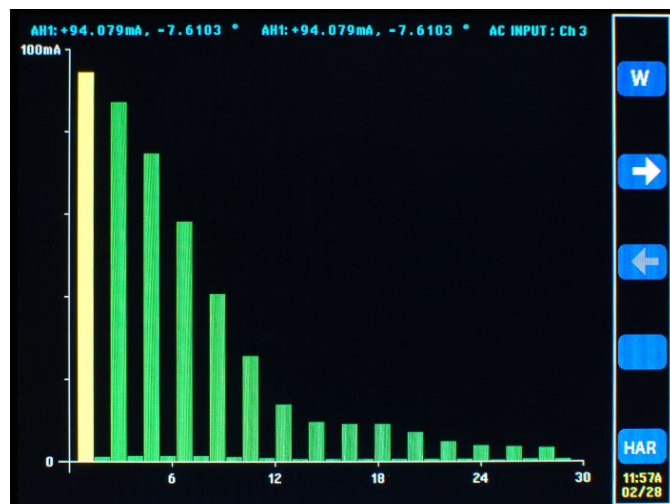
PWRVIEW 是适用于 Windows PC 的配套应用软件，补充和扩展了 PA4000 的功能。PWRVIEW 使您能够：

- 通过任何仪器通信端口与 PA4000 通信
- 远程改变仪器设置
- 从仪器中实时传送、查看和保存测量数据，包括波形、谐波柱状图和曲线
- 记录一定时间周期内的测量数据
- 同时与多台 PA4000 仪器通信，并下载数据
- 创建公式，计算功率转换效率和其它值
- 把测量数据导出为.csv 格式，导入其它应用中
- 通过使用向导驱动界面，只需点击几下鼠标，就可以为主要应用自动完成仪器设置、数据采集和报告生成
- 根据 IEC62301 第 2 版的要求，对低待机功率执行自动化全面一致性测试
- 在未来版本中将增加其它自动测试功能



## 标准谐波分析

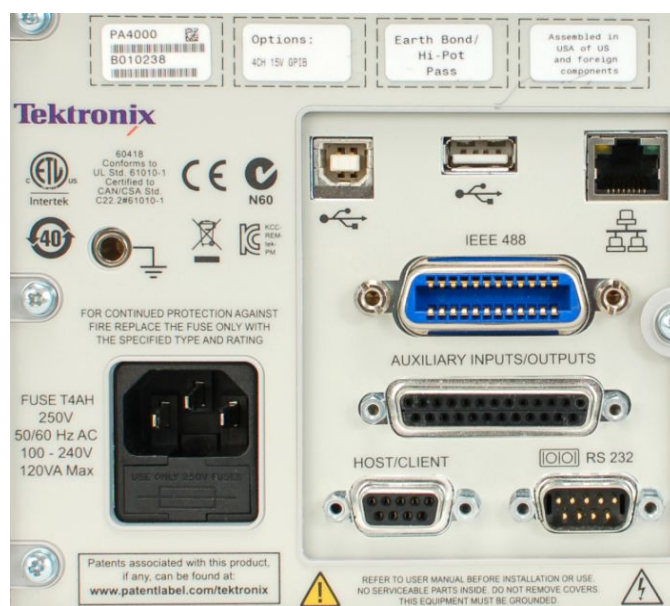
PA4000 标配了高达 100 次谐波分析功能。除其它功率参数外，还可以同时分析谐波、THD 等相关测量。它可以准确测量谐波幅度、相位和谐波功率，这对分析旋转电机的损耗至关重要。



谐波柱状图显示模式。

## 标准通信端口

PA4000 标配 USB、以太网和 RS-232 通信端口，外加一个前置式 USB 端口，用来把数据导出到 U 盘中。另外还出厂预装了可选的 GPIB 端口。



PA4000 后面板，带有多个通信端口

# 技术规格

## 测量

所有测量均在 1 MHz 处以 1 M 样点/ 秒的速率获得。

测量精度指标适用的波峰因数最高为 10。

推荐校准间隔为一年。

### 提供的测量

V <sub>RMS</sub> - 电压有效值	VDF - 电压失真系数
A <sub>RMS</sub> - 电流有效值	VTIF - 电话干扰系数电压
WATT - 有功功率	ATHD - 电流总谐波失真
VA - 视在功率	ADF - 电流失真系数
VAR - 无功功率	ATIF - 电话干扰系数电流
FRQ - 频率	VF - 基波有效值电压
PF - 功率因数	AF - 基波有效值电流
VPK+ - 正峰值电压	IMP - 阻抗
VPK- - 负峰值电压	RES - 电阻
APK+ - 正峰值电流	REA - 电抗
APK- - 负峰值电流	HR - 积分时间
VDC - 直流电压	WHR - 瓦时
ADC - 直流电流	VAH - 伏安时
VRMN - 整流平均电压	VRH - 乏时
ARMN - 整流平均电流	AHR - 安时
VCF - 电压波峰因数	WAV - 平均功率
ACF - 电流波峰因数	PFAV - 平均功率因数
VTHD - 电压总谐波失真	CVAR - 无功功率校正

### 电压范围和电流范围

<b>电压范围</b>	2000 V <sub>peak</sub> , 1000 V <sub>peak</sub> , 500 V <sub>peak</sub> , 200 V <sub>peak</sub> , 100 V <sub>peak</sub> , 50 V <sub>peak</sub> , 20 V <sub>peak</sub> , 10 V <sub>peak</sub> , 5 V <sub>peak</sub> , 2 V <sub>peak</sub>
<b>电流范围 (30 A 分流器)</b>	200 A <sub>peak</sub> , 100 A <sub>peak</sub> , 50 A <sub>peak</sub> , 20 A <sub>peak</sub> , 10 A <sub>peak</sub> , 5 A <sub>peak</sub> , 2 A <sub>peak</sub> , 1 A <sub>peak</sub> , 0.5 A <sub>peak</sub> , 0.2 A <sub>peak</sub> , 0.1 A <sub>peak</sub>
<b>电流范围 (1 A 分流器)</b>	5 A <sub>peak</sub> , 2.5 A <sub>peak</sub> , 1.25 A <sub>peak</sub> , 0.5 A <sub>peak</sub> , 0.25 A <sub>peak</sub> , 0.125 A <sub>peak</sub> , 0.05 A <sub>peak</sub> , 0.025 A <sub>peak</sub> , 0.0125 A <sub>peak</sub> , 0.005 A <sub>peak</sub> , 0.0025 A <sub>peak</sub>
<b>电流范围 (外部分流器)</b>	3 V <sub>peak</sub> , 1.5 V <sub>peak</sub> , 0.75 V <sub>peak</sub> , 0.3 V <sub>peak</sub> , 0.15 V <sub>peak</sub> , 0.075 V <sub>peak</sub> , 0.03 V <sub>peak</sub> , 0.015 V <sub>peak</sub> , 0.0075 V <sub>peak</sub> , 0.003 V <sub>peak</sub> , 0.0015 V <sub>peak</sub>

### 测量精度 – 电压和电流

<b>电压精度, V<sub>RMS</sub> (45 Hz – 850 Hz)<sup>1</sup></b>	± 0.01% 的读数 ± 0.04% 的范围
<b>电压精度, V<sub>RMS</sub> (10 Hz – 45 Hz, 850 Hz – 1 MHz)</b>	± 0.05% 的读数 ± 0.05% 的范围, ± (0.02*F)% 的读数, ± 0.02 V (典型值)
<b>电压精度, DC</b>	± 0.05% 的读数 ± 0.1% 的范围 ± 0.05 V
<b>电压精度, V<sub>mn</sub></b>	± 0.2% 的读数 ± 0.1% 的范围 ± 0.1 V

## 测量

共模效应 (典型值)	1000 V, 60 Hz < 10 mV 100 V, 100 kHz < 50 mV
电流精度, $A_{RMS}$ (45 Hz – 850 Hz) <sup>1</sup>	$\pm 0.01\%$ 的读数 $\pm 0.04\%$ 的范围
电流精度, $A_{RMS}$ (10 Hz – 45 Hz, 850 Hz – 1 MHz)	$\pm 0.05\%$ 的读数 $\pm 0.05\%$ 的范围 $\pm (0.02 \cdot F)\%$ 的读数 $\pm (20 \mu V / Z_{ext})$ (典型值)
电流精度, DC	$\pm 0.05\%$ 的读数 $\pm 0.1\%$ 的范围 $\pm (50 \mu V / Z_{ext})$
电流精度, $A_{RMS}$	$\pm 0.2\%$ 的读数 $\pm 0.1\%$ 的范围 $\pm (100 \mu V / Z_{ext})$

### 测量精度 – 功率

功率精度 (45 – 850 Hz) <sup>1</sup>	$\pm 0.02\%$ 的读数 $\pm 0.06\%$ 的范围
VA 精度 (45 – 850 Hz) <sup>1</sup>	$\pm 0.02\%$ 的读数 $\pm 0.06\%$ 的范围
VAR 精度	$\sqrt{[VA \pm VA_{error}]^2 - [W \pm W_{error}]^2} - \sqrt{VA^2 - W^2}$
PF 精度	$\cos \theta - \cos [\theta \pm (Vh1_{ph.err} \pm Ah1_{ph.err})] \pm 0.001$

### 测量精度 – 谐波幅度和相位<sup>2</sup>

电压谐波 (45 Hz – 850 Hz) (10 Hz – 45 Hz 和 850 Hz – 1 MHz 的典型值)	$\pm 0.08\%$ 的读数 $\pm 0.08\%$ 的范围 $\pm (0.02 \cdot F)\%$ 的读数 $\pm 0.02 V$
电压谐波相位 (45 Hz – 850 Hz) (10 Hz – 45 Hz 和 850 Hz – 1 MHz 的典型值)	$\pm 0.025 \pm [0.005 \cdot V_{range} / V_{reading}] \pm (0.1 / V_{range}) \pm (0.002 \cdot F)$
电流谐波 (45 Hz – 850 Hz) (10 Hz – 45 Hz 和 850 Hz – 1 MHz 的典型值)	$\pm 0.08\%$ 的读数 $\pm 0.08\%$ 的范围 $\pm (0.02 \cdot F)\%$ 的读数 $\pm (20 \mu V / Z_{ext})$
电流谐波相位 (45 Hz – 850 Hz) (10 Hz – 45 Hz 和 850 Hz – 1 MHz 的典型值)	$\pm 0.025 \pm [0.005 \cdot A_{range} / A_{reading}] \pm (0.001 / A_{range} \cdot Z_{ext}) \pm (0.002 \cdot F)$

1 这些指标适用于下述条件：

- 电压 = 10 V 或更大范围
- 30 A 分流器 = 0.5 A 或更大范围
- 1 A 分流器 = 0.025 A 或更大范围
- 信号 > 30% 的范围
- 电压精度 @ PF = 1

2 F 是以 kHz 为单位的频率。在谐波中，F 是谐波频率。

$Z_{ext}$  是分流阻抗(对 1 A 分流器，为 0.6  $\Omega$ ，对 30 A 分流器，为 9.375 m $\Omega$ )。它假设测量的波形是正弦波。

校准期间的测量条件：除另行指明外，为仪器默认设置，正弦波应用到电压输入和电流输入，预热 30 分钟，温度为 23°C  $\pm$  5°C。

## 产品技术资料

### 物理特点

#### 外观尺寸

高	13.2 cm.	5.2 英寸
宽	42 cm.	16.5 英寸
厚	31 cm.	12.5 英寸

#### 重量

净重 (没有线束时)	8.8 kg	19.5 磅
------------	--------	--------

#### 温度

贮存温度	-20°C 到 +60°C
工作温度	0°C 到 +40°C

## 订货信息

### PA4000 模块

PA4000 必须同时订购下面其中一个选项：

选项 1CH	安装一个输入模块
选项 2CH	安装两个输入模块
选项 3CH	安装三个输入模块
选项 4CH	安装四个输入模块

### 标配附件

--	电压线束( 每个输入模块一个)
--	特定国家电源线
063-4498-xx	包含所有相关文档和翻译后的用户手册的光盘
--	USB 主机与设备之间的接口电缆
--	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

### 仪器选项

选项 GPIB	GPIB 接口
选项 15V	用于外部电流传感器的电源输出
语言选项	没有语言选项 – 标配文档光盘中包括以英语、法语、德语、西班牙语、日语、葡萄牙语、简体中文、繁体中文、韩语和俄语提供的用户手册。

### 电源线选项

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

### 服务选项

选项 C3	3 年校准服务
选项 C5	5 年校准服务
选项 D1	校准数据报告
选项 D3	3 年校准数据报告 (要求选项 C3)
选项 D5	5 年校准数据报告 (要求选项 C5)
选项 G3	3 年全面保障 (包括备用机、预约校准等)
选项 G5	5 年全面保障 (包括备用机、预约校准等)

### 推荐附件

CT-60-S	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 高精度, 高达 60 A
CT-200-S	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 高精度, 高达 200 A
CT-400-S	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 高精度, 高达 400 A
CT-1000-S	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 高精度, 高达 1000 A
CT-100-M	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 霍尔效应, 高达 100 A
CT-200-M	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 霍尔效应, 高达 200 A
CT-500-M	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 霍尔效应, 高达 500 A
CT-1000-M	闭环电流传感器, 交流电/直流电, 霍尔效应, 高达 1000 A
CL200	电流钳, 1 A – 200 A, 适用于泰克功率分析仪, 仅交流电
CL1200	电流钳, 0.1 A – 1,200 A, 适用于泰克功率分析仪, 仅交流电
PA-LEADSET	更换线束, 适用于泰克电源分析仪(1 通道线束)

如需更详细的说明, 请参阅附件产品技术资料 #55W-29381-0。



泰克经过 SRI 质量体系认证机构进行的 ISO 9001 和 ISO 14001 质量认证。



产品符合 IEEE 标配 488.1-1987、RS-232-C 及泰克标配规定和规格。



接受评估的产品领域: 电子测试和测量仪器的规划、设计/开发和制造。





东盟/澳大拉西亚 (65) 6356 3900  
比利时 00800 2255 4835\*  
中东欧和波罗的海 +41 52 675 3777  
芬兰 +41 52 675 3777  
香港 400 820 5835  
日本 81 (3) 67143010  
中东、亚洲和北非 +41 52 675 3777  
中华人民共和国 400 820 5835  
韩国 001 800 8255 2835  
西班牙 00800 2255 4835\*  
台湾 886 (2) 27229622

澳大利亚 00800 2255 4835\*  
巴西 +55 (11) 3759 7627  
中欧和希腊 +41 52 675 3777  
法国 00800 2255 4835\*  
印度 000 800 650 1835  
卢森堡 +41 52 675 3777  
荷兰 00800 2255 4835\*  
波兰 +41 52 675 3777  
俄罗斯和独联体 +7 (495) 6647564  
瑞典 00800 2255 4835\*  
英国和爱尔兰 00800 2255 4835\*

巴尔干、以色列、南非和其他国际电化学会成员国 +41 52 675 3777  
加拿大 1 800 833 9200  
丹麦 +45 80 88 1401  
德国 00800 2255 4835\*  
意大利 00800 2255 4835\*  
墨西哥、中南美洲和加勒比海 52 (55) 56 04 50 90  
挪威 800 16098  
葡萄牙 80 08 12370  
南非 +41 52 675 3777  
瑞士 00800 2255 4835\*  
美国 1 800 833 9200

\* 欧洲免费电话号码。如果打不通，请拨打 +41 52 675 3777

2013 年 4 月 10 日 更新

了解详细信息。Tektronix 拥有并维护着一个由大量的应用说明、技术简介和其他资源构成的知识库，同时会不断向知识库添加新的内容，帮助工程师解决各种尖端的技术难题。敬请访问 [www.tektronix.com](http://www.tektronix.com)。

版权所有 © Tektronix, Inc. 保留所有权利。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。保留更改产品价格和价格的权利。TEKTRONIX 和 TEK 是 Tektronix, Inc. 的注册商标。所有提及的其他商标为其各自公司的服务标志、商标或注册商标。



22 May 2014

55C-28940-1

[cn.tektronix.com](http://cn.tektronix.com)

**Tektronix**<sup>®</sup>

