FLUKE ®

1760

Power Quality Recorder

用户手册

June 2006 Rev. 2, 5/10 (Simplified Chinese)

有限保证和责任限制

在正常使用和维护条件下，Fluke 公司保证每一个产品都没有材料缺陷和制造工艺问题。保证期为从产品发货之日起二（2）年。部件、产品修理和服务的保证期限为 90 天。本项保证仅向授权零售商的原始买方或最终用户提供，并且不适用于保险丝和一次性电池或者任何被 Fluke 公司认定由于误用、改变、疏忽、意外非正常操作和使用所造成的产品损坏。Fluke 公司保证软件能够在完全符合性能指标的条件下至少操作 90 天，而且软件是正确地记录在无缺陷的媒体上。Fluke 公司并不保证软件没有错误或无操作中断。

Fluke 公司仅授权零售商为最终客户提供新产品或未使用过产品的保证。但并未授权他们代表 Fluke 公司提供范围更广或内容不同的保证。只有通过 Fluke 授权 的销售商购买的产品，或者买方已经按适当的国际价格付款的产品，才能享受 Fluke 的保证支持。在一个国家购买的产品被送往另一个国家维修时，Fluke 公 司保留向买方收取修理/更换零部件的进口费用的权利。

Fluke 公司的保证责任是有限的，Fluke 公司可以选择是否将依购买价退款、免费维修或更换在保证期内退回到 Fluke 公司委托服务中心的有缺陷产品。

要求保修服务时，请与就近的 Fluke 授权服务中心联系，获得退还授权信息；然后将产品连同问题描述寄至该服务中心，并预付邮资和保险费用（目的地离岸价格）。Fluke 对运送途中发生的损坏不承担责任。在保修之后，产品将被寄回给买方并提前支付运输费（目的地交货）。如果 Fluke 认定产品故障是由于疏忽、误用、污染、修改、意外或不当操作或处理状况而产生，包括未在产品规定的额定值下使用引起的过压故障；或是由于机件日常使用损耗，则 Fluke 会估算修理费用，在获得买方同意后再进行修理。在修理之后，产品将被寄回给买方并预付运输费；买方将收到修理和返程运输费用（寄发地交货）的帐单。

本保证为买方唯一能获得的全部赔偿内容，并且取代所有其它明示或隐含的保证，包括但不限于适销性或适用于特殊目的的任何隐含保证。FLUKE 对任何特殊、间接、偶发或后续的损坏或损失概不负责，包括由于任何原因或推理引起的数据丢失。

由于某些国家或州不允许对隐含保证的期限加以限制、或者排除和限制意外或后续损坏本保证的限制和排除责任条款可能并不对每一个买方都适用。如果本保证的某些条款被法院或其它具有适当管辖权的裁决机构判定为无效或不可执行，则此类判决将不影响任何其它条款的有效性或可执行性。

Fluke Corporation
P.O. Box 9090
Everett, WA 98206-9090
U.S.A.

Fluke Europe B.V.
P.O. Box 1186
5602 BD Eindhoven
The Netherlands

11/99

如要在线注册您的产品，请访问 register.fluke.com.

目录

表格索引

表格　　　　标题　　　　页码

图片索引

图示 | 标题 | 页码

第 1 章
简介

标题 页

关于本手册

本手册包含以下章节。

- 简介
- 入门
- 操作
- 维护
- 技术规格
- 选件和附件

符号

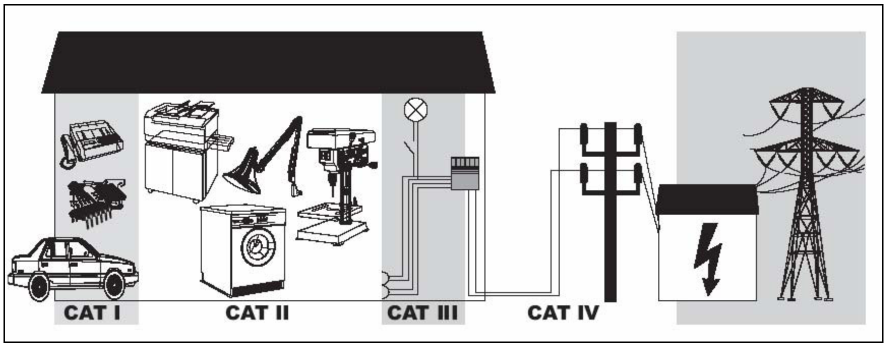
表 1-1 中列出了设备和/或本手册中所使用的符号。

表 1–1.符号

符号	描述
⚠	危险电压。触电危险。
⚠	重要信息。请参阅手册。
⊘	请勿在危险带电导体上使用或从危险带电导体上拆除。
⏚	接地。
⧈	双重绝缘。
~	AC（交流电）
⎓	DC（直流电）。
CE	符合欧盟规范。
c US	加拿大标准协会是负责检查是否符合安全标准的认证机构。
	请勿将本产品作为未分类的城市废弃物处理。请访问 Fluke 网站了解回收信息。
N10140	符合相关澳洲标准。
CAT II	II 类 IEC 过电压/测量设备设计为能够抵御来自插座和类似电源的瞬变。
CAT III	III 类 IEC 过电压设备设计为能够抵御设备安装过程中产生的瞬变，如配电盘、馈线和短分支电路，及大型建筑的照明系统。
CAT IV	IV 类 IEC 过电压设备设计为能够抵御来自初级电源的瞬变，如电表，或高空或地下公共设施产生的瞬变。

CAT 标识

图 1-1 显示了一个可识别不同测量类别 (CAT) 位置的示例。



1_1.bmp

图 **1-1.CAT**

安全说明

本设备的设计和制造符合 EN/IEC 61010-1:2001（第 2 版）中规定的最新技术说明和安全标准。如果使用不当，有导致人身伤亡和财产损失的危险。

请仔细阅读本节内容。阅读完本节内容后，您能够熟悉有关操作 1760 Power Quality Recorder 的重要安全说明。在本手册中，带有**警告**标识此处的说明条件和操作可能会对用户造成危险。带有**注意**标识说明此处的条件和操作可能会损坏记录器。

注意

1760 Power Quality Recorder 在本手册中简称为“记录器”。

警告

为了避免电击或人身伤亡，请注意以下事项：

- **只有合格的专业人员才能使用和操作此 Power Quality Recorder。**
- **只能由合格的专业维修人员维护设备。**
- **只使用指定的电压和电流探针。如果使用柔性电流探针，请戴上合适的保护手套或在切断电源的导体上工作。**
- **防止记录器受潮和进水。**
- **使用电流钳时，请勿握在触摸挡板之外的任何位置。**
- **为了防止电击，请务必在连接到负载之前将电流探针测试导线连接到记录器。**
- **为了防止电击，请勿将电压测量或电源输入端连接到接地电压高于记录器上所标记数值的系统上。**
- **为了避免损坏记录器，不得将电压测量输入端连接到高于电压传感器上所定义数值的相间电压。**
- **为了避免损坏记录器，不得将电源电压输入端连接到相间电压。**

- 只使用所提供的原装或指定配件。
- 只在指定的过电压类别区域内使用这些配件。
- 在危险带电导体上使用电流变压器或从危险带电导体上拆下电流变压器时，必须戴上高压绝缘手套。
- 不得在危险带电导体上使用 **Flexi-probes** 或从危险带电导体上拆下 **Flexi-probes**。
- 只在绝缘导体上使用夹钳，最大 **600 V rms** 或直流接地电压
- 有功功率表的电力公司方被视为 **CAT IV** 区域。为了避免电击或损坏设备，不得使用此区域的电源为记录器供电。
- 如果在带电导体上安装了测量传感器，则还需要采取当地政府机构要求的其他一些个人防护措施。
- 避免从多个频道连接到同一相位。

保护级别

按照 IEC 61140 的规定，本设备属于 I 级保护，并配有保护性接地线。

合格的操作人员

本设备仅限合格的专业人员操作。合作操作人员必须具备的条件：

- 经过培训和授权，能够依照电气工程的安全标准开启/关闭设备、将设备接地，以及标记配电电路和设备
- 依照安全工程标准，经过有关维护和使用相关安全设备方面的培训或指导
- 经过急救方面的培训

安全操作

要安全操作记录器，请注意以下事项：

- 确保使用本设备的所有人员均已阅读并完全理解本操作手册和安全须知。
- 只能在特定的环境条件下使用本设备。确保实际的环境条件符合第 5 章“*一般规格*”部分中所述的允许条件。
- 在操作期间，确保设备周围的空气流通，以防止机箱内部积热。
- 始终遵守第 2 章“*运输和存放*” *中的相关说明。*

正确使用

按照第 5 章“*一般规格*”部分中所述，除了测量在规定量程和测量类别以内的电压和电流外，不可将本设备用于任何其他用途，包括测量对地电压。

设备使用不当所导致的设备损坏不在保修范围之内。

电气连接

- 确保本设备所用的电源电缆和连接电缆能够正常工作。
- 确保按照低电阻设备接地线的说明来连接电线的保护性接地线和外壳接地线。
- 确保电源线和连接电缆，以及与设备一起使用的所有配件干净且能够正常工作。
- 安装设备时要确保其电源线始终便于操作，并且能够方便地断开。如果无法满足此要求，则必须在电源线上安装一个带额定电流的双极断路器。

操作风险

连接设备时，请勿单独操作，要确保至少有两名工作人员参与。

如果设备外壳或某个操作元件损坏，请勿使用设备。

确保连接的设备能够正常工作。

测量传感器不得与无熔断器的电路连接。

有锁定机制的连接器必须牢固锁紧。

维护与维修

请勿打开设备外壳。

除了更换电池外，不得对设备的任何部件进行维修和更换。

已损坏的连接线和电源线必须由经过授权的维修技师修理或更换。

经过授权的专业技师只能维修受损或故障设备。

附件

只能使用随设备一同提供的配件或专门为您所用型号设备配套提供的选购件。

确保与设备一起使用的任何第三方配件均符合 IEC 61010-031/-2-032 标准要求并适用于相应的测量电压量程。

设备关机

如果发现机壳、控件、电源线、连接导线或相连的设备有任任何损坏，请立即断开设备的测量输入端，然后切断电源。

如果怀疑设备是否在安全运行，请立即关闭设备和相应配件，防止意外开启设备，并将设备送往授权服务机构检修。

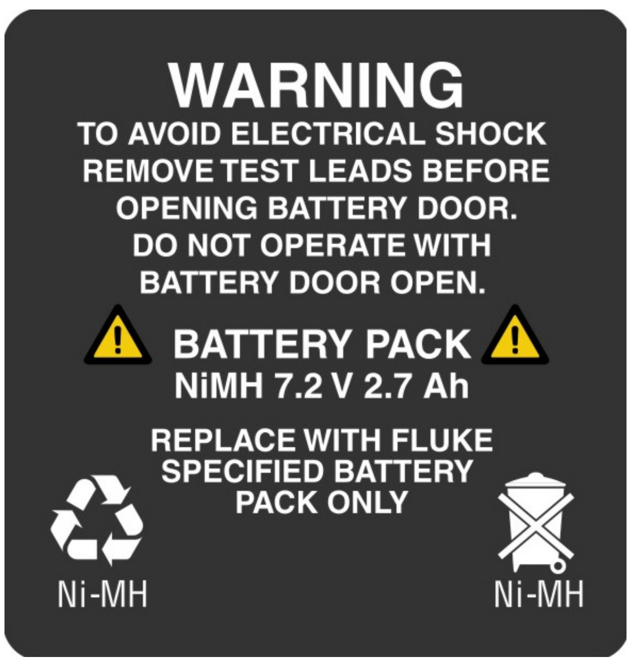
设备外壳安全说明

电源连接

电源连接必须符合设备标签上标记的范围/值。

图 1-2 显示了设备标签。

schild-mains.wmf



schild-akku.wmf

图 **1-2.**设备标签

警告

注意更高类别中的电压峰值危险。仅将设备电源线与供电系统的 CAT I、II 或 III 部分连接（请参阅“功能描述”部分），接地电压不能超过 300 V。

输入端电压 - 测量输入端

测量类别（请参阅 *“功能描述”* 部分）和传感器的接地电压最大值必须适合电源设备（请参阅配件的标记和技术规格说明）。

维修和保养

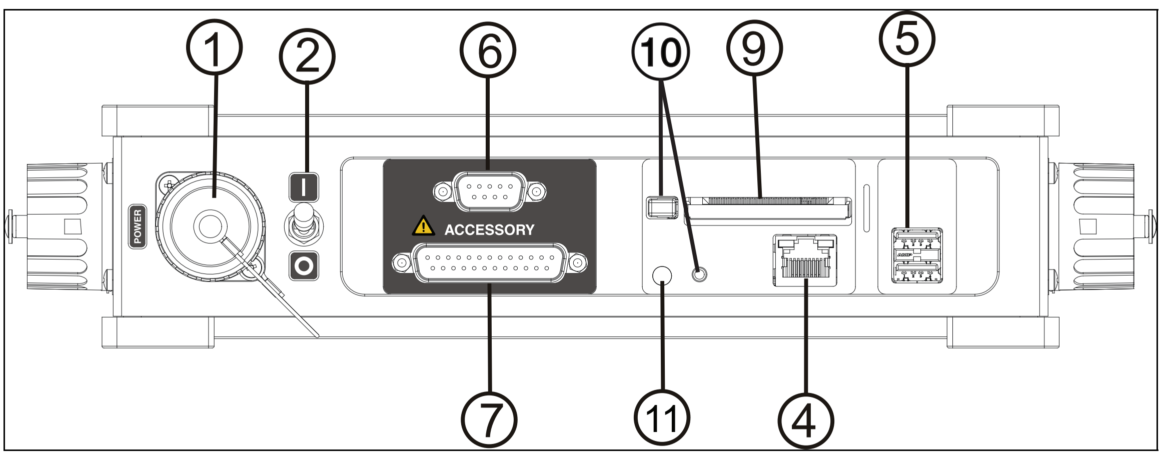
- 不得取下盖罩
- 维修工作只能由具备资格的人员完成
- 用户可以更换蓄电池组（请参阅第 4 章*“保养”*）

设计和功能

本节概述了记录器的接线端、端口和接口，并提供了一个有关显示器和操作设备的列表，还简要介绍了设备的基本功能。

电源连接和接口

图 1-3 和图 1-4 分别显示了记录器的顶视图和正视图。



grafikview.eps

图 **1-3.**顶视图

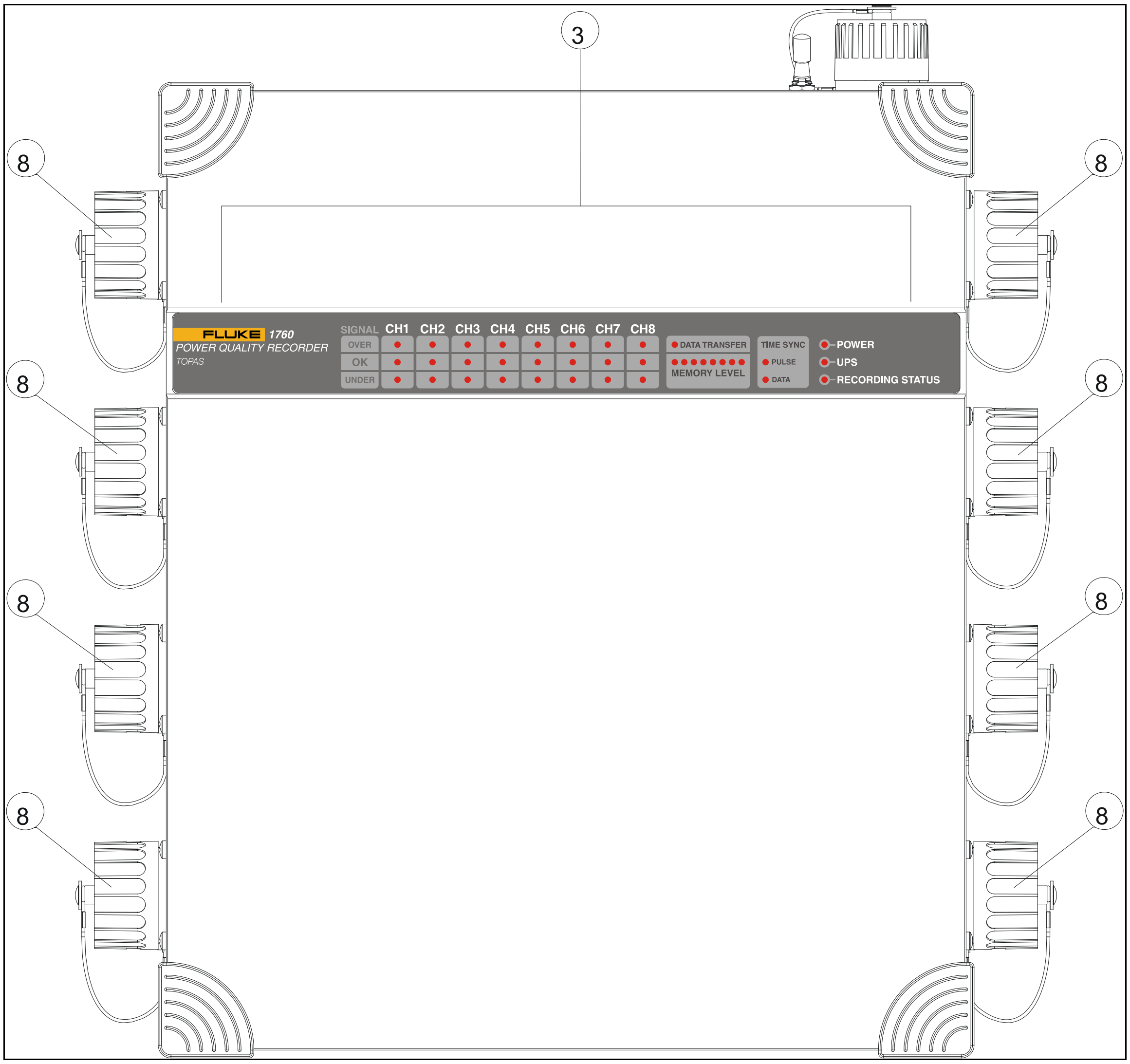


图 **1-4.**正视图

表 1-2 显示了记录器的控件和指示灯。

表 **1–2.**控件和指示灯

插槽编号	描述
1	电源连接。
2	电源开关。
3	LED 指示灯。
4	以太网连接器
5	USB 接头类型 A。
6	COM1 – 串行接口 (RS232)。
7	功能接头（GPS、DCF 77、COM2、警报器等）。
8	测量输入端接头。
9	CF 卡插槽。
10	CF 弹出按钮和指示灯
11	重置按钮。

注意

频道“CH1”到“CH4”已标记：

Schild CH1.wmf

文字“TRANSIENT”表示可以使用快速瞬变选项装备这些频道。

频道“CH5”至“CH8”无法用于快速瞬变记录，因此标记如下：

schild ch5.wmf

功能描述

① 电源连接器

将设备连接到 83 V – 264 V AC-47 Hz – 65 Hz 或 100 V – 375 V DC，功耗约 30 W。

注意

仅将设备电源线连接到电源的 CAT I、II 或 III 区域，对地电压不得超过 300V。

② 电源开关

激活电源开关以开启或关闭设备。

注意

此开关有一个机械保护功能，可防止意外激活。在将旋钮移动到其他位置前请将其稍微抬起。

仅当连接了电源并且电源电压处于指定范围内时，才能打开设备。

如果电源开关处于位置 I，则在为电源接头供给合适的电源电压时，设备将自动打开。

如果没有电源并且电池组电量过低，则设备会自动关闭。

重启设备

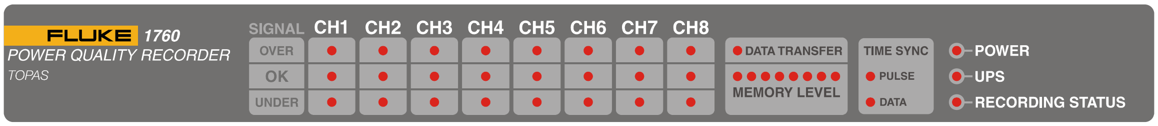
要重启设备，请执行以下操作：

1. 将电源开关切换到·0·位置。
2. 等待所有指示灯都关闭。
3. 将设备连接到电源并将电源开关设置到 I 位置。

注意

如果在重启设备时按住重置 (Reset) 按钮，则记录器的存储数据将被擦除。这在记录器内存已满之后可能会很有用，可帮助解决连接问题。

③ LED 指示灯



led-schild gesamt.wmf

位于 *Power* 区域中的 LED：

led-power.wmf

概述

状态	LED POWER	LED UPS
设备启动	绿色	关闭
电源已开启，电池未充电	绿色	根据容量显示绿色、黄色或红色
电源已开启，电池已充电	绿色	根据容量慢慢闪烁绿光、黄光或红光
电池操作	关闭	根据容量显示绿色、黄色或红色
电池放电模式	关闭	闪烁绿光、黄光或红光，内存指示灯闪烁“逐渐减弱”的黄光
设备关闭	绿色，闪烁	根据容量闪烁绿光、黄光或红光
	交替闪烁	

详细信息

这些指示灯提供了关于电源的以下信息：

LED POWER:

- 持续绿色：设备由电源供电
- 关闭：由电池组供电

LED UPS:

指示 UPS 电池组的充电状态：

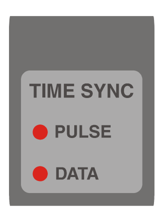
- *绿色*：电池已充电达额定容量的 80%-100%
- *黄色*：电池容量在 30% 到 80% 之间，电池可独立操作时间超过 3 分钟
- *红色*：容量在额定容量的 25% 到 30% 之间。电源可独立操作不到 3 分钟
- *闪烁*：在充电状态时，指示灯会根据相应的充电状态闪烁红光、黄光或绿光，在充电完成后变成连接发出绿光。

LED RECORDING STATUS:

此指示灯用于指示测量活动的记录状态。

状态	LED RECORDING STATUS
设备尚未初始化，无法进行测量活动	关闭
测量初始化正在进行，设备尚未做好记录数据准备	绿色，快速闪烁
已初始化测量活动，但尚未开始	绿色
测量活动正在进行，已记录数据	绿色，慢速闪烁
测量活动正在进行，正在记录数据，但一些内存空间已满，即，不再记录某些虚拟设备	黄色，慢速闪烁
测量活动结束，未计划更多的测量活动，数据已准备好上传到 PC， 设备不再记录任何数据	黄色
出现错误	红色

指示灯时间同步：



led-timesync.wmf

这些指示灯提供了有关设备时间同步的信息。*LED PULSE:*

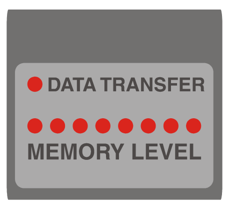
此指示灯表示接收到同步脉冲。如果设备同步正确，该指示灯为绿色，并会在检测到每个脉冲时闪烁黄光。

如果使用外部脉冲时未用到 GPS 时间信息，则该指示灯将关闭，并在每次检测到同步脉冲时闪烁红光（要启用此功能，必须在 PQ Analyze 软件中的 "时间同步配置 (Time Synchronization Configuration)"中选择 "脉冲 (Pulse)"协议）。

LED DATA:

- *绿色*：记录器已配置了时间同步（ "服务 (Service)"菜单），时间同步适配器（GPS 或 DCF77）已连接，并且接收的时间信息有效。
- *黄色*：记录器已配置了时间同步；时间同步适配器已连接，但是接收的时间信息不正确。可能原因：未发现卫星或时间源，或者电源开启后适配器仍在同步。
- *红色*：记录器已配置了时间同步，但未连接时间同步适配器或适配器未正常工作。
- *关闭*：记录器未配置时间同步。

数据传输和存储指示灯：



led-data.wmf

LED DATA TRANSFER：

数据传输指示灯表示数据通过外部接口传输或传输到 CF 卡。

- *关闭*：未将 PQ Analyze 软件连接到记录器。
- *绿色*：已将 PQ Analyze 软件连接到记录器。
- *闪烁黄光*：数据已写入内部 CF 卡、外部 CF 卡、USB 记忆棒，或数据通过任一接口传输（USB、RS232 或以太网）

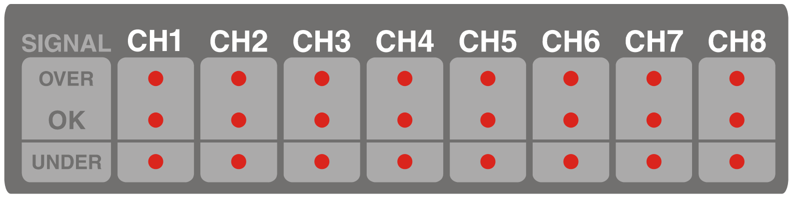
LEDs MEMORY LEVEL：

MEMORY LEVEL LEDs 行表示 CF 卡上空闲/已使用的测量数据内存量。

指示灯点亮表示内存块已占用，左侧 5 个指示灯为绿色，右侧 3 个指示灯为红色，表示内存将很快用完。

在强制电池放电过程中，这些指示灯会闪烁黄光，点亮的指示灯数量代表以分钟为单位的剩余容量。

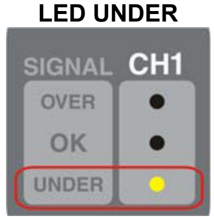
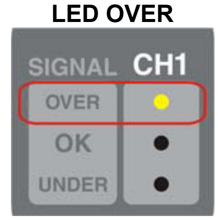
指示灯 **CH1** 到 **CH8**：



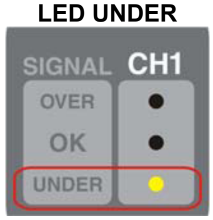
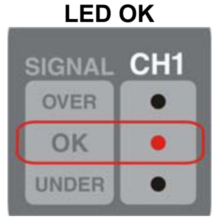
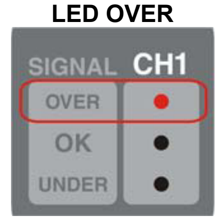
led-kanäle.wmf

记录器 8 个输入频道中的每个频道都分配有 3 个指示灯。这些指示灯指示输入信号的半周或全周的 rms 值（取决于配置）。

当检测到有效的传感器时，将提供以下信息。

状态	**LED UNDER** 	**LED OK** 	**LED OVER** 
额定范围内信号	关闭	绿色	关闭
信号过低（强度不足）	黄色	关闭	关闭
信号过高（强度过大）	关闭	关闭	黄色
超过范围（ADC-溢出）	关闭	关闭	闪烁红光
相序错误	关闭	指示灯以 L3-L2-L1 的顺序闪烁	关闭

当没有检测到有效的传感器时，将提供以下信息：

状态	**LED UNDER** 	**LED OK** 	**LED OVER** 
额定范围内信号	关闭	红色	关闭
信号过低	黄色	红色	关闭
信号过高	关闭	红色	黄色
超出范围	关闭	红色	闪烁红光

注意

如果检测不到有效的传感器，LED OK 将为红色。

“信号过低”和“信号过高”的限度与电压骤降和电压骤升的阀值相同（例如，Un 的±10 %）。

当前输入端的“信号过低”表示半周或全周 rms 值低于“硬件设置”面板中配置的传感器范围的 10%（如果传感器设置为“自动”，将不指示“信号过低”）。

如果输入信号超出了有效测量范围，则指示“超出范围”。

三相系统的相电压 UL1、UL2 和 UL3 使用对称分量进行监测（零、正和负系统）。如果负系统超过上限阈值，则将会指示错误相序（例如，两条线交换了）；关联的指示灯将以 L3-L2-L1 的顺序闪烁。

⚠⚠ 警告

指示灯并不指示是否有电压。请勿凭借指示灯来查看测试的设备是否通电。

④ 以太网端口

用于将记录器连接到 PC 的以太网端口，或连接到以太网网络 (LAN)。请使用提供的以太网电缆连接到以太网网络。请使用交联以太网电缆（带有红色插头）将设备直接连接到 PC。

⑤ 2 个 USB 接口

A 型 USB 连接器用于连接 USB 存储设备，支持使用版本为 2.0 的 USB 设备。

USB 接口有以下功用：

- USB 记忆棒支持存储测量数据（与外部 CF 卡类似）。

在 USB 复制过程中 CF 卡指档示灯的状态：

- 复制过程已开始·-->·指示灯闪烁
- 复制过程完成且已复制所有数据·-->·指示灯熄灭
- 复制过程完成但无法复制所有数据 --> 指示灯静态常亮
- 发生错误·-->·指示灯快速闪烁约 3 秒后静态常亮

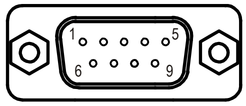
注意

当 CF 卡指示灯闪烁时不得拔出 USB 记忆棒。这可能会导致存储媒体永久性损坏。仅在 CF 卡指示灯熄灭或静态常亮时才能移除 CF 卡 /USB 记忆棒。请勿同时使用 CF 卡或数据连接。

⑥ 串行端口 COM1 (RS232)

用于将设备连接到 PC 串行端口的串行端口。

默认设置是 57.600 波特、8 个数据位、1 个停止位，无奇偶校验。



com_stecker.wmf

引脚分配：

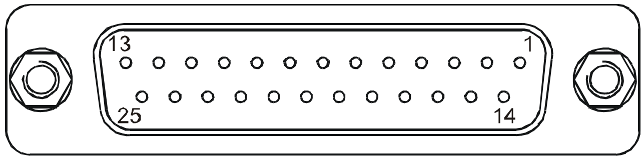
引脚	信号	描述
1	DCD	数据载波检测
2	RxD	接收数据
3	TxD	传输数据
4	DTR	数据终端就绪
5	GND	地
6	DSR	数据设置就绪
7	RTS	请求发送
8	CTS	清除发送
9	RI	响铃指示灯

⑦ 功能接口

输出/输入规格：

状态	电压电平
低（不活动）	0 - 0.8 V
高（活动）	2.5 - 5 V

最大负载电流：5 mA。



stecker lpt.wmf

引脚分配：

引脚	信号	描述
1	+15 V	电源电压，最大 300 mA
2	TxD	输出，传送数据 COM2
3	RxD	输入，接收数据 COM2
4	RTS	输出，请求发送 COM2
5	CTS	输入，清除发送 COM2
6	服务	输出，内部使用
7	GND	信号接地
8	服务	输出，内部使用
9	监视脉冲	输出，CPU 监视信号
10	O1	警报输出，使用输入 RES 1 重置
11	O2	警报输出，使用输入 RES 1 重置
12	O3	警报输出，使用输入 RES 2 重置
13	O4	警报输出，使用输入 RES 2 重置
14	+5 V	供电电压
15	GPS PPS+	GPS 时间同步输入
16	GPS PPS –	GPS 时间同步输入
17	GPS 传送+	GPS 时间同步输入
18	GPS 传送-	GPS 时间同步输入
19-23	服务	输出，内部使用
24	RES1	为警报输出 O1、O2 重置输入
25	RES2	为警报输出 O3、O4 重置输入

⑧ 测量频道

8 个绝缘测量频道插头。只能连接原装配件，如电压和电流传感器（夹钳、柔性钳组、分流电阻器等）。插头通过卡口机制固定。

注意

未使用的输入端必须使用提供的保护帽盖住，以防污染。

当使用 500 kHZ 瞬变选项或 10 MHz 瞬变选项分析瞬变时，将测量到地球/地面的电位。

⑨ ⑩ CF 卡

可更换的 CF 卡用于存储测量数据。⑩ CF 卡弹出按钮和指示灯。当正在传输数据时不能进行操作（指示灯指示 CF 卡处于活动状态）。

在 CF 卡复制过程中 CF 卡指示灯的状态：

- 已插入并且已检测到 CF 卡 --> 短暂闪烁（两下）
- 复制过程已开始·-->·指示灯闪烁
- 复制过程完成且已复制所有数据·-->·指示灯熄灭
- 复制过程完成但无法复制所有数据 --> 指示灯静态常亮
- 发生错误·-->·指示灯快速闪烁约 3 秒后静态常亮

注意

- *当 CF 卡指示灯闪烁时不得拔出 CF 卡。这可能会导致存储媒体永久性损坏。仅在 CF 卡指示灯熄灭或静态常亮时才能移除 CF 卡/USB 记忆棒。请勿同时使用 USB 记忆棒或数据连接。*
- *可以在开启（启动）设备时通过按住“重置按钮 (Reset Button)”⑪擦除已存储数据。如果存储已满，此功能很有用，并且还能解决连接问题。*

基本测量

此设备提供了执行网络分析、质量保证评估和干扰源位置确定所需的全部功能。一个大容量 CF 数据存储可长期有效地记录测量数据。即使在设备未连接到评估计算机的情况下，也会保存所有数据。将不会丢失任何信息。这些记录是评定干扰和电源电压质量，以获取详细评估和分析信息的基础。此设备会记录并提供历史活动数据，感应了哪些保护继电器或保护开关，以及如何执行这些资源。

测量类型

此设备可记录许多不同的测量类型，也称为“虚拟设备”：

- 测量数据的数字记录（数据记录仪）
- 功率测量设备（记录负载情况）
- 记录电源频率
- 电源质量监测仪（包括静态评估）
- 快速瞬变记录仪（可选）
- 脉动控制信号分析仪
- 谐波分析仪
- 电压干扰分析仪（事件）

测量

可以进行以下测量：

- 电压和电流的 rms 值，以及带有可编程平均时间的功率值
- 示波器数据（瞬时值，感应值）
- 强大和通用的触发引擎
- 负载和能量测量
- 电压和电流谐波分析
- 电压和电流谐波分析
- 快速瞬变分析
- 信号电压，脉动控制信号分析
- 依照 EN 50160 进行电源电压质量分析

第 2 章
产品综观

标题 页

包装中的产品项

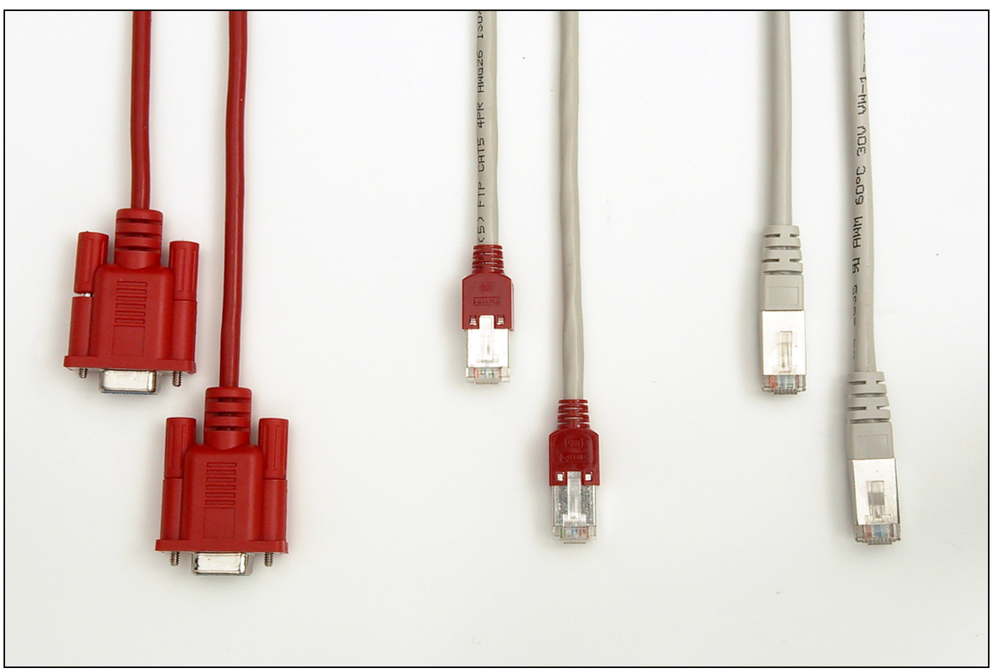
在开始使用此设备工作前，请根据以下列表和产品项规格检查收到的产品包，以确保产品正确无误。

- 1 个 Power Quality Recorder 设备
- 1 本入门手册
- 包含 PQ Analyze application software、手册、数据表和演示数据的 CD-ROM
- 1 根电源线
- 1 个电源连接适配器组
- 1 根交联 RS232 连接电缆
- 1 根用于直接连接 PC 的以太网电缆
- 1 根用于连接网络的以太网电缆

可选项：

- 4 个电压传感器
- 4 个柔性电流传感器
- 便携包
- GPS 接收器模块

图 2-1 为通信电缆。



ph_interfacecables.bmp

图 **2-1.**通信电缆

设置

安装

关于设备安装的环境条件和位置，请遵守安全说明中的要求。

⚠⚠ 警告

首先将带电源线和兼容适配器的设备连接到供电网络。查看设备类型标盘上的规格说明。

将设备连接到电源后，一些内部组件会带有危险电压。要保证操作安全，设备必须配备接地的低值电阻。因此，请检查电源插座及其布线。

仅将设备的电源线连接到供电系统的 CAT I、II 或 III 部分。接地电压不能超过 300 V。

启动设备

启动设备的电源（略微抬起开关旋钮 ② 并移动到“I”位置）。LED POWER 点亮设备启动大约需要 40 秒，然后即可进行操作。

关闭设备

略微抬起开关旋钮② 并移动到“0”位置。在关闭所有的内部数据文件后，LED POWER 将熄灭。

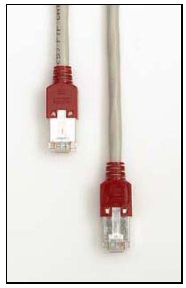
注意

仅当启动过程结束（持续时间大约为 40 秒）后才能关闭设备。

简单测量 - 功能检查

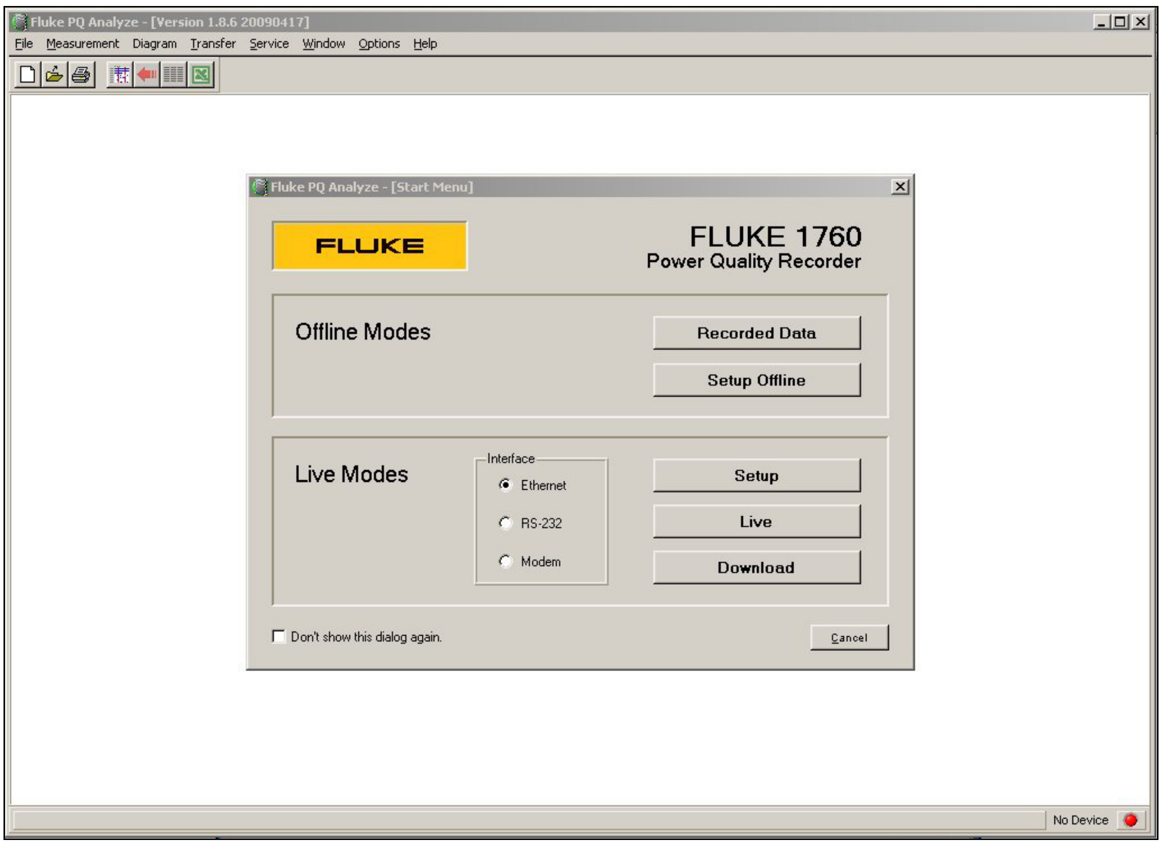
以下过程通过让用户测试所有基本设备功能来熟悉此设备的测量功能。

安装：	安装设备的 SW PQ Analyze，请参阅 *《PQ Analyze 参考手册》*。
连接设备：	将设备连接到电源并开启设备。
	使用红色的以太网电缆将计算机和记录器直接连接起来。稍等片刻（请参阅 *《1760 参考手册》* 中的“通过交联以太网电缆进行直接点对点通信”。
	按照“*测量电路连接”中的说明连接设备频道。*



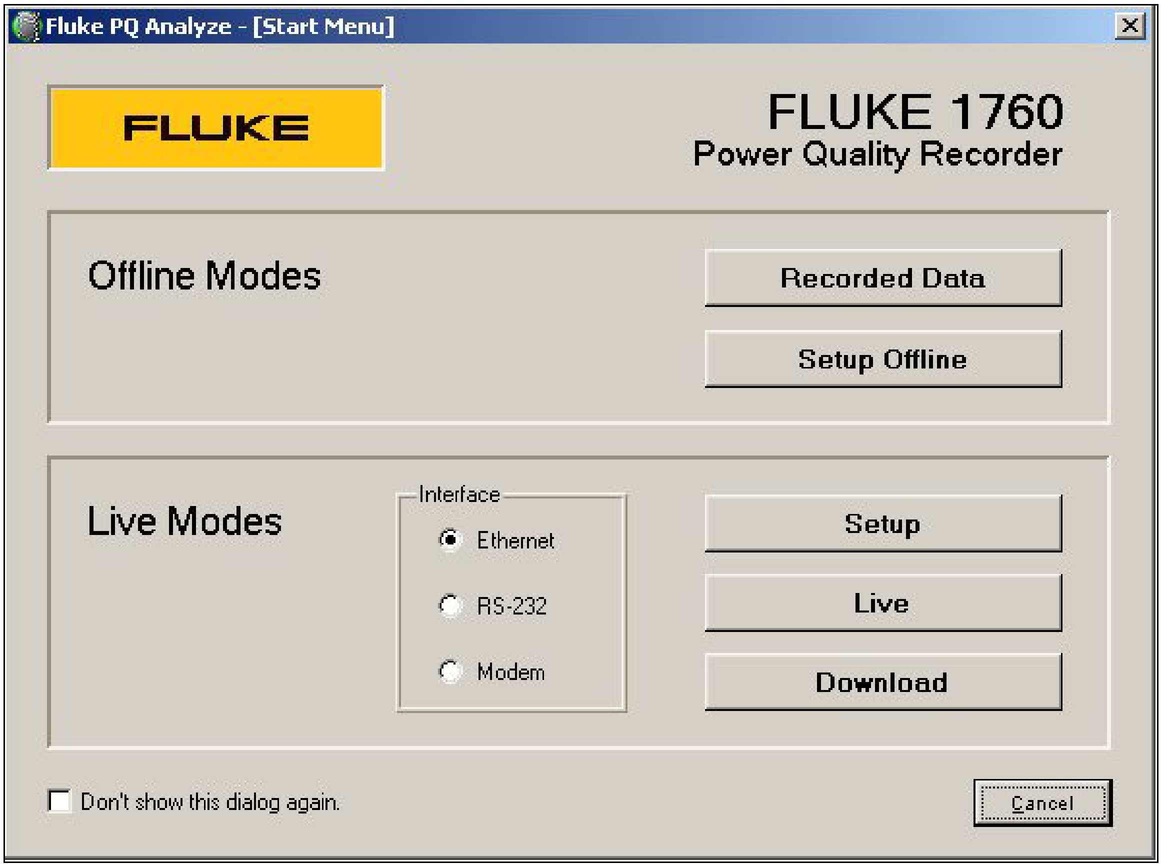
2_1.bmp

通信： 启动 PQ Analyze



2_2.bmp

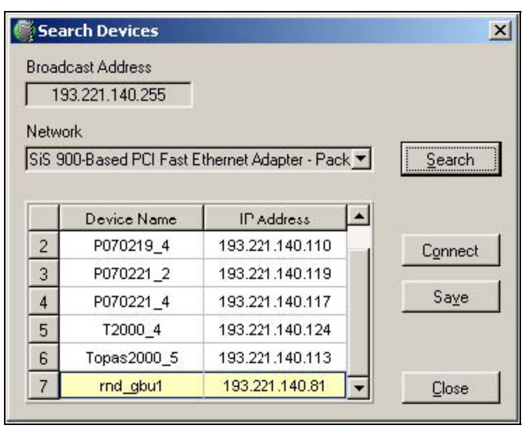
在“联机模式 (Live Modes)”区域按“设置 (Setup)”。



2_3.bmp

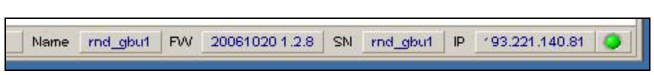
在“检索设备 (Search Devices)”对话框中按“检索 (Search)”。

在列表中选择您的设备，然后按“连接 (Connect)”。



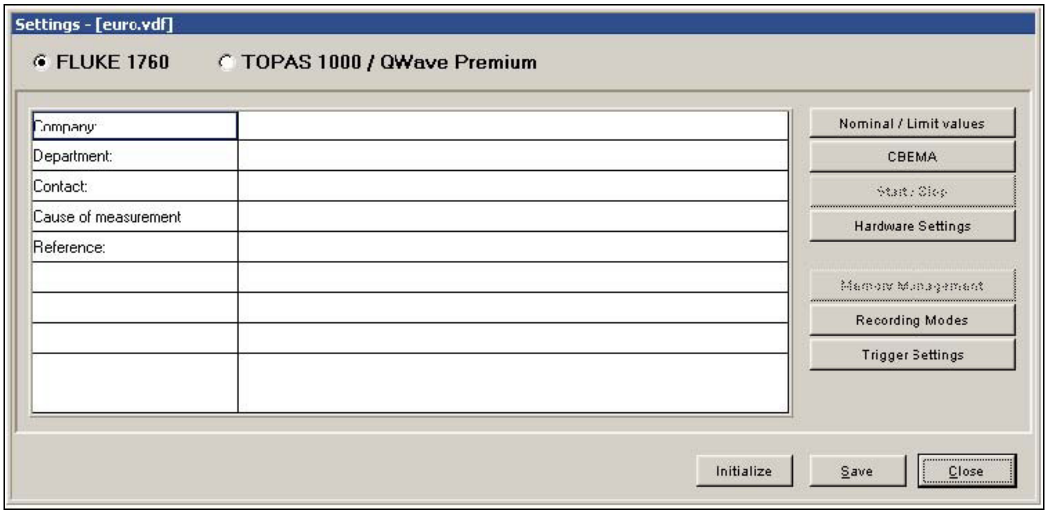
2_4.bmp

在连接成功后，您将在右下角设备状态信息旁看到一个绿色指示灯。



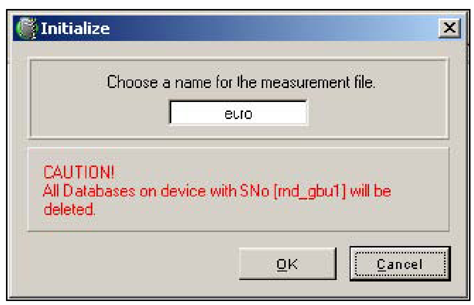
2_5.bmp

初始化：在 “设置 (Settings)”窗口开始配置所有测量。现在接受默认设置，然后按“初始化 (Initialize)”



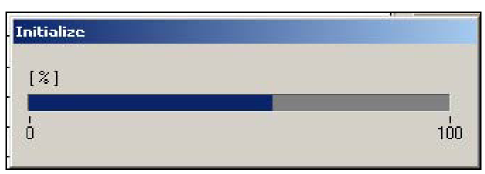
2_6.bmp

选择名称或接受默认名称。按“确认 (OK)”。



2_7.bmp

等待测量初始化。



2_8.bmp

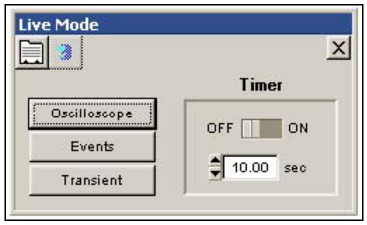
2_9.bmp

按“确认 (OK)”并观察设备上的“记录状态 (RECORDING STATUS)”指示灯。该指示灯应开始缓慢闪烁，指示测量已激活。

关闭“设置 (Settings)”窗口。

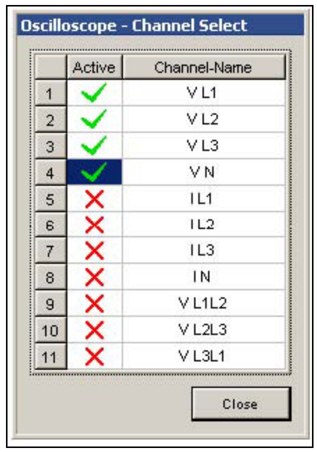
测量：　　选择菜单“传输 (Transfer) > 联机模式 (Live Mode)”。

按“示波器 (Oscilloscope)”

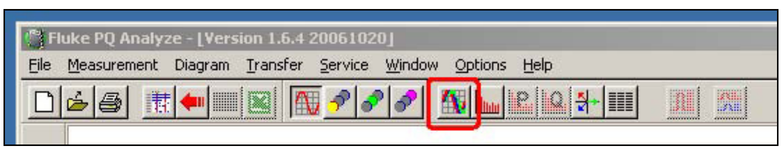


2_10.bmp

选择要显示的所有频道，然后按“电平时间图表 (Timeplot)”图标。

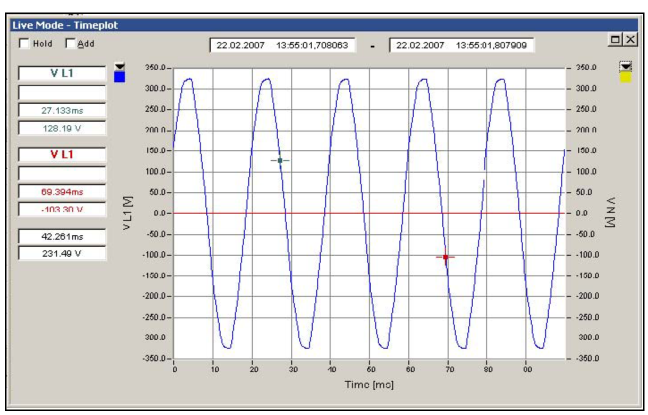


2_11.bmp



2_12.bmp

如果一切正常，您将看到一个类似于示波器的记录，是提供给输入频道的信号。所有连接和传感器都工作正常。



2_13.bmp

有关详细说明，请参阅《*PQ Analyze 参考手册*》。

后续步骤：有关将测量数据从设备传送到 PC，以及根据个人要求评估数据的信息，请参阅 *《PQ Analyze 参考手册》*。

运输与存放

运输

- 运输设备时只能使用其原始包装
- 请保存设备附带的操作手册，以备将来参考
- 运输过程中谨防设备受热和受潮。运输环境温度不得超过 –20 °C 到 +60 °C，最大湿度不得超过 85%
- 保护设备勿受撞击或重压

存放

- 保存好原始包装，以备将来运输或设备返修时使用。只有原始包装才能保证设备得到正确保护，避免其受到机械碰撞
- 将设备存放在干燥的房间内；温度范围在 –20°C 到+60 °C 之间，最大湿度不得超过 85%

  请保存设备附带的操作手册，以备将来参考
- 保护设备避免日光直射、受热、受潮和机械碰撞。

第 3 章
操作

标题 页

连接测量电路

⚠⚠ 警告

将设备连接到电路后，设备终端和一些部件即会通电。使用不符合相关安全标准的导线和配件可能会因电击而导致严重伤害或死亡。

为了确保操作安全，请注意以下事项：

首先将设备连接到保护地线，然后再连接到电源。

在与设备建立连接前打开电路。在连接电路之前，请确保未超出最大测量电压和最大接地电压，并且，配电系统类别符合传感器的额定值或符合特定的国家标准。

连接顺序

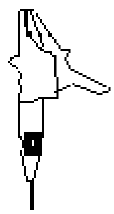
在将电路连接到设备时，为了安全起见，请按以下顺序操作：

1. 检查标准电源插座是否有正确的保护地线连接。将设备连接至电源插座。PQ Recorder 现在已连接到保护地线（设备安全级别 1）。
2. 按连接图所示连接测量电路。
3. 开启记录器。
4. 确保电流方向正确（负载流方向）。

连接图

通过 PQ Analyze 软件的 “*文件 (File)*”>“*新建/硬件设置 (New/Hardware Settings)*” 来选择测量电路。按负载流方向连接传感器（观察箭头）。

表 3–1.连接图中的符号

符号	含意
	按向右方向连接柔性电流传感器。 柔性电流传感器上的箭头必须是从网络指向负载。
	红色接头。
	黑色接头。

注意

将频道 “CH4”用作触发外部信号的控制频道。

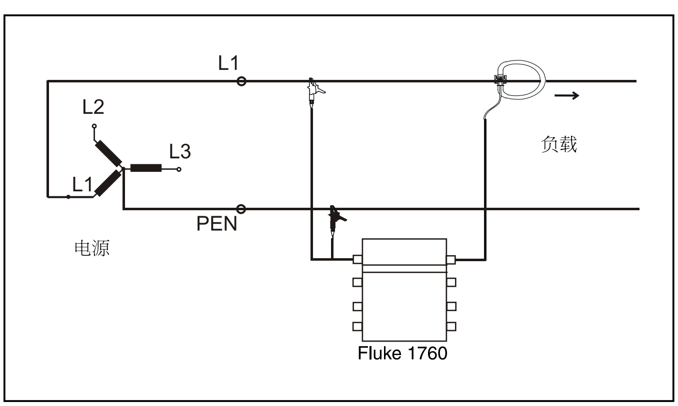
注意

测量快速电压瞬变时始终测量电压传感器的红色插头与设备接地（地，保护导体）之间的部位。

请注意，额定电压范围 >100 V 的电压传感器配有瞬变功能（如果已安装瞬变选项）。

单相测量

图 3-1 为单相测量电路图。

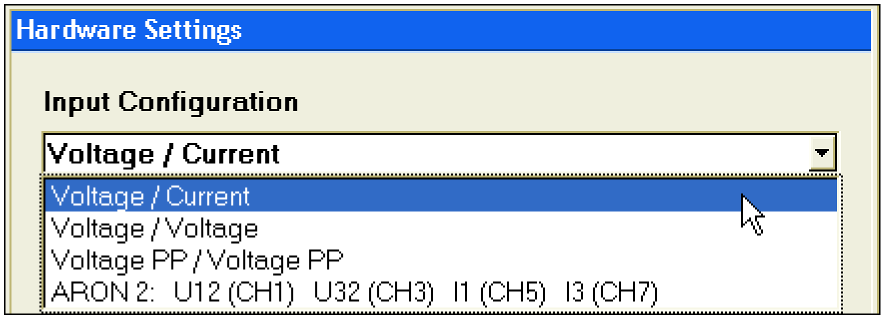


c1wattm1.eps

图 3-1.电路图：单相测量

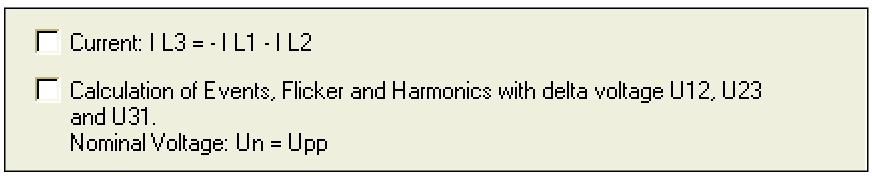
相关 PC 软件设置：

单相 2 线式网络连接：



messsystem1 u-i.bmp

和



messsystem1 u-i-1.bmp

用于相间电压的选项*"用 U12, U23 和 U31 计算事件、Flicker 和谐波 (Calculation of Events, Flicker, and Harmonics with delta voltage U12, U23 and U31)"*在此处并不涉及。

注意

所有 8 个频道均已测量。请记住，应依据 EN 50160 标准评估电源质量。

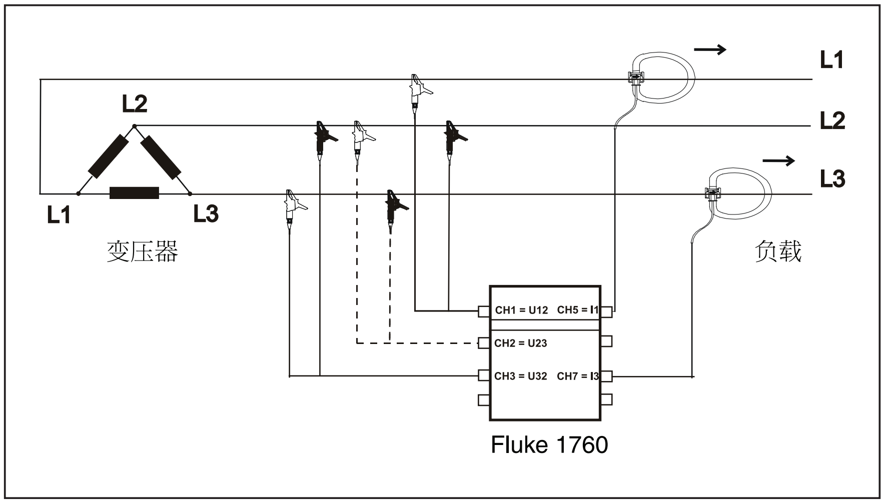
为避免错误触发，请在 "硬件设置 (Hardware Settings)"配置面板中切换未连接到 "关闭 (OFF)"的频道。

带两个电流传感器（ARON2 方法）的 3 线式网络

相位 *L1* 和 *L3* 上带电流传感器的传统两瓦特计法。

设备计算 *IL2 = -IL1 – IL3*。测量两种相间电压 (U12 U32)。计算第三种相间电压 (U23)。记录器计算虚拟相电压后，将此三角形系统转换为虚拟星形系统。然后使用虚拟星形系统计算所有三相功率值和总功率。此方法仅当 *I1 + I2 + I3 =0* 时适用，即，无中性导线的情况。

图 3-2 为 3 线式网络 (Aron 2) 的电路图。



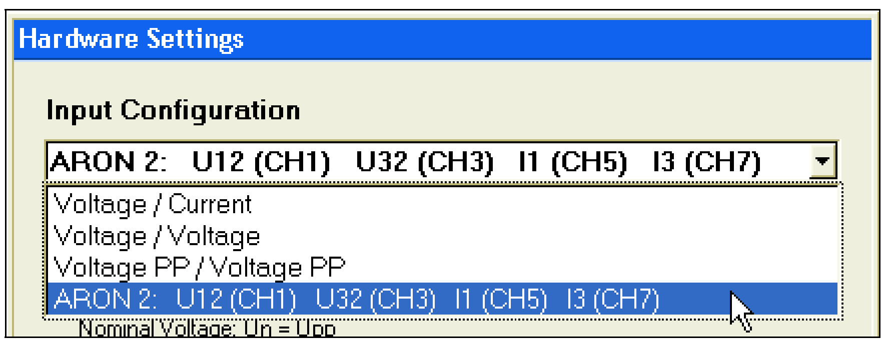
c2wattm1-aron2.eps

图 3-2.电路图：**3** 线式网络 **(Aron 2)**

注意

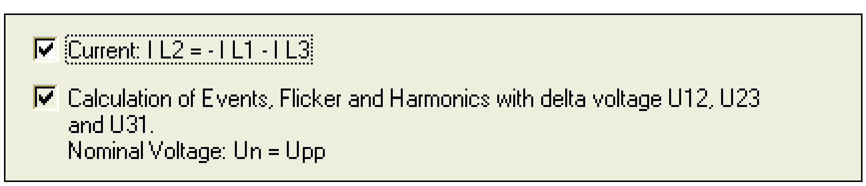
位于频道 CH2 用虚线表示的电压传感器仅在瞬变测量时使用；对于电流、电压功率测量，CH2 位置无需传感器。

相关设备软件设置：



messsystem5 aron2.bmp

选中所需选项。



messsystem5 aron2-1.bmp

如果已选中选项 *IL2 = -IL1 - IL3*，将计算电流 IL2。如果未选中此选项，则将通过位于相位 L2（设备频道 *IL2*。*CH6*).

注意

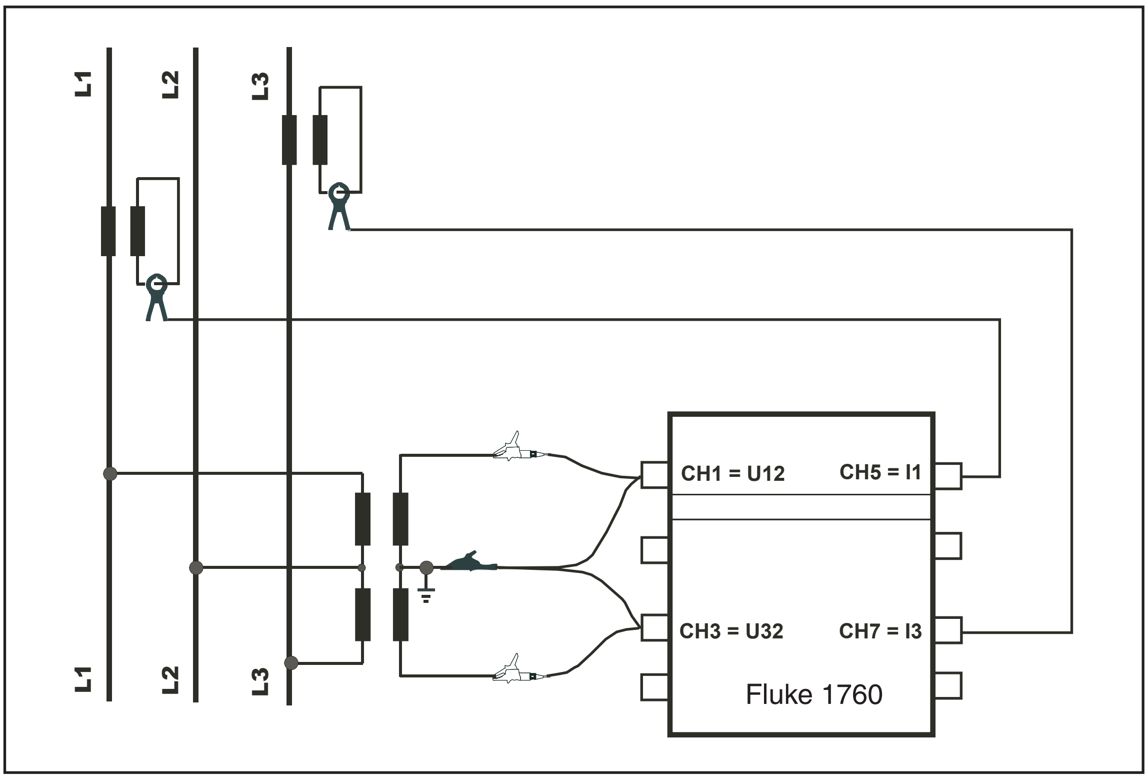
在“额定极限值 (Nominal-Limit values)”对话框中，必须输入额定电压作为相间电压（即，在 2CH6）上的传感器测量电流 P-N- 系统中输入 400 V）。

带两个电流传感器的 3 线式网络（ARON2 方法、开式三角形接法）

相位 L1 和 L3 上带电流传感器的传统双瓦特计法在带有内置电流和电压转换器的中压电网中经常使用。

该设备将计算 *IL2 = -IL1 - IL3*。测量两种相间电压 (U12, U32)。计算第三种相间电压 (U23)。记录器计算虚拟相电压后，将此三角形系统转换为虚拟星形系统。然后使用虚拟星形系统计算所有三相功率值和总功率。此方法仅当 *I1+I2+I3 = 0* 时适用，即，无中性导线的情况。

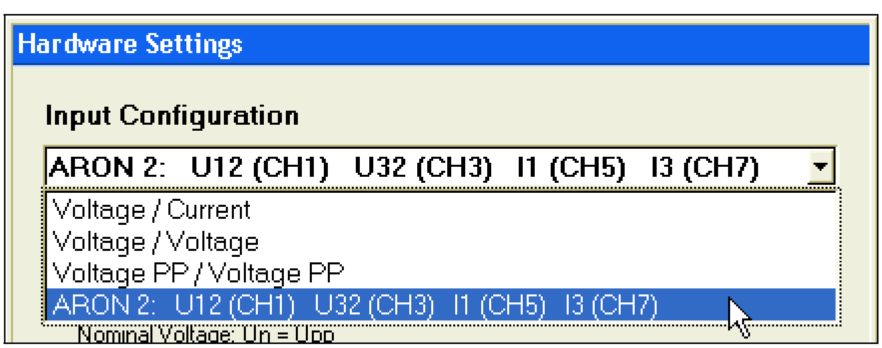
图 3-3 显示了带 2 个电流传感器的 3 线式网络电路图（Aron 方法），开三角形方法。



v-schaltung-3.eps

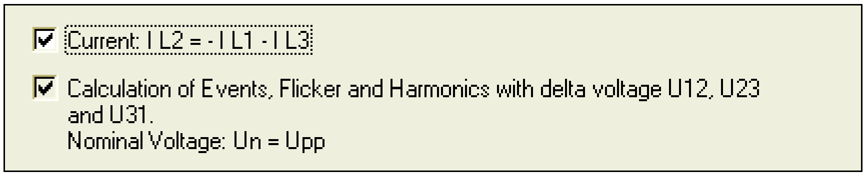
图 **3-3.**电路图：**Aron 2** 方法**/**开三角形方法

相关 **PC** 软件设置：



messsystem5 aron2.bmp

选中所需选项。



messsystem5 aron2-1.bmp

如果已选中选项 *IL2 = -IL1 - IL3*，将计算电流 IL2。如果未选中此选项，则将通过连接到相位 L2（设备频道 CH6）的传感器测量电流 IL2。

选项*"用 U12, U23 和 U31 计算事件*、*Flicker 和谐波 (Calculation of Events, Flicker, and Harmonics with delta voltage U12, U23 and U31)"*将自动启用，不能禁用。

注意

在 "额定极限值 (Nominal-Limit values)"对话框中，必须输入额定电压作为相间电压（即，在 230 V P-N- 系统中输入 400 V）。

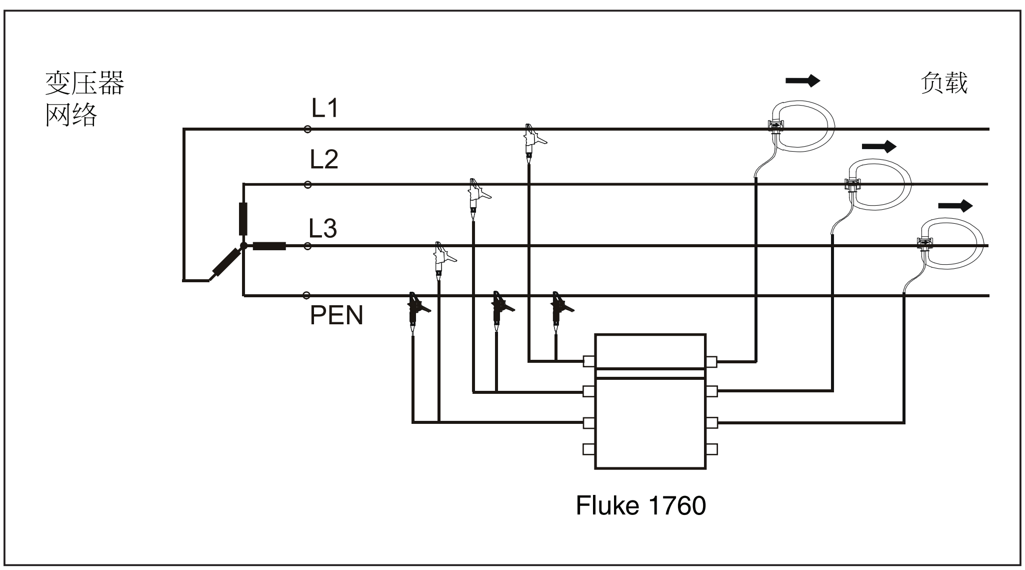
在 "硬件设置 (Hardware Settings)"对话框中为电流和电压转换器输入合适的变压系数。

由于一些传统的电流转换器额定输出电流分别为 1 A 或 5 A 直流电，因此我们建议使用电流探针而非柔性电流传感器，因为前者在低电流时能够提供更好的清析度和线性度。

4 线式网络：3 瓦特计法

这是带 3 个电压传感器和 3 个电流传感器的三相网络的标准测量配置。

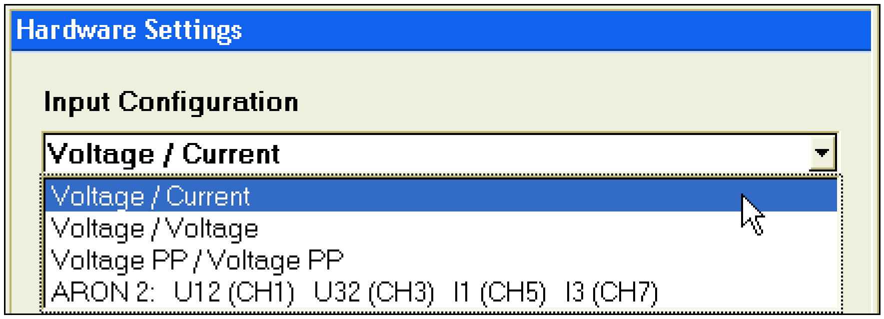
图 3-4 为 4 线式网络（星形连接）电路图。



c3wattm1.eps

图 **3-4.**电路图：**4** 线式网络（星形连接）

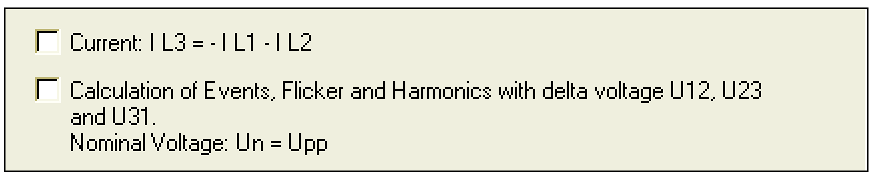
相关 **PC** 软件设置：



messsystem1 u-i.bmp

您可以根据需要选择决定相间电压的事件、闪变和谐波。

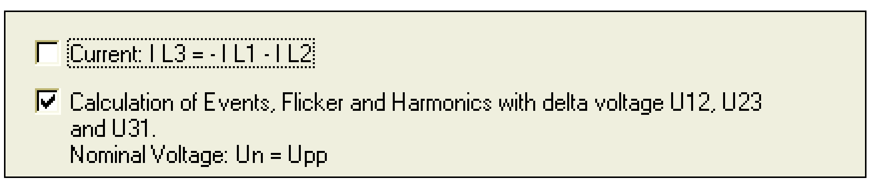
选中所需选项。



messsystem1 u-i-1.bmp

注意

如果选中此选项（计算），则必须在“设置 (Settings) - 额定/极限值 (Nominal/Limit values)”中输入相间电压作为额定电压 V_N（例如，在 230 V P-N 网络中输入 400 V）。

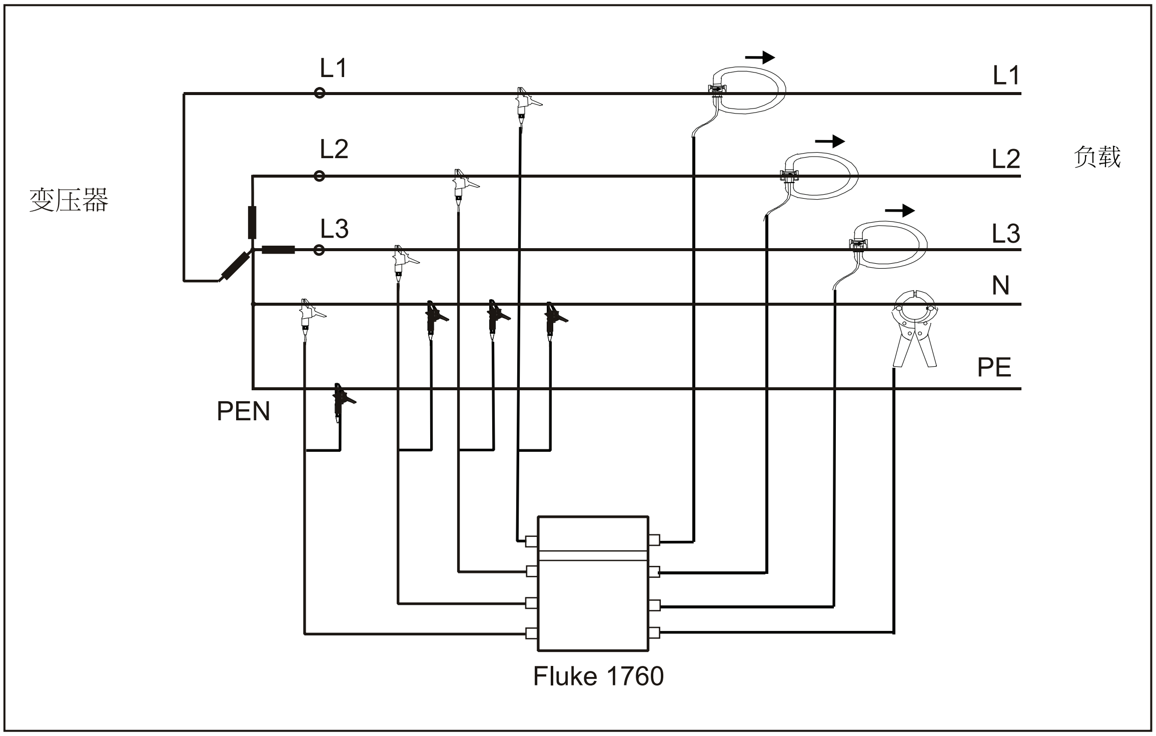


messsystem1 u-i-2.bmp

4 线式网络：带 N 导线电压和 N 导线电流的三瓦特计法

这是带 4 个电压和 4 个电流传感器的三相网络的标准测量配置。

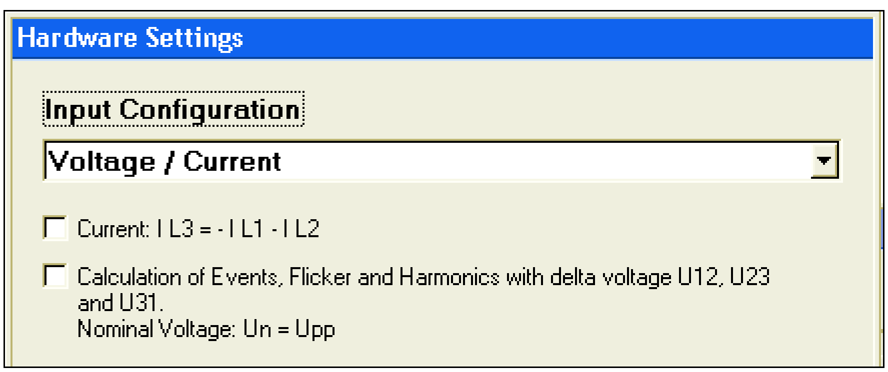
图 3-5 为带 N 导线电压和 N 导线电流的 4 线式网络电路图（3 瓦特计法）。



c3wattm2.eps

图 3-5.电路图：**4** 线式

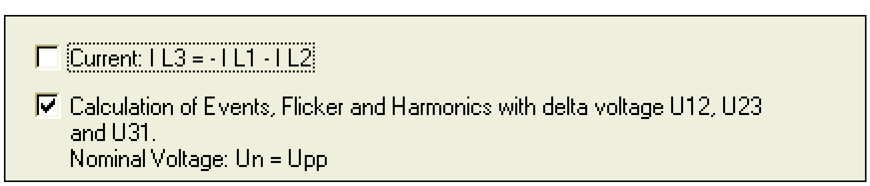
相关 **PC** 软件设置：



messsystem1 u-i-0.bmp

您可以根据需要选择决定相间电压的事件、闪变和谐波。

选中所需选项。



messsystem1 u-i-2.bmp

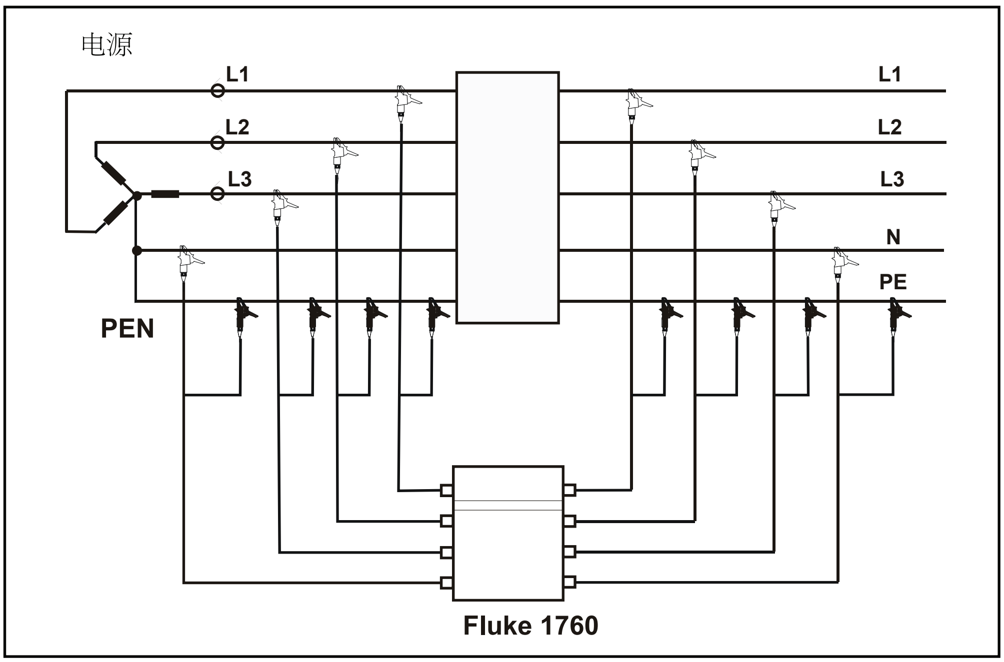
注意

如果选中此选项（计算），则必须在 “设置 (Settings) - 额定/极限值 (Nominal/Limit values)”中输入相间电压作为额定电压 V_N（例如，在 230 V P-N 网络中输入 400 V）。

两种星形连接电压系统

使用此方法，您可以在两种星形连接三相系统中决定两个相位电压及各自的 N 导线电压。

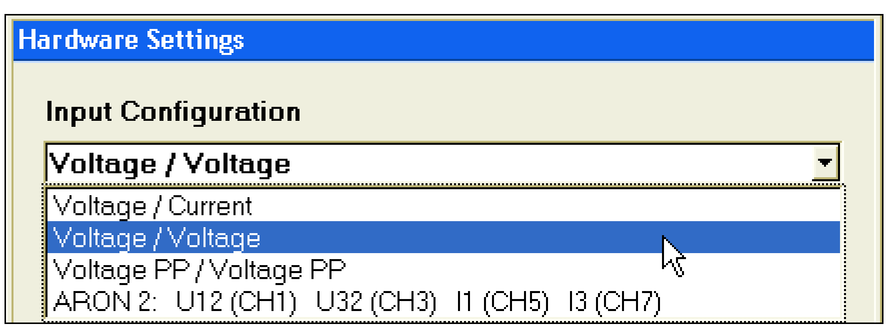
图 3-6 显示了 2 电压中性系统的电路图。



cSystem-U-U-Stern.eps

图 3-6.电路图：**2** 电压中性系统

相关 **PC** 软件设置：



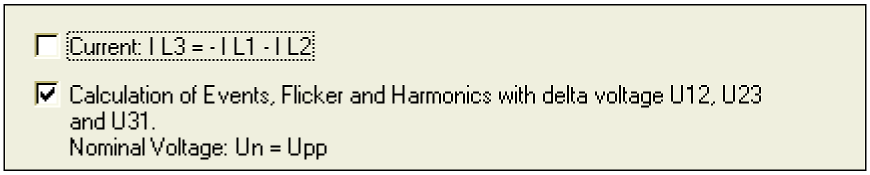
messsystem2.bmp

注意

可根据 EN50160 分别对系统 1 和系统 2 的相电压进行电源质量评估；预设极限值同时适用于这两个评估。

您可以根据需要选择决定相间电压的事件、闪变和谐波。

选中所需选项。



messsystem1 u-i-2.bmp

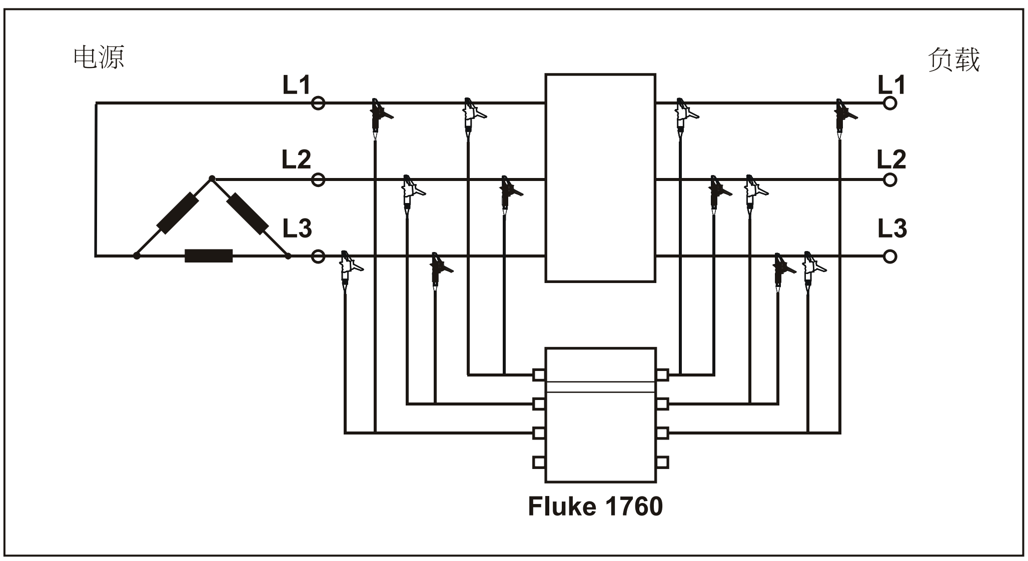
注意

如果选中此选项（计算），则必须在“设置 (Settings) - 额定/极限值 (Nominal/Limit values)”中输入相间电压作为额定电压 V_N（例如，在 230 V P-N 网络中输入 400 V）。

三角形配置中的 2 个电压系统

此方法用于在两种已配置三角形连接的三相系统中测量 3 个相间电压。频道 CH4 和 CH8 可用于其他参数。

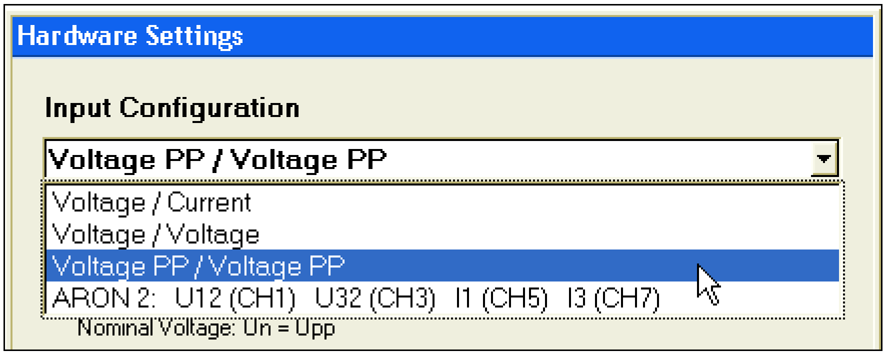
图 3-7 为三角形连接中的 2 电压系统电路图。



csystem u-u dreieck.eps

图 3-7.电路图：三角形连接中的 **2** 电压系统

相关 **PC** 软件设置：



messsystem4.bmp

注意

可根据 EN50160 分别对系统 1 和系统 2 的相间电压进行电源质量评估；预设极限值同时适用于这两个评估。

我们需要在“设置 (Settings) - 额定/极限值 (Nominal/Limit Values)”中输入相间电压作为额定电压 V_N（例如，在 230 V P-N 网络中输入 400 V）。

测量/公式方法

参数累积

信号采样

设备样本测量信号额定频率是 10.24 kHz，额定功率频率分别是 50 Hz 和 60 Hz。

采样频率在参考频道 CH1 上与功率频率同步，信号等级必须达到输入范围的 10%。所需的 PLL（锁相环路）在设备固件中实现。

同步范围遵守以下 IEC 61000-4-30 A 类的要求：

- 50 Hz 系统范围：50 Hz ±15 % (42.5 Hz - 57.5 Hz)
- 60 Hz 系统范围：60 Hz ±15 % (51 Hz - 69 Hz)
- 分辩率：16 ppm

累积

测量值的时间累积 10:15:15 AM 是根据·IEC 61000-4-30 A 类第 4.5 部分计算得出的，基于 10/12 周期值（50 Hz 额定频率为 10 个周期，60 Hz 额定频率为 12 个周期）。

以下时间累积可用：

- 半周、全周每半周更新，200 ms（精确：10/12 周值），3 s（精确：150/180 个周期），10 分钟、2 小时、自由间隔（≥ 10 秒）
- 半周期和全周期值是基于激波的过零点
- 10/12 周期值是从同步到电源频率的 2.048 个样本累计得出的
- 3 秒（150/180 个周期）间隔源自 15 个连续 10/12 周间隔
- 10 分钟和自由间隔值基于同步的 10/12 周期值

- 2 小时间隔由 12 个十分钟间隔累计而来
- 10 分钟值被同步到绝对时间（例如，通过 GPS 时间同步选项）

电源频率

对于 10 秒的频率值，样本数据由第 2 个顺序 IIR 过滤器过滤（对于 50 Hz 的额定频率，3 dB 截止频率为 50 Hz，60 Hz 额定频率为 60 Hz）。基于 10 秒间隔内全部周期的已过滤信号（取自内部实时时钟）通过侦测过零点计数。频率是使用全部周期数除以全部周期数的持续时间计算得出。时间间隔由时间戳计算出来，时间戳是由硬件根据全部周期内第一个和最后一个样本生成的。对于与 10 ms 和 20 ms（半/全周期）rms 值相关的频率测量使用一种特殊的计算方法。已测量频率即是 PLL 的同步频率，每隔 200 ms 刷新一次（基于 FFT 评估）。

电压、电流 rms 值，最小/最大值

半周期 rms 已与基波分量的过零点同步。基波分量过零点经 200 ms FFT 计算得来。半周 rms 为真实半周 rms 和/或全周 rms，每半周更新一次。

极限值（最小值，最大值）来自每半周期更新的半周期 rms 值或全周期 rms 值（不论 PQ Analyze 中“额定和极限值”设置面板中的配置如何）。

间隔值为各个时间间隔的平均平方。

FFT – 快速傅里叶变换

FFT 是使用一个算法计算得出的，该算法使用了 2.048 点对实际输入和复杂输出进行了优化。只要 PLL 控制采样频率已锁定，将不会应用任何窗口功能。如果无法建立锁定，将使用一个汉宁窗。FFT 的计算间隔超过 200 ms，因此产生了一个 1024 5 Hz 引脚的频谱（DC 至 5115 Hz）。

功率参数计算

使用了两种不同的功率参数计算集。一种用于 200ms 及更长累积，另一种用于半周期和全周期累积。

200 ms 及更长累积

有效功率

有效功率 P 由电压和电流的 FFT 计算结果得出。

$$P = \sum_{i=0}^{1023} U_i \cdot I_i \cdot \cos\varphi_i$$

其中

U_i 电压引脚的 rms 值，频率为 $5 \cdot i$ Hz

I_i 电流引脚的 rms 值，频率为 $5 \cdot i$ Hz

φ_i 频率 $5 \cdot i$ Hz 的电压和电流间相角差

3 相有效功率和计算为

$$P_{sum} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$$

视在功率

视在功率 S 通过将给定累积的电压和电流的 rms 值相乘计算得来。

$$S = U \cdot I$$

3 相视在功率和计算为

$$S_{sum} = S_{L1} + S_{L2} + S_{L3}$$

无功功率

谐波无功功率 Q_h 也由电压和电流的 FFT 计算结果得出。Q_h 中的下标 h 表示计算的无效功率分量来自于谐波 (FFT) 计算。

$$Q_h = \sum_{i=0}^{1023} U_i \cdot I_i \cdot \sin\varphi_i$$

因为计算的每个频率分量都有一个正负号，Q_h 同样有正负标记。所有其他无功功率分量根据定义均未标正负（总为正值）。

3 相谐波无功功率和计算为

$$Q_{h\,sum} = Q_{h\,L1} + Q_{h\,L2} + Q_{h\,L3}$$

总无功功率 Q_{tot} 由以下公式计算得出

$$Q_{tot} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

3 相总无功功率和计算为

$$Q_{tot\,sum} = Q_{tot\,L1} + Q_{tot\,L2} + Q_{tot\,L3}$$

剩余的无效功率分量 Q_d（d 表示失真）含有剩余的无效功率现象（主要是失真无效功率和调节无效功率，前者来自于带高非正弦电流波形的功率转换器等，后者来自于脉动负载）。

$$Q_d = \sqrt{Q_{tot}^2 - Q_h^2}$$

3 相失真无功功率和计算为

$$Q_{d\,sum} = Q_{d\,L1} + Q_{d\,L2} + Q_{d\,L3}$$

请注意，Q_d 计算中的二次项是指

$$Q_{d\,sum} \neq \sqrt{Q_{tot\,sum}^2 - Q_{h\,sum}^2}$$

功率因数

对于功率因数，用户可以通过 PQ Analyze 中的 “选项 (Options)”>“功率因数 (Power Factor)”从两个公式中选择其一。

公式 1：符号来自于无功谐波功率，因此指示了负载的电感或电容特性。

$$PF = \frac{|P|}{S} \cdot \frac{Q_h}{|Q_h|}$$

公式 2：符号来自于有效功率，因此指示了功率流方向（负载的发动机/发电机特性）。

$$PF = \frac{P}{S}$$

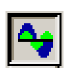
3 相功率因数和计算为

$$PF_{sum} = \frac{|P_{sum}|}{S_{sum}} \cdot \frac{Q_{h\ sum}}{|Q_{h\ sum}|} \quad \text{或} \quad PF_{sum} = \frac{P_{sum}}{S_{sum}}$$

位移功率因数 cos Φ

cos φ 通常指基波分量的功率因数。每个谐波频率分量都普遍有一个 cos φ。

在 PQ Analyze 的主分析窗口中选择谐波分析时，可以显示所有谐波的 cos φ，包括基波。

谐波分析参数组： 

用于计算 cos φ 的公式是：

$$\cos\varphi_i = \cos\left(\arctan\left(\frac{Q_i}{|P_i|}\right)\right)$$

其中

P_i 谐波次数 i 的有效功率

Q_i 谐波次数 i 的无功功率

由于历史原因，cos φ 参数也包括在 V-I-P 参数组中： 

计算公式：

$$\cos\varphi = \cos\left(\arctan\left(\frac{Q_h}{|P|}\right)\right)$$

其中

P 有效功率

Q_h 谐波无功功率

注意

如果要显示基波分量的位移功率因数，请选择谐波分析参数组，然后在可用参数的下拉列表中选择基波分量。

半周期和全周期累积

有效功率

有效功率 P 通过时域中样本的电压和电流直接相乘计算得来。

$$P = \frac{\sum_{i=1}^{n} u(i) \cdot i(i)}{n}$$

其中

$u(i)$ 周期或半周期的第 i 个电压样本

$i(i)$ 周期或半周期的第 i 个电流样本

n 每个周期或半个周期样本数

注意

每周或半周无整数个样本（50 Hz 与 60 Hz 系统均无）。50 Hz 周包含 204.8 个样本，60 Hz 周有 170.67 个样本。因此计算使用样本差值。

3 相有效功率和计算为

$$P_{sum} = P_{L1} + P_{L2} + P_{L3}$$

视在功率

视在功率 S 通过将给定累积的电压和电流的 rms 值相乘计算得来。

$$S = U \cdot I$$

3 相视在功率和计算为

$$S_{sum} = S_{L1} + S_{L2} + S_{L3}$$

无功功率

无功功率 Q_{tot} 计算的计算公式为

$$Q_{tot} = \sqrt{S^2 - P^2}$$

Q_{tot} 总是有一个正号。

3 相总无功功率和计算为

$$Q_{tot\ sum} = Q_{tot\ L1} + Q_{tot\ L2} + Q_{tot\ L3}$$

注意

无功功率分量 Q_h 和 Q_d 未对这些累积作计算。

功率因数

功率因数计算如下

$$PF = \frac{P}{S}$$

功率因数符号指示了功率流方向（负载的发动机/发电机特性）。

事件和闪变

电压事件依照 EN 50160 或 IEC 61000-4-30

电压事件的检测基于半周 rms 值（依据 EN 50160），或基于每半周更新的全周 rms 值（依据 IEC 61000-4-30）。默认将会监视中性相电压。如果选项*"用 U12, U23 和 U31 计算事件、Flicker 和谐波 (Events, Flicker, and Harmonics of U12....)"*在 PQ Analyze 中的 "硬件设置 (Hardware Settings)"对话框中已启用，将记录相间电压 U12、U23、U31 的电压事件。

闪变

闪变是根据 IEC 61000-4-15:2003-02 版本 1.1 标准进行测量。默认闪变基于相电压进行计算。对于 50 Hz 或 60 Hz 的供电系统，将应用相应的过滤器系数。分类器包含 1130 个对数类。

如果选项*"用 U12, U23 和 U31 计算事件、Flicker 和谐波 (Events, Flicker, and Harmonics of U12....)"*在设备设置中已启用，将记录相间电压 U12、U23、U31 的闪变。

谐波和间谐波参数

电压和电流谐波和间谐波

电压和电流谐波计算基于平均间隔 10/12 周 (200ms)。此间隔准确含有 2048 个样本值。根据这些样本值计算 1024 个 FFT 引脚 (5Hz)。

然后使用一个无缝谐波分组评估计算谐波。

间谐波使用以间谐波为中心的无缝分组评估进行计算。

谐波和间谐波计算依据 IEC 61000-4-7:2002 5.6 部分的标准（无平滑）。

THD -（总谐波失真）

该计算使用以下公式：分别是电压或电流。

$$THD = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} V_n^2}{V_1}}$$

n：谐波次序。

V_1：基波电压的 rms 值。

Vn：次序·n·的谐波电压的·rms·值。

$$THD = \sqrt{\frac{\sum_{n=2}^{40} I_n^2}{I_1}}$$

n：谐波次序。

I_1：当前基波的 rms 值。

In：次序 n 的当前谐波的 rms 值。

TID

TID 是此信号的完整间谐波内容。其计算依照 EN 61000-4-7:1993，从所有的间谐波谱引脚（绝对值）至谐波次序 40。

THD ind

THD ind 根据 EN61000-4-7:1993 标准中的公式计算得来。此公式已不再是 EN 61000-4-7 实际版本的一部分，但在带电感负载的网络中，仍具应用重要性。

$$THD_{ind} = \frac{1}{V_1}\sqrt{\sum_{n=2}^{40} \frac{V_n^2}{n}}$$

n：谐波次序。

V_1：基波电压的 rms 值。

Vn：次序·n·的谐波电压的·rms·值。

THD 帽

THD 帽根据 EN61000-4-7:1993 标准中的公式计算得来。此公式虽然已经不是最新版 EN 61000-4-7 的一部分，但对于无功补偿设备，仍具应用重要性。

$$THD_{cap} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{40} n^2 * V_n^2}}{V_1}$$

n：谐波次序。

V_1：基波电压的 rms 值。

Vn：次序·n·的谐波电压的·rms·值。

K-因数和因数 K

这两个参数用于评估变压器损失。

当非线性负载连接到电源时，将会产生谐波电流。谐波电流造成的问题包括电缆过热（尤其是中性导线）、感应电机过热和震动，以及变压器损失。在安装功率因数电容器的地方，谐波电流会损坏这些电容器，请务必采取措施避免与电源电感产生共振。

变压器损失是由内核的杂散电磁损失和线圈的涡电流和电阻损失共同造成的。当有谐波电流时，涡电流损失是这些损失中最严重的，因为它们会以频率的平方来增加。

在选择变压器时有两种不同的方法来计算此增加的涡电流损失。第一个方法由变压器制造商和美国保险商实验所共同制定，即是计算涡电流损失的因数增加值并指定一个对应的变压器，此方法称为“K-因数”。第二个方法适用于欧洲，即评估标准变压器的损失值，因为谐波负载的总损失值不会超过基本的设计损失值；此方法称为“因数 K”。每个方法产生的数字是不同的，“因数 K”是一个总的评估因数，而“K-因数”是一个乘数（虽然可从其得出损失因数）。两种方法都使用了一个 K 来命名，这样在与供应商商讨时容易产生误解。

K-因数公式：

$$K = \frac{P_t}{P_f} = \sum_{h=1}^{h=50} I_h^2 h^2$$

其中

P_t　表示总涡电流损失

P_f 基本频率的涡电流损失

I_h 级次 h 的相对谐波电流分量（相对于基本值）

h　谐波次序

因数 K 公式：

$$K = \sqrt{1 + \frac{e}{1+e}\left(\frac{I_1}{I}\right)^2 \sum_{n=1,n+2}^{n=50} \left(n^q \left(\frac{I_n}{I_1}\right)^2\right)}$$

其中

e　基本频率的涡电流损失除以由于直流电等于正弦电流的 RMS 值所造成的损失值（由用户输入的常数 - 见下面的对话框）

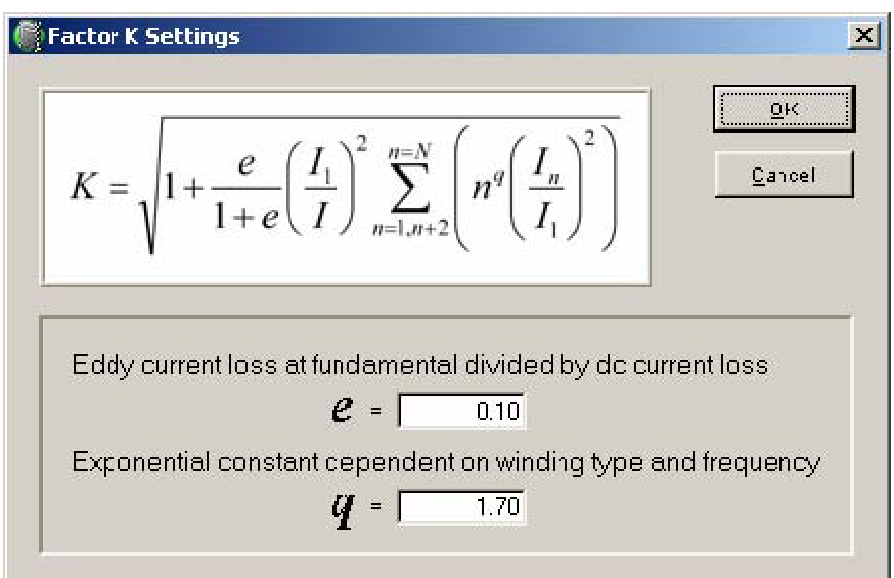
q　指数常数，取决于线圈的类型和频率。对于两个线圈的横截面导体为圆形和矩形的变压器来说，常见值为 1.7，对于低压箔线圈的变压器来说，常见值为 1.5（由用户输入 - 见下面的对话框）

I 包含所有谐波的正弦电流的 rms 值

I_n 级次 n 的谐波电流量

I_1 基波电流分量

h　谐波次序



3_1.bmp

PQ Analyze 同时支持这两个公式，用户可选择要使用的公式。

仅可通过*“测量 (Measurement)”*菜单使用 K-因数（美国）和因数 K（欧盟）。

信号电压

脉动控制信号

本地实用工具的波纹控制信号频率可在 PQ Analyze 软件的触发设置对话框中定义。这些信号由 FFT 结果计算得来。与信号发送电压相关的 FFT 引脚由评估的信号发送频率和标称功率频率（由 PQ Analyze 软件中的 50 Hz 或 60 Hz 设置得出）计算得来，每 10/12 周间隔使用 2.048 个样本，样本率为 10.24 kHz。如果信号发送电压在 FFT 引脚频率的 1 % 范围内（指引脚间距），则只会使用此引脚。否则，将添加四个相邻 FFT 引脚的 rms 值，以提供信号发送频率的 rms 值。提供有 200 ms 和 3 s 累计值。

不平衡、过偏差、下偏差

不平衡

根据 IEC 61000-4-30 A 级第 5.7.1.部分，不平衡（失衡）基于电压基波的 10/12 周值从对称分量得出。对称分量的计算如下：

$$V_Z = \frac{1}{3}\sqrt{\left(V_1 + V_2 * \cos\varphi_{12} + V_3 * \cos\varphi_{13}\right)^2 + \left(V_2 * \sin\varphi_{12} + V_3 * \sin\varphi_{13}\right)^2}$$

$$V_P = \frac{1}{3}\sqrt{V_1 + V_2 * \cos\left(\varphi_{12} + 120^\circ\right) + V_3 * \cos\left(\varphi_{13} + 240^\circ\right)^2 + V_2 * \sin\left(\varphi_{12} + 120^\circ\right) + V_3 * \sin\left(\varphi_{13} + 240^\circ\right)^2}$$

$$V_N = \frac{1}{3}\sqrt{V_1 + V_2 * \cos\left(\varphi_{12} + 240^\circ\right) + V_2 * \cos\left(\varphi_{13} + 120^\circ\right)^2 + V_2 * \sin\left(\varphi_{12} + 240^\circ\right) + V_3 * \sin\left(\varphi_{13} + 120^\circ\right)^2}$$

V_Z, V_P, V_N	零、正和负系统的 rms 值
V_1, V_2, V_3	相电压基频的 rms 值
φ_{12}, φ_{13}	相 1 与 2 和相 1 与 3 的相角度（标值：-120° 和 -240°）

依据 IEC 61000-4-30 的不平衡计算：

$$V_2 = \frac{V_N}{V_P} * 100\%$$

$$V_0 = \frac{V_Z}{V_P} * 100\%$$

V_Z：零系统

V_P：正系统

V_N：负系统

V_0, V_2 计算使用以上公式，对于 V_Z、V_P、V_N 或 3-线系统，则使用以下含相相电压的公式（结果相同）：

$$V_2 = \sqrt{\frac{1-\sqrt{3-6\beta}}{1+\sqrt{3-6\beta}}} * 100\%$$

$$\beta = \frac{V_{12,k1}^4 + V_{23,k1}^4 + V_{31,k1}^4}{\left(V_{12,k1}^2 + V_{23,k1}^2 + V_{31,k1}^2\right)^2}$$

注意

对于 3-线网络，零系统分流 V_z 每定义是 0。

电压值为相对时间的平均平方，之后将计算时间间隔的不平衡。

有关详细信息，请参阅表 3-2。

电流不平衡

除了用于电压测量（零系统、正系统、负系统）的系统分流参数外，还存在特殊的电流不平衡计算。

在一些应用程序中，当要检查供电系统的电流负载是否平均分配到了三个相中时，会更喜欢使用这个简单的电流不平衡计算。

计算：

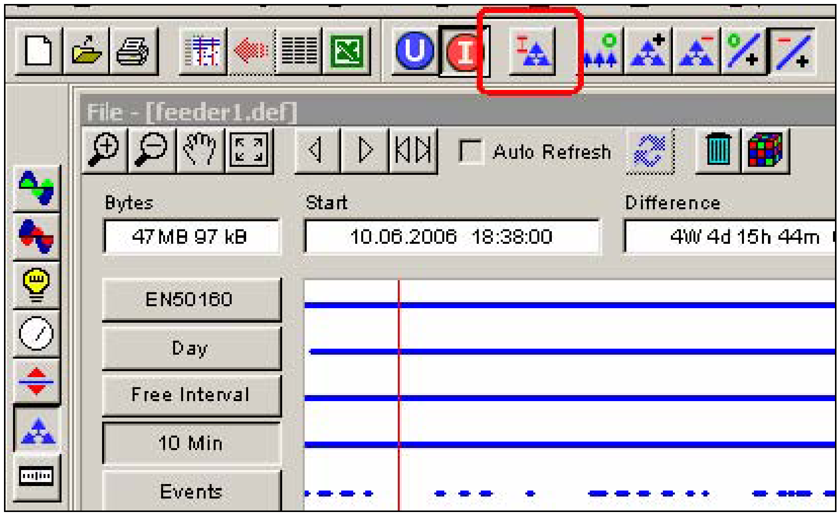
计算平均电流 $I_{avg} = (I_1 + I_2 + I_3)/3$

从此平均电流中找出最大偏差值。

$\max(|I_1 - I_{avg}|,|I_2 - I_{avg}|,|I_3 - I_{avg}|)$ 中的最大值

电流不平衡为 $100 * \max(|I_1 - I_{avg}|,|I_2 - I_{avg}|,|I_3 - I_{avg}|) / I_{avg}$

目的是拥有一个简单的指示器，仅基于 RMS 值来检测 3 相电系统中的不平衡电流负载。此计算与相角度没有关系。



3_2.bmp

过偏差和下偏差

过偏差和下偏差参数指示了给定累计中的信号是否高于或低于标定电压。

根据 IEC 61000-4-30，此公式为：

下偏差

$$U_{under} = 0 \text{ 如果 } U_{r.m.s.} > U_{nom}$$

否则

$$U_{under} = \left(\frac{U_{nom} - U_{r.m.s.}}{U_{nom}} \right) \cdot 100\%$$

过偏差：

$$U_{over} = 0 \text{ 如果 } U_{r.m.s.} < U_{nom}$$

否则

$$U_{over} = \left(\frac{U_{r.m.s.} - U_{nom}}{U_{nom}} \right) \cdot 100\%$$

这些参数提供了评估电压稳定性的附加信息。

表 **3–2.**参数累计表

		RMS 半/全周期, 200ms, 3s	天	空闲间隔 10 秒,20 秒,30 秒 1 分钟叠加 最大：1440 分钟(1d)	10 分钟	谐波 200 毫秒,3 秒	脉动控制 200 毫秒,3 秒	瞬变 100kHz..10MHz	示波器 10,24kHz
ADC 数据	采样数据							V I	V I
对称性参数	简单的不平衡		I	I	I	I			
	不平衡		V I	V I	V I	V I			
能量参数	视在电能 Ws	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)				
	无功电能 Wq	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)				
	有效电能 W	(P)	(P)	(P)	(P)				
谐波参数	间谐波 0 .. 50			V I Vn In	V I Vn In	V I Vn In			
	电源谐波反应 0 ..50		P	P	P	P			
	电源谐波实时 0 ..50		P	P	P	P			
	rms 谐波,最大 0 ..50		V I Vn In	V I Vn In	V I Vn In	V I Vn In			
	rms 谐波 0 .. 50		V I Vn In	V I Vn In	V I Vn In	V I Vn In			
	因子 K			I	I				
	k 因子			I	I				
	TDD			I	I				
	TID,最大		V I	V I	V I	V I			
	TID		V I	V I	V I	V I			
	THD,cap,最大		V I	V I	V I	V I			
	THD,cap		V I	V I	V I	V I			
	THD,ind,最大		V I	V I	V I	V I			
	THD,ind		V I	V I	V I	V I			
	THD,最大		V I	V I	V I	V I			
	THD		V I	V I	V I	V I			
闪变参数	瞬时闪变	V							
	Plt		V		(V)				
	Pst			V	V				
功率参数	cos,phi		(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)	(P)			
	cosphi	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)				
	PF	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)		(P)		
	S,最小	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)				
	S,最大	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)	(P) (P)				
	S	(P)	(P)	(P)	(P)				
	Q,最小	P	P	P	P				
	Q,最大	P	P	P	P				
	Q	P	P	P	P				
	P,最小	P	P	P	P				
	P,最大	P	P	P	P				
	P	P	P	P	P		P		
均方根参数	向下偏移	V Vp		V Vp	V Vp				
	向上偏移	V Vp		V Vp	V Vp				
	rms,最小		V Vn I In Vp	V Vn I In Vp	V Vn I In Vp				
	rms,最大		V Vn I In Vp	V Vn I In Vp	V Vn I In Vp				
	rms	V Vn I In Vp	V Vn I In Vp	V Vn I In Vp	V Vn I In Vp		V I Vn In		
频率	F,最小		V1	V1	V1				
	F,最大		V1	V1	V1				
	F	V1	V1	V1	V1				

插入 RMS 周期值 10,24kHz = 204,8 采样/周期（50Hz 时）
插入 RMS 周期值 10,24kHz = 176,4 采样/周期（60Hz 时）

符号:

V ... 应用于电压输入
I ... 应用于电流输入
Vn ... 应用于中性线电压（ch4、ch8
In ... 应用于中性线电流（ch8）
P ... 仅应用于电压/电流系统
V1 ... 应用于参考通道（ch1）
Vp ... 应用于相位
( ) ... 在 PC 软件中计算（仪器中不可用）

ctable.eps

第 4 章
维护

标题 页

简介

该仪器本身是免维护的。

电池组维护

注意

我们建议每隔一段时间（不超过 3 个月）定期执行一次强制电池放电，以保持电池容量尽可能实现长时间运行。建议每 2 年更换电池，以确保仪器电量可完成对 UPS 的所有操作。

过程：

1. 将仪器连接到电源。
2. 将电源开关切换到 I 位置。
3. 等待电源指示灯亮起。
4. 断开电源。
5. 等待电源指示灯熄灭。
6. 将电源开关切换到·0·位置。
7. 等待电源指示灯和 UPS 指示灯快速闪烁。
8. 在 3 秒钟之内再次将电源开关切换到 I 位置。

当出现下列情况时电池组将完全放电：

- 电源指示灯熄灭
- UPS 指示灯缓慢闪烁
- 内存级别指示灯显示闪烁灯光，亮起的指示灯的数量表示放电的剩余时间（分钟）（例如，5 个指示灯表示放电将持续大约 5 分钟）
- 随后，仪器自动关闭

注意

若要随时终止强制放电模式，请将仪器连接到电源或将电源开关切换到 0 位置。

清洁

可以使用沾有异丙醇的布清洁设备。

⚠ 小心

请勿使用研磨剂或其他溶剂。

电池组更换

⚠⚠ 警告

- **断开所有传感器与仪器的输入接口的连接。**
- **断开仪器与电源的连接。**
- **请勿对电池组端子短路。**
- **如需更换电池组，只能使用原装备用零部件 (PN 2540406)。**

NiMH *注意*

始终遵守关于回收和废弃物处置的适用法定条例。

过程：

1. 找到仪器背面的电池盒。
2. 使用螺丝刀（米字头）拧下仪器盖的螺钉。
3. 解开并拔下电缆接头。
4. 使用附加条带，用原装备用零部件 (PN 2540406) 替换电池组。
5. 将电缆接入仪器的插头。

注意

请注意插头的极性和锁定机制。

停用和处置

关机

1. 确保连接到测量电路的所有设备均断开与测量电路的连接。
2. 关闭 Power Quality Recorder。
3. 拔下电源插座上的插头。
4. 断开所有已连接的设备。
5. 确保设备安全，避免意外启动。
6. 确保操作手册放在设备附近。

回收和处置

注意

始终遵守关于回收和废弃物处置的适用法定条例。请勿按照国内生活垃圾处理方式对该仪器进行处置。

包装:	包装完全由可回收材料构成。 有关您所在国家/地区的任何包装处理许可，请与您的经销商或零售商联系。
外壳:	外壳由绝缘塑胶材料制成。
重量，体积:	仪器约重 4.900 g (10.8 lbs)，体积约为 4.700 cm^3（287 立方英寸）。

质保期

仪器质保期为 2 年，指定的不确定度测量的时限为自购买之日起 1 年。

该质保期不适用于电池。

质保期仅对提供相应发票或付款收据的仪器有效。

由于使用不当、超载或在允许的环境条件范围以外的条件下进行操作造成的损失，质保期不适用。

质保期只涵盖指定的公差范围内的技术数据。尚未指定公差的值或限值仅供参考之用。

重新校准

如果仪器在整个工作温度范围以外操作，Fluke 建议每年重新校准设备。在 +15°C 到 +35°C 之间操作，校准期限可以延长至 2 年。对于电压精度 0.5 ％ 和电流精度 1％，建议校准期限为 5 年。

该设备可由 Fluke 服务部门或任何其他校准专家进行校准。

第 5 章
技术规格

标题 页

通用技术规格

固有不确定度	参阅参考条件并保证一年
质量体系	根据 ISO 9001: 2000 开发、制造
环境条件 操作温度范围 工作温度范围 存储温度范围 参考温度 气候等级 最大对地电压/过电压类别	 0°C... +50°C；32 °F... +122 °F -20°C... +50°C；-4°F... +122°F -20°C... +60°C；-4°F... 140°F 23°C±2 K；74°F±2 K B2 (IEC 654-1)，-20°C... +50°C；-4°F +122°F 海拔高度：2000 米：最大值 600 V CAT IV* 基本单元和电源供应：300 V CAT III 海拔高度：5000 米：最大值 600 V CAT III* 基本单元和电源供应：300 V CAT II * 取决于连接的传感器
参考条件	环境温度：23°C±2 K < 60 % rH；74°F±2 K < 60 % 相对湿度 电功率：50 Hz / 60 Hz 信号：标明的标称输入电压 Udin 平均值：间隔 10 分钟 预热仪器 > 3 小时 电源：120 V/60 Hz 或 230 V/50 Hz，±10 %
外壳 保护	绝缘、坚固塑料外壳 IP40
电气安全性	EN 61010-1 第二版，基本单元 300 V CAT III 整个测量系统取决于使用的传感器，从 300V CATII 到 600V CATIV (1000V CATIII)
电源	83 到 264 V 交流，35 W，< 70 V A 45 到 65 Hz 直流: 100 到 375 V
环境	污染等级 2，防护等级 I
排放/抗扰度	IEC 61326-1:2006
显示屏 电源指示灯	Fluke 1760 配有指示以下各项状态的 LED 指示灯：8 个通道、相序、电源（电源或蓄电池）、内存使用、时间同步和数据传输。 • 长亮：电源正常供电。 • 熄灭：在电源出现故障时通过内部蓄电池供电。 每个通道的三色指示灯用于表示： • 超负荷状态

通道指示灯	• 尚可但信号电平过低状态 信号电平在额定范围内
数据存储器	2 GB 闪存
内存模式	可选：线性或圆弧
记录模式	连续、无间隙记录
测量系统	4 电压 + 4 电流（三相）+ N 导体或 8 电压
接口	以太 (100 MB/s)，与 Windows® 2000/XP SP3/Vista 兼容，RS 232 以及 USB 2.0
RS 232 的波特率	9600 Baud … 115 kBaud
尺寸（高 x 宽 x 深）	325 mm x 300 m x 65 mm（13 x 12 x 2.6 英寸)
重量（不包括附件）	约 4.9 千克（10.8 镑）
质保期	2 年
校准时间间隔	对于 A 类建议 1 年，其他 2 年
信号调节	技术规格
50 Hz 系统范围	50 Hz ±15 %（42.5 Hz 到 57.5 Hz）
60 Hz 系统范围	60 Hz± 15 %（51 Hz 到 69 Hz）
频率解析度	16 ppm
50 Hz 和 60 Hz 额定功率的采样频率	10.24 kHz，采样率与电源频率同步。
频率测量的不确定度	< 20 ppm
内部时钟的不确定度	< 1 秒/天
测量时间间隔 最小最大值的差值 瞬变	根据 IEC 61000-4-30 Class-A 进行间隔值合计 半个周期 每个通道的采样率 100 kHz 到 10 MHz

谐波范围 固有不确定度 基本合计间隔 200 ms	< VRMS 基础值的 25 %，最大达 THD 的 50 % ≥1 % 额定电压：±5 % 读取 < 1 % 额定电压：±0.05 % 额定电压 根据 IEC 61000-4-7:2002 和修订条款 1:2008, IEC 61000-2-4 Class 3
间谐波范围 固有不确定度 基本合计间隔 200 ms	< VRMS 基础值的 25 %，最大达 THD 的 50 % ≥1 % 额定电压：±5 % 读取 < 1 % 额定电压：±0.05 % 额定电压 根据 IEC 61000-4-7:2002 和修订条款 1:2008
谐波条件和间谐波规格 温度 湿度 电源电压 共模干扰电压 静电放电 辐射电场	 工作温度范围内 10%-60% 相对湿度 83 - 264 V 交流，45 - 65 Hz，100 - 375 V 直流 ≤ 额定电压 IEC 61326-1 / 工业环境 IEC 61326-1 / 工业环境
电压不平衡 – 范围 固有不确定度	0 至 100 % ±0.15 % 绝对偏差
闪变	根据 EN 61000-4-15:2003： 10 分钟 (Pst), 2 小时 (Plt)
所有 PQ 参数均根据 IEC 61000-4-30 Class A, 2008 第 2 版进行评估 根据规定，V_{nom} 的标准表达式为 U_{nom}	

测量输入	
输入数量	用于电压和电流测量的 8 个电流隔离输入。
传感器安全性	最大 600 V CAT IV（取决于传感器）
基本单元安全额定	300 V CAT III
额定电压 (rms)	100 mV
范围（峰值）	280 mV
过载容量 (rms)	1000 V（连续）
电压上升率	最大 15 kV / μs
输入电阻	仪器 1 M Ω，1000 V 传感器 10 MΩ
输入电容	< 50 pF
输入滤波器	每个通道都配有一个无源低通滤波器、抗混滤波器和一个 16 位 A/D 转换器。与通用石英控制时钟脉冲同步对所有通道进行采样。 滤波器可防止电压瞬变，并限制信号的上升率，降低高频分量，特别是噪声电压超过 A/D 转换器采样率的一半 80 分贝的情况，从而在极大振幅范围内实现非常小的测量误差。这在极端操作条件下（如转换器输出端的瞬态电压）也是有效的。

不确定度	**配有 600V/1000V 传感器的仪器**
	包含电压传感器的不确定度符合 IEC 61000-4-30 Class-A。所有电压传感器都适用于 5 kHz 直流
传感器 1000 V	Udin = 600 V P-N： 范围：0 至 1200 V rms，峰值 1700 V rms Udin 的 0.1 %，根据 IEC 61000-4-30 Class A 2008 第 2 版
	Udin = 480 V P-N： 范围：0 至 960 V，峰值 1700 V rms Udin 的 0.1 %，根据 IEC 61000-4-30 Class A 2008 第 2 版
传感器 600 V	Udin = 230 V P-N： 范围：0 至 460 V，峰值 900 V rms Udin 的 0.1 %，根据 IEC 61000-4-30 Class A 2008 第 2 版
谐波的固有不确定度	类别 I（根据 EN 61000-4-7:2002 和修订条款 1:2008）
温度漂移：	< 65 ppm / K
老化	< 0.04 % / 年
共模抑制比	仪器 > 100 分贝（50Hz 时）（例如，分流器） 使用电压传感器 600 V/1000 V > 65 分贝（50 Hz 时）
噪声	仪器的噪声电压，输入短路：< 40 μV rms $0{,}8\mu V/\sqrt{Hz}$ 使用传感器 1000 V：< 0.8V rms 使用传感器 600 V：< 0.5 V rms
直流	±（0.2 % rdg + 0.1 % 传感器范围）

第 6 章
选件和附件

标题 页

仪器

产品	说明/技术规格
Fluke 1760 Basic 不具有快速瞬态 不具有电压传感器和电流传感器	**Power Quality Recorder/Analyzer** 8 通道 （4 个电压/4 个电流通道或 8 个电压通道） **接口：**1 根 RS 232 接口电缆 以太网 1 根以太网电缆，用于网络连接 1 根交叉以太网电缆，用于直接 PC 连接 **内存：**2 GB 闪存 **光盘：**光盘上包含 PQ Analyze 软件和软件手册以及操作人员指南 1 根电源线，电源适配器装置，用于国家/地区特定连接 1 本入门手册 1 个便携袋
Fluke 1760TR Basic 具有快速瞬态，不具有电压传感器和电流传感器	Fluke 1760 TR Basic 包括 Fluke 1760 Basic 设备中的所有项目以及更多。 **快速瞬态分析**多达 10 MHz
Fluke-1760 INTL **Fluke-1760 US** 不具有快速瞬态，具有电压传感器和电流传感器	**Fluke 1760** 包含 Fluke 1760 Basic 设备中的所有项目以及更多。 **INTL：**4 个电压探针 600 V + 每个探针两个鳄鱼夹 **US：**4 个电压探针 1000 V + 每个探针两个鳄鱼夹 4 个灵活电流探针 1000 A/200 A **GPS 时间**同步接收机
Fluke-1760TR INTL **Fluke-1760TR US** 具有快速瞬态，具有电压传感器和电流传感器	**Fluke 1760 TR** 包括 Fluke 1760 设备中的所有项目以及更多。 **快速瞬态分析**多达 10 MHz

附件

介于 0.1 V 和 1000 V 之间各种范围的电压探针均可用于仪器。

直流测量的电流传感器（分流器）可使用 20 mA、1 A 和 5 A。

被动式钳形电流表（仅交流）的可用范围是 1 A 至 200 A，PQ Analyze 软件中可选择 2 个范围。

灵活电流传感器 (TPS Flex) 可用范围介于 100 A 和 6000 A（交流）之间；PQ Analyze 软件中可选择 2 个范围。

所有探针均包含校准系数的内存、传感器标识和仪器自动读取的序列号。在 PQ Analyze 软件中可选择范围。

其他测量传感器可连接到这些传感器的输入端，如 mV 输出温度传感器。

交流和直流的标准电压探针

温度系数：	100 ppm/K
老化：	<0.05 %/年
所有电压传感器均适用于直流	直流和交流高达 5kHz

电压探针	零件号	**V** 额定电压	范围 **V** 均方根（**rms**）	最大超载连续电压	输入电阻 [1]	固有不确定度
TPS VOLTPROBE 0.1 V	2540613	0.1 V	10 mV-0.2 V	100 V	1 MΩ	0.15 % rdg ±0.8 mV
TPS VOLTPROBE 10 V	2540636	10 V	0.1-17 V	100 V	16 kΩ	0.15 % rdg±8 mV
TPS VOLTPROBE 100 V	2540624	100 V	1-170 V	1000 V	8.5 MΩ	0.15 % rdg±80 mV
TPS VOLTPROBE 400 V	2540660	400 V	4-680 V	1000 V	8.5 MΩ	0.15 % rdg± 0.32 V
TPS VOLTPROBE 600 V	2540697	600 V	10-1000	1000 V	8.5 MΩ	0.1 %[2]
TPS VOLTPROBE 1000 V	2540649	1000 V	10-1700	2000 V	13 MΩ	0.1 %[3]

[1] 红色和黑色接口之间
[2] 传感器 + 基本单元 0.1 % Udin = 230 V P-N，根据 IEC61000-4-30 Class A
[3] 传感器 + 基本单元 0.1 % Udin = 480 V 和 600 V P-N，根据 IEC61000-4-30 Class A

电压探针	零件号	瞬变范围 [1]	瞬变不确定度	最大对地电压过电压类别
TPS VOLTPROBE 0.1 V	2540613	---	---	300V CATII
TPS VOLTPROBE 10 V	2540636	---	---	300V CATII
TPS VOLTPROBE 100 V	2540624	50-6000V	5 %	600V CATIV
TPS VOLTPROBE 400 V	2540660	50-6000V	5 %	600V CATIV
TPS VOLTPROBE 600 V	2540697	50-6000V	5 %	600V CATIV
TPS VOLTPROBE 1000 V	2540649	50-6000V	5 %	1000V CATIII / 600 V CAT IV

[1] 信号持续时间 <1ms

交流的灵活电流探针

型号 产品编号	类型	范围 可选择（在软件上进行选择）	正弦电流的峰值电流	固有不确定度（**>1 %** 的范围）	频率范围	工作电压	相位误差	直径
TPS Flex 18 PN 2540477	灵活电流探针	1 A – 100 A 5 A – 500 A	240 A 1350 A	1 %	45 Hz – 3.0 kHz	600 V CAT IV	0.5 °	45 厘米（18 英寸）长 2 米电缆
TPS Flex 24 PN 2540489	灵活电流探针	2 A – 200 A 10 A – 1000 A	480 A 2700 A	1 %	45 Hz – 3.0 kHz	600 V CAT IV	0.5 °	61 厘米（24 英寸）长 2 米电缆
TPS Flex 36 PN 2540492	灵活电流探针	30 A – 3000 A 60 A – 6000 A	10 kA 19 kA	1 %	45 Hz – 3.0 kHz	600 V CAT IV	0.5 °	91 厘米（36 英寸）长 4 米电缆

交流电流的电流探针

型号 产品编号	类型	可选范围	正弦电流的峰值电流	固有不确定度（**>1 %** 的范围）	频率范围	工作电压	相位误差	夹口开度
TPS CLAMP 10 A/1 A PN 2540445	夹式电流变压器	0.01 A – 1 A 0.1 A – 10 A	3.7 A 37 A	0.5 ％	40 Hz – 10 kHz	300 V CAT IV	0.5 °	导线截面 15 毫米，（0.6 英寸）2 米电缆
TPS CLAMP 50 A/5 A PN 2540461	夹式电流变压器	0.05 A – 5 A 0.5 A – 50 A	18 A 180 A	0.5 ％	40 Hz – 10 kHz	300 V CAT IV	0.5 °	导线截面 15 毫米，（0.6 英寸）2 米电缆
TPS CLAMP 200 A/20 A PN 2540450	夹式电流变压器	0.2 A – 20 A 2 A – 200 A	74 A 300 A	0.5 ％	40 Hz – 10 kHz	300 V CAT IV	0.5 °	导线截面 15 毫米，（0.6 英寸）2 米电缆

交流和直流的分路电阻器

型号 产品编号	类型	范围	正弦电流的 峰值电流	固有 不确定度 （>1 % 的范围）	频率范围	工作电压	相位误差
TPS SHUNT 20 MA PN 2540553	分流器 20 mA	0 – 55 mA	77.8 mA Imax=1.5 A	0.2%	DC 3.0 kHz	300 V CAT II	0.1 °
TPS SHUNT 1 A PN 2540548	分流器 1 A	0 – 2.8 A	4 A Imax=5.5 A	0.2%	DC 3.0 kHz	300 V CAT II	0.1 °
TPS SHUNT 5 A PN 2540566	分流器 5 A	0 – 10 A	21.9 A Imax=10 A	0.2%	DC 3.0 kHz	300 V CAT II	0.1 °

测量范围百分比的误差在 23°C± 2 K 以及 48 – 65 Hz 的条件下测定。

采用额定电流时的相角误差。

I_{max} 最大电流不受时间限制。

其它附件

产品	说明/技术规格	产品编号
装运箱	用于仪器及附件	2540414
安全适配器	使用 100 kA 遮断电容的速断熔断器	2540530
2 A 速断熔断器	使用 100 kA 遮断电容	2540509
电池组	更换电池组	2540406

电流夹 1 A/10 A 交流

此电流探针设计用于小流量交流电的非插入式精确测量。采用最新技术（校准数据的内部存储器）提供电流范围从 0.01 A 到 10 A。在 PQ Analyze 软件中可选择测量范围：*IAC1* 或 *IAC10*。

⚠⚠ 警告

防止触电：

- **将钳夹接入通电电路时，请根据当地政府机构的要求使用个人防护装置措施。**
- **只在绝缘导线上使用夹钳，最大 600 V r.m.s.，或直流接地。**

电气特性

额定电流范围：	1 A/10 A AC rms
测量范围：	0.01 A – 1 A 或 0.1 A – 10 A
波峰系数：	< 3
峰值电流：	3.7 A/37 A
最大无损电流：	最大 100 A rms
导线位置影响：	< 0.5 % 范围（50/60 Hz 时）
由于相邻导线导致的误差：	≤ 15 mA/A（50 Hz 时）
相位误差（参比条件）：	<±0.5 度
频率范围（夹钳未夹住仪器）：	40 Hz – 10 kHz (–3 dB)
温度系数：	0.015 % 范围/ °C
安全性：	300 V CAT IV，C 类传感器，污染程度 2

常规特性

导线最大大小：	*直径：*15 毫米。 *母线：*15 x 17 毫米
电缆长度：	2 米
工作温度范围：	–10°C - +55 °C
存储温度范围：	–20 - +70°C
工作湿度：	15 % - 85 %（非冷凝）
重量（每个夹钳）：	220 克
订单号码：	2540445

参比条件

环境温度范围：	+18 °C - +26 °C
湿度：	20 至 75％ 相对湿度
电流：	正弦波波形 48 至 65 Hz
失真系数：	<1 %，无直流分量，杂散场<40 A/m，导线固定在钳夹内

安全标准

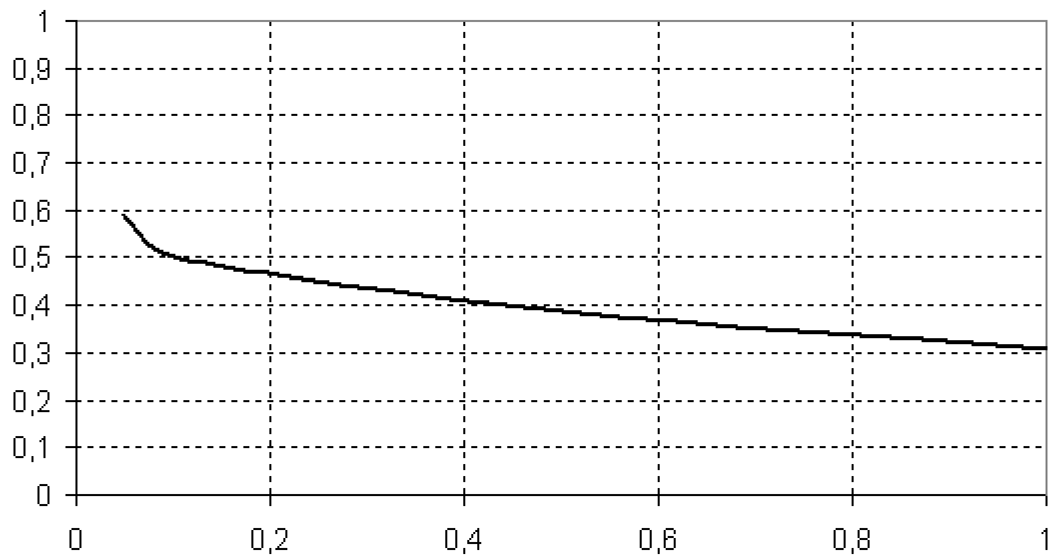
- IEC/EN 61010-1 第 2 版
- IEC/EN61010-2-032
- IEC/EN61010-031

EMC 标准

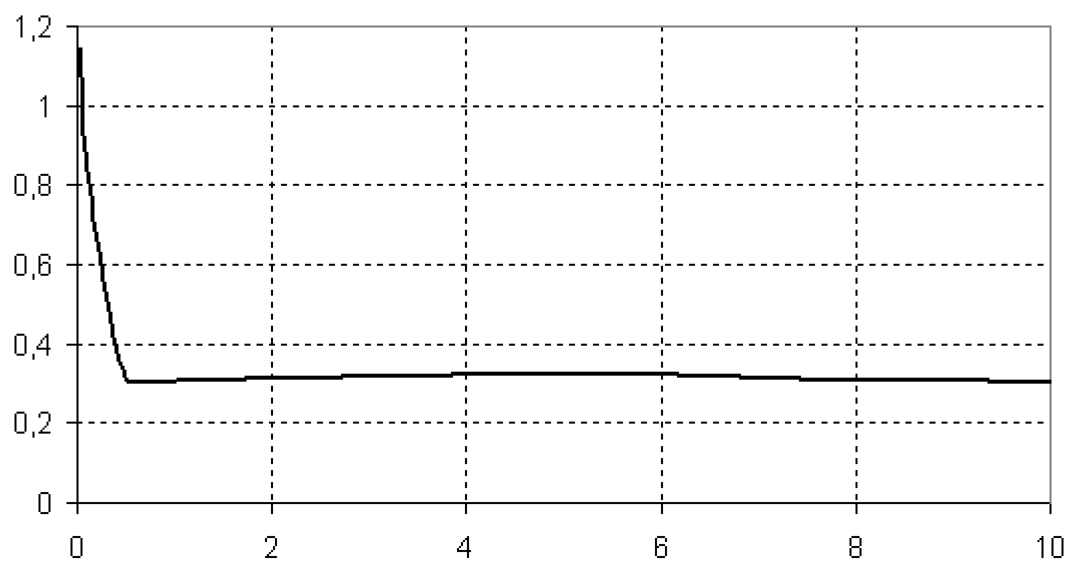
EN61326 –1:2006

精确度（典型，50/60 Hz 时）

线性，测量值误差百分比，一次电流（单位：A）：

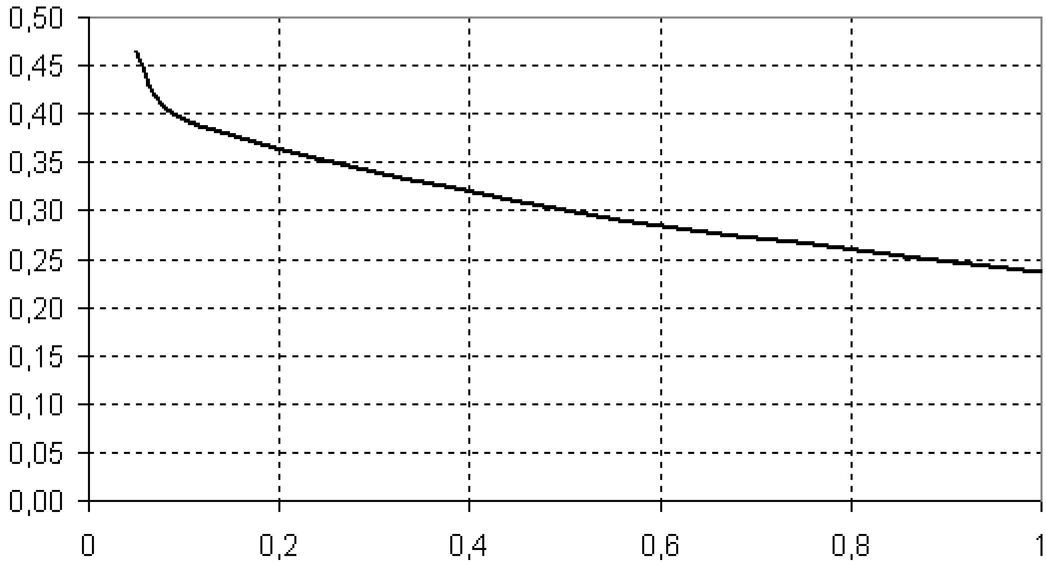


a680501049-linearity-1a.bmp



a680501049-linearity-10a.bmp

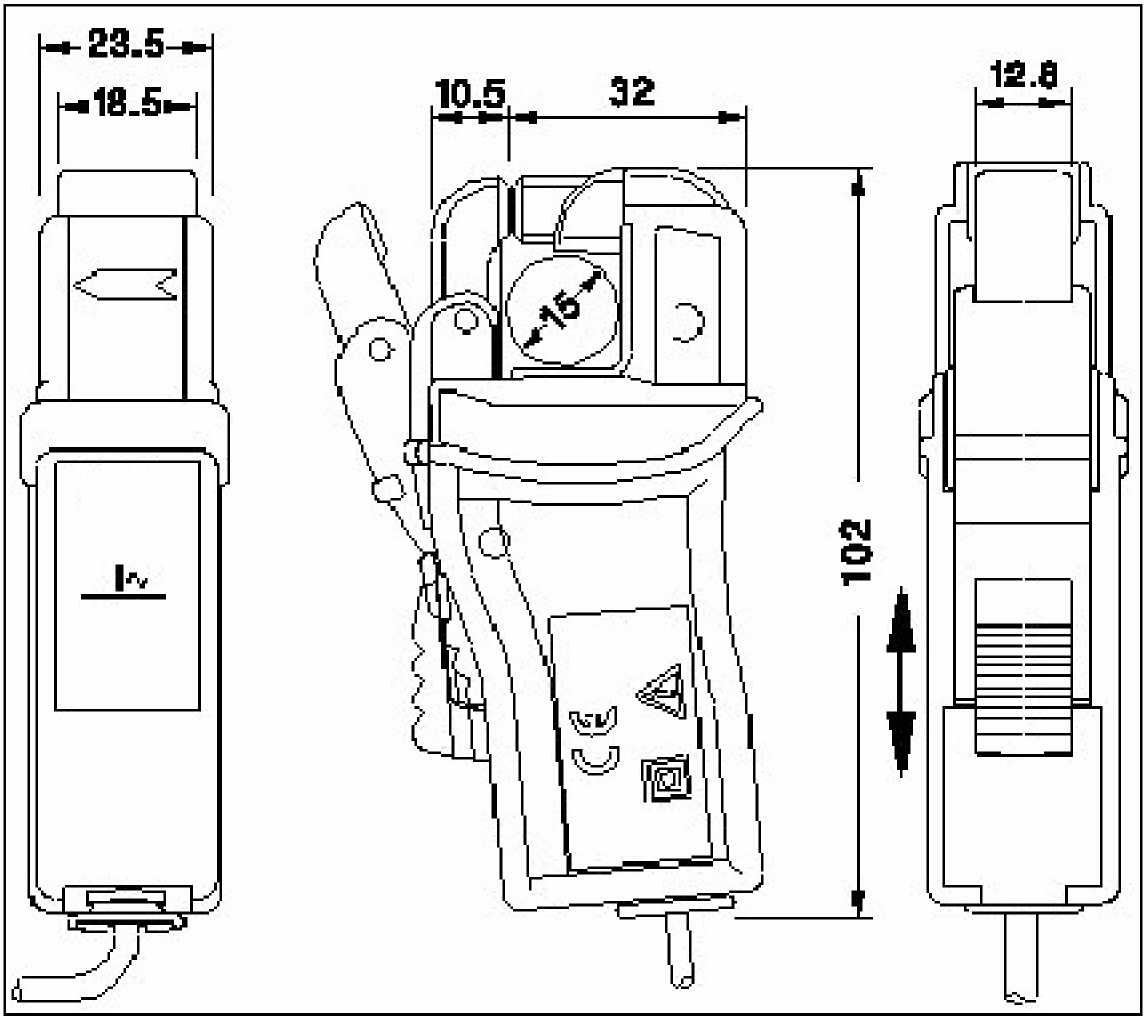
相角（单位：度），一次电流（单位：A）：



a680501049-phase-1a.bmp

a680501049-phase-10a.bmp

尺寸（单位：毫米）：



small clamp-dimensions.bmp

电流钳 5 A/50 A 交流

此电流探针设计用于小流量交流电的非插入式精确测量。采用最新技术（校准数据的内部存储器）提供可靠电流范围从 0.05 A 到 50 A。在 PQ Analyze 软件中可选择测量范围：*IAC5* 或 *IAC50*。

⚠⚠ 警告

防止触电：

- **只在绝缘导线上使用夹钳，最大 600 V rms，或直流接地。**
- **将钳夹接入通电电路时，请根据当地政府机构的要求使用个人防护装置措施。**

电气特性

额定电流范围：	5 A/50 A AC rms
测量范围：	0.05 A – 5 A 或 0.5 A – 50 A

波峰系数：	< 3
峰值电流：	18 A，180 A
最大无损电流：	最大 200 A rms
导线位置影响：	< 0.5 % 范围（50/60 Hz 时）
由于相邻导线导致的误差：	≤15 mA/A（50 Hz 时）
相位误差（参比条件）：	<±0.5 度
频率范围（夹钳未夹住仪器）：	40 Hz – 10 kHz (–3 dB)
温度系数：	0.015 % 范围/ °C
安全性：	300 V AC CAT IV，C 类传感器，污染程度 2

常规特性

导线最大大小：	*直径：*15 毫米。
	*母线：*15 x 17 毫米
电缆长度：	2 米
工作温度范围：	–10°C - +55 °C
存储温度范围：	–20 - +70°C
工作湿度：	15 % - 85 %（非冷凝）
重量（每个夹钳）：	约 220 克
订单号码：	2540461

参比条件

环境温度范围：	+18 °C - +26 °C
湿度：	20 至 75% 相对湿度
电流：	正弦波波形，48 至 65 Hz
失真系数：	<1 %，无直流分量，杂散场<40 A/m，导线固定在钳夹内

安全标准

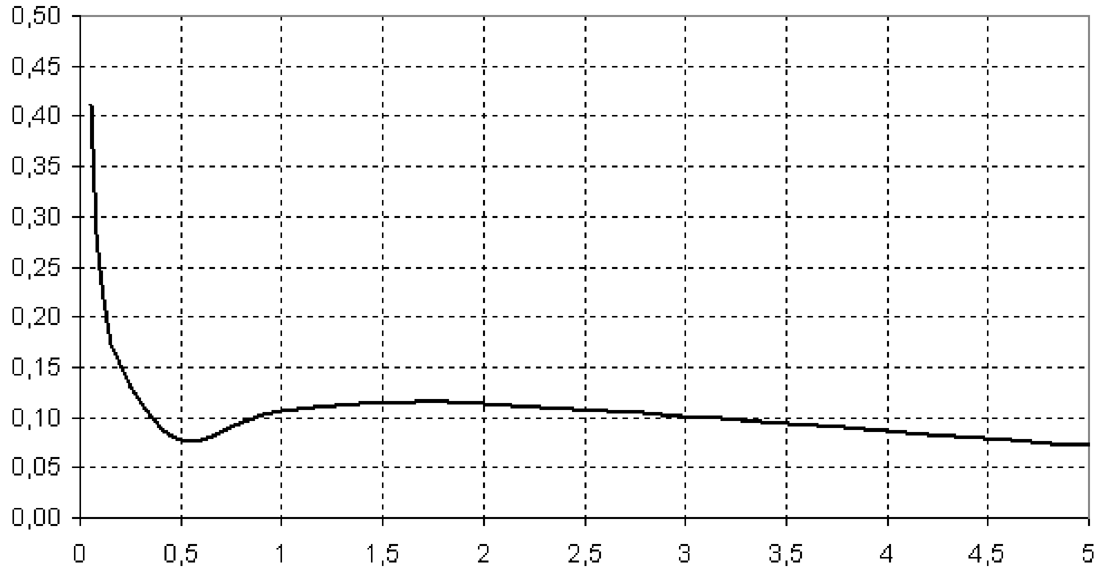
- IEC/EN 61010-1 第 2 版
- IEC/EN61010-2-032
- IEC/EN61010-031

EMC 标准

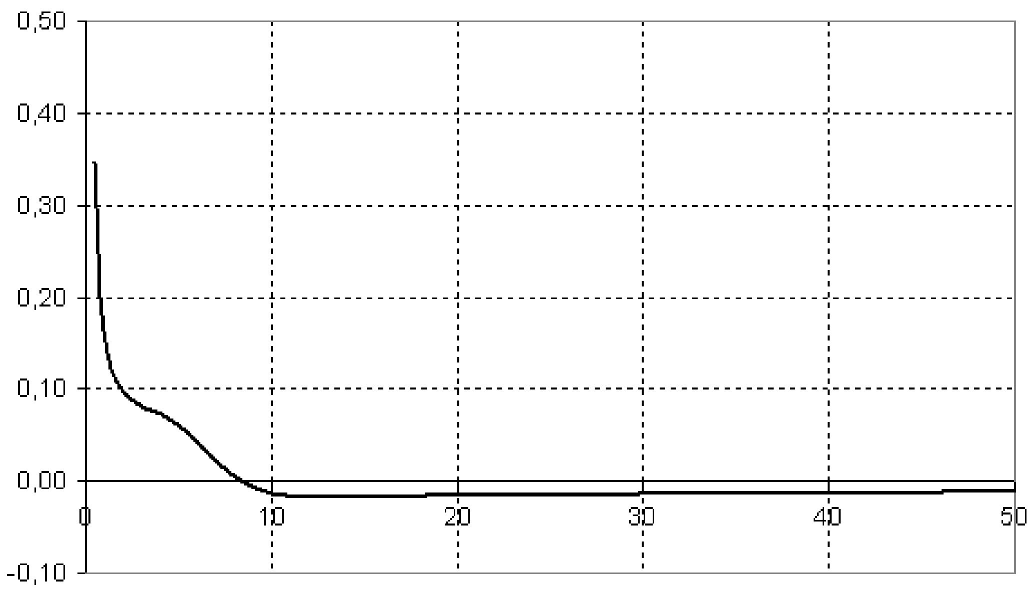
EN61326 –1:2006

精确度（典型，50/60 Hz 时）

线性，测量值误差百分比，一次电流（单位：A）：

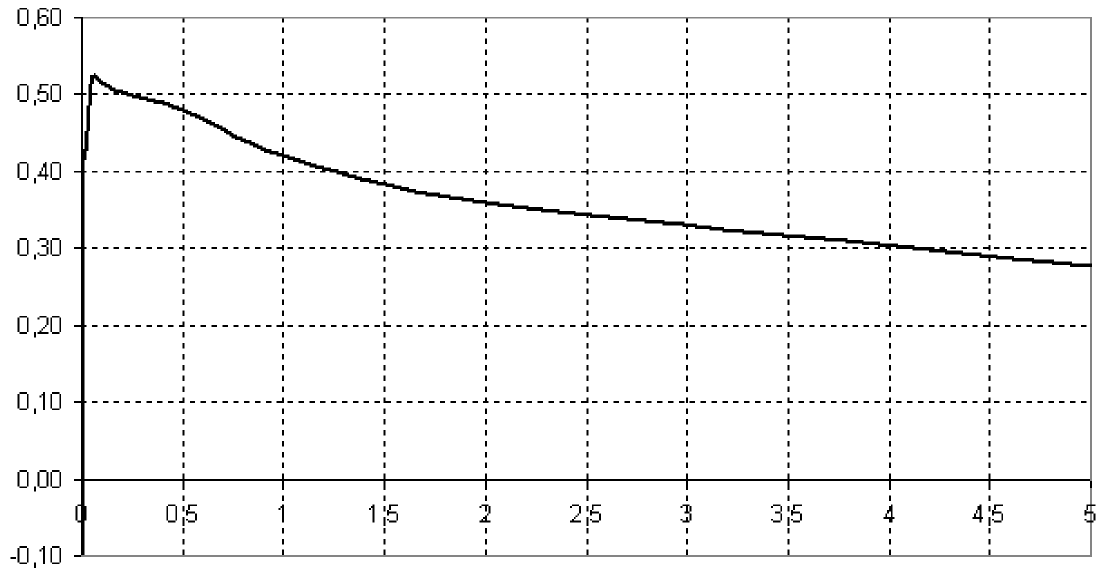


a680501048-linearity-5a.bmp

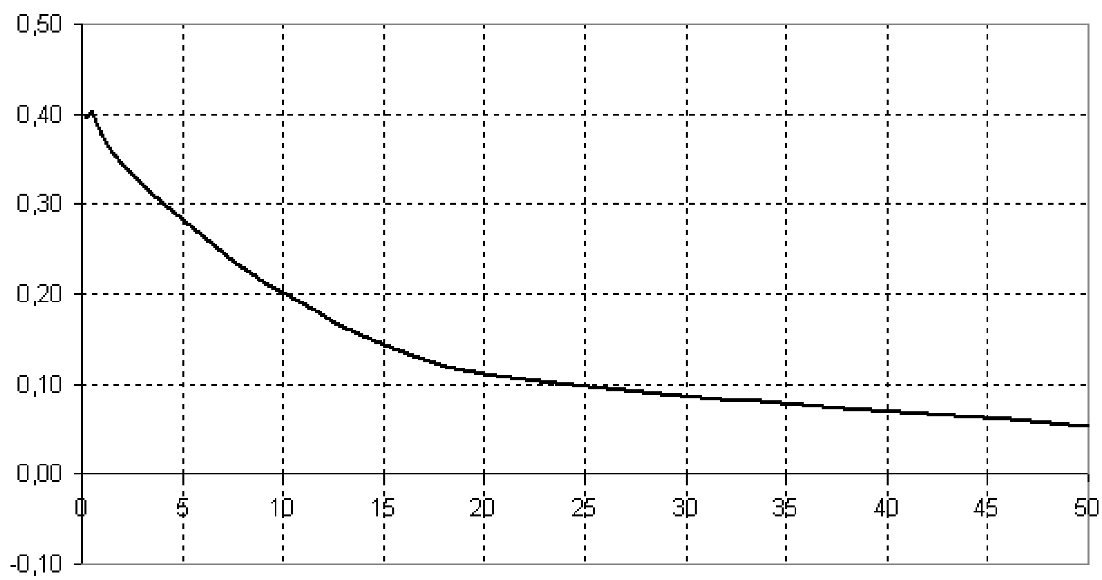


a680501048-linearity-50a.bmp

相角（单位：度），一次电流（单位：A）：



a680501048-phase-5a.bmp



a680501048-phase-50a.bmp

尺寸：参见 2540445（1 A/10 A 电流钳）。

电流钳 20 A/200 A 交流

此电流探针设计用于小流量交流电的非插入式精确测量。采用最新技术（校准数据的内部存储器）提供电流范围从 0.2 A 到 200 A。在 PQ Analyze 软件中可选择测量范围：*IAC20* 或 *IAC200*。

⚠⚠ 警告

防止触电：

- **只在绝缘导线上使用夹钳，最大 600 V rms，或直流接地。**
- **将钳夹接入通电电路时，请根据当地政府机构的要求使用个人防护装置措施。**

电气特性

额定电流范围：	20 A, 200 A AC rms
测量范围：	0.2 A – 20 A 或 2 A – 200 A
波峰系数：	< 3
峰值电流：	74 A，300 A
最大无损电流：	最大 300 A rms
导线位置影响：	<0.5 % 范围（50/60 Hz 时）
由于相邻导线导致的误差：	≤15 mA/A（50 Hz 时）
相位误差（参比条件）：	<±0.5 度
频率（夹钳未接入仪器）：	40 Hz – 10 kHz (–3 dB)
温度系数：	0.015 % 范围/ °C
安全性：	300 V CAT IV，C 类传感器，污染程度 2

常规特性

导线最大大小：	*直径：* 15 毫米
	母线： 15 x 17 毫米
电缆长度：	2 米
工作温度范围：	–10°C - +55 °C
存储温度范围：	–20 - +70°C
工作湿度：	15 % - 85 %（非冷凝）
重量（每个夹钳）：	约 220 克
订单号码：	2540450

参比条件

环境温度范围：	+18°C 至+26°C
湿度：	20 到 75% 相对湿度
电流：	正弦波波形 48 至 65 Hz
失真系数：	<1 %，无直流分量，杂散场<40 A/m，导线固定在钳夹内

安全标准

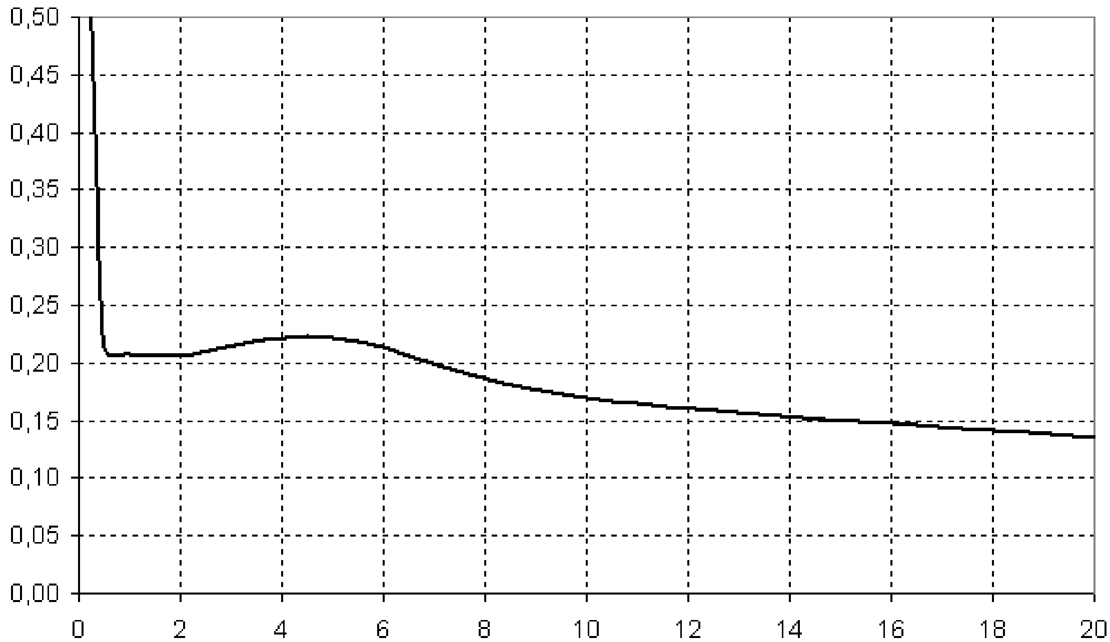
- IEC/EN 61010-1 第 2 版
- IEC/EN61010-2-032
- IEC/EN61010-031

EMC 标准

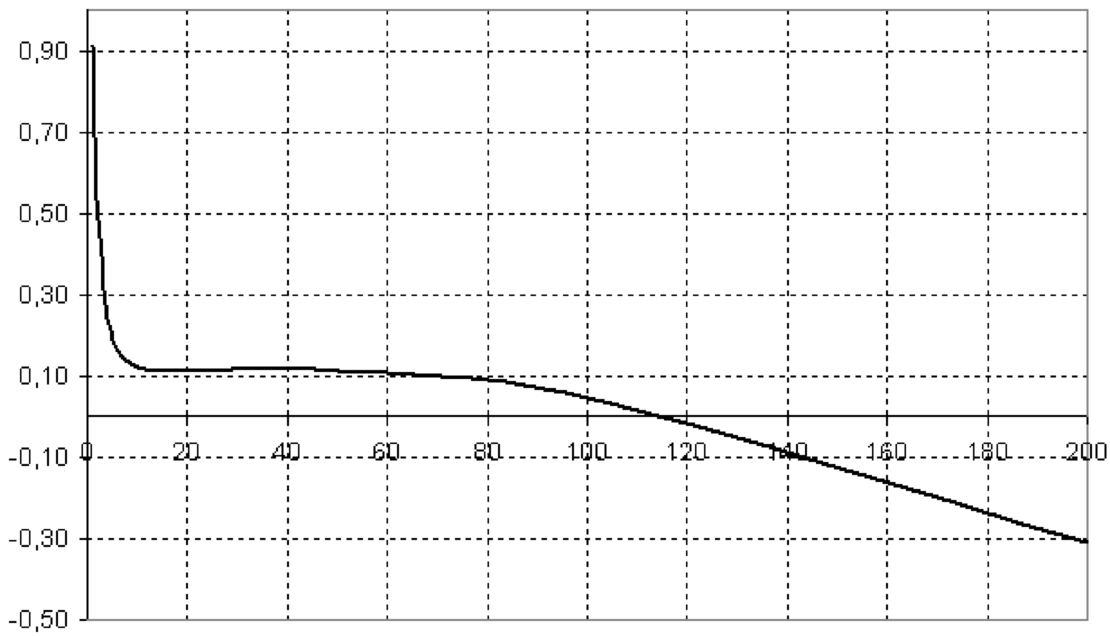
EN61326 –1:2006

精确度（典型，50/60 Hz 时）

线性，测量值误差百分比，一次电流（单位：A）：

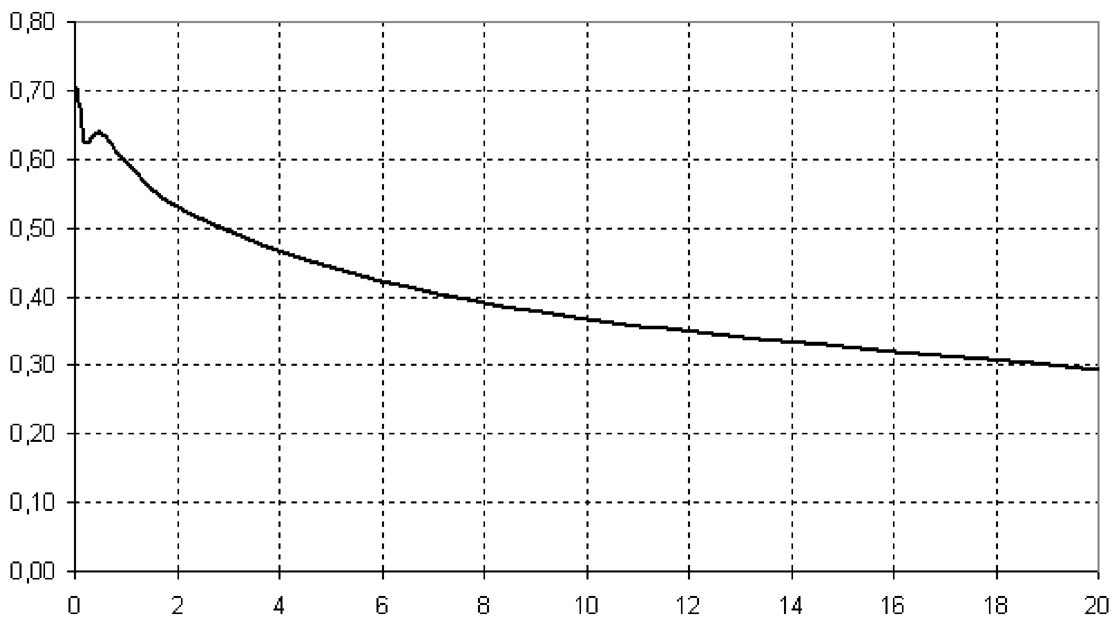


a680501050-linearity-20a.bmp

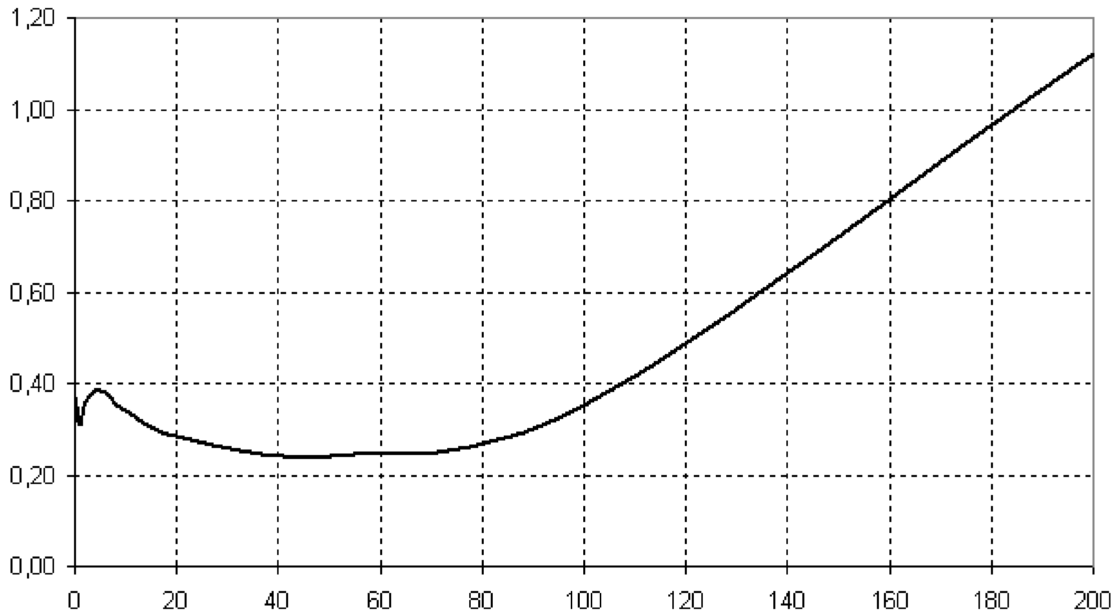


a680501050-linearity-200a.bmp

相角（单位：度），一次电流（单位：A）：



a680501050-phase-20a.bmp



a680501050-phase-200a.bmp

尺寸：参见 2540445。

灵活电流传感器 100 A/500 A

此电流探针设计用于交流电流的非插入式精确测量。采用最新技术（校准数据的内部存储器）提供电流范围介于 1 A 和 500 A 之间。在 PQ Analyze 软件中可选择测量范围：*IAC100* 或 *IAC500*。

⚠⚠ 警告

防止触电：

- **只在绝缘导线上使用夹钳，最大 600 V rms，或直流接地。**
- **将钳夹接入通电电路时，请根据当地政府机构的要求使用个人防护装置措施。**

电气特性

额定电流范围：	100 A，500 A AC rms
测量范围：	1 A – 100 A 或 5 A – 500 A AC
峰值电流：	240 A，1350 A
过载能力：	最大 2000 A rms
固有误差：	<±1 % mv
线性（10 % - 100 % In）：	±0.2 % In。
导线位置影响：	< ±2 % mv，距离测头 >30 毫米
由于相邻导线导致的误差：	≤±2 A（Iext = 500 A，距离头 >200 毫米）
相位误差（参比条件）：	<±0.5 度
温度系数：	0.005 % 范围/ °C

安全性：	600 V CAT IV，B 类传感器，污染程度 2

一般规格

电缆长度：	2 米
测头长度：	45 厘米（18 英寸）
工作温度范围：	–10°C - +70°C
存储温度范围：	–20°C - +90°C
工作湿度：	10 ％ - 80 ％（非冷凝）
重量：	约 220 克
订单号码：	2540477

参比条件

环境温度范围：	+18 °C - +26 °C
湿度：	20 - 75％ 相对湿度
电流：	额定值 In，正弦波波形，48 – 65 Hz
失真系数：	< 1 %无直流分量，杂散场 < 40 A/m，导线固定在灵活电流传感器内

安全标准

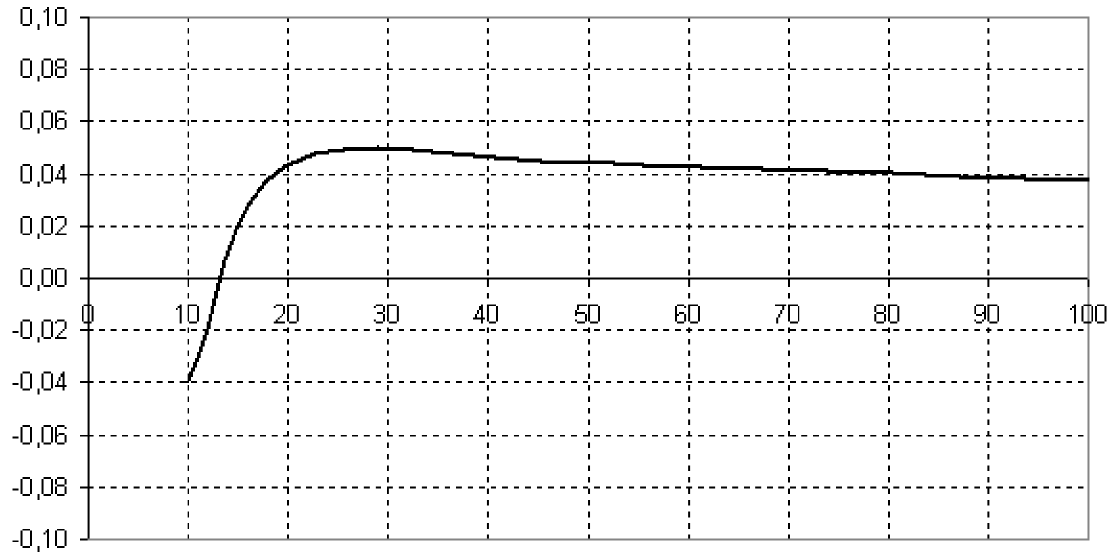
- IEC/EN 61010-1 第 2 版
- IEC/EN61010-2-032
- IEC/EN61010-031

EMC 标准

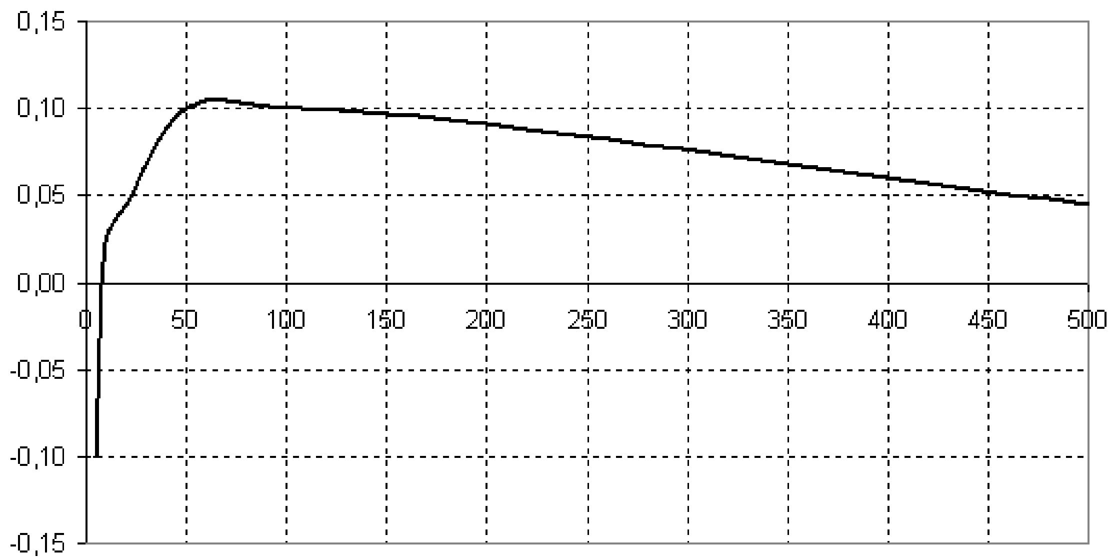
EN61326 –1:2006

精确度（典型，50/60 Hz 时）

线性，测量值误差百分比，一次电流（单位：A）：

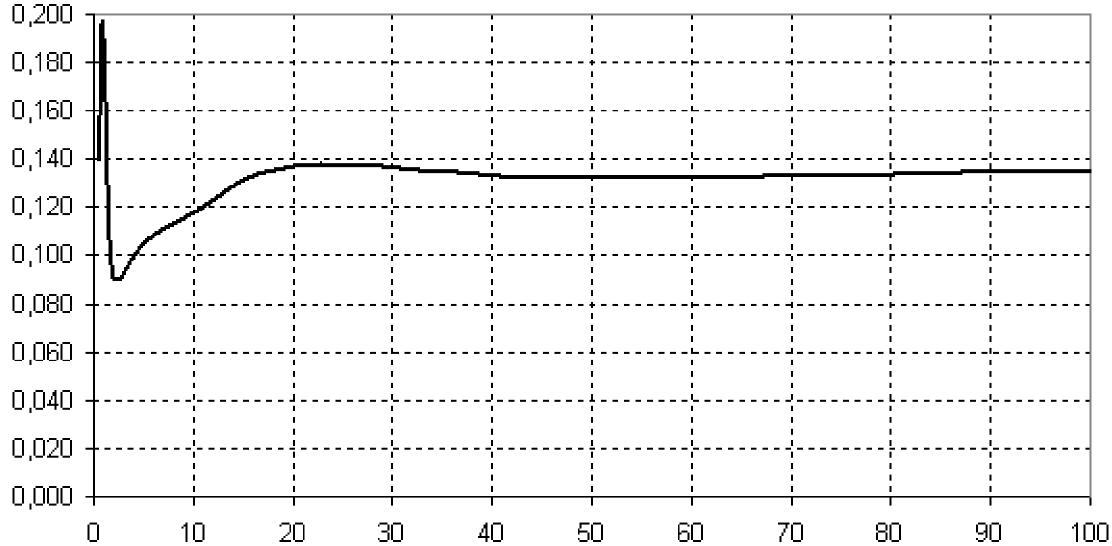


ep1205-linearity-100a.bmp

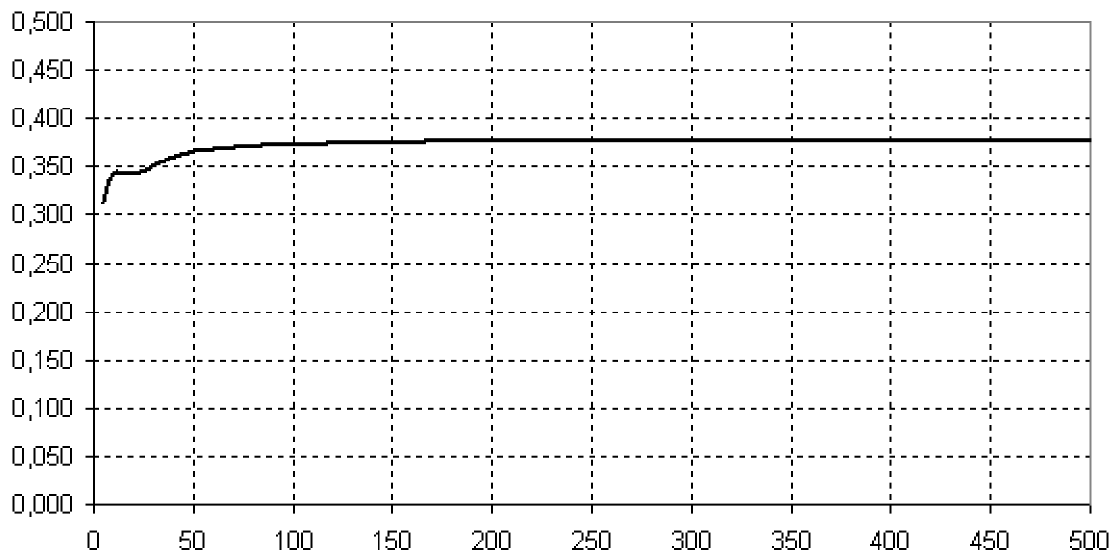


ep1205-linearity-500a.bmp

相角（单位：度），一次电流（单位：A）：



ep1205-phase-100a.bmp



ep1205-phase-500a.bmp

灵活电流传感器 200 A/1000 A

此电流探针设计用于交流电流的非插入式精确测量。采用最新技术（校准数据的内部存储器）提供电流测量介于 2 A 和 1000 A 之间。在 PQ Analyze 软件中可选择测量范围：*IAC200* 或 *IAC1000*。

⚠⚠ 警告

防止触电：

- **只在绝缘导线上使用夹钳，最大 600 V rms，或直流接地。**
- **将钳夹接入通电电路时，请根据当地政府机构的要求使用个人防护装置措施。**

电气特性

额定电流范围：	200 A，1000 A AC rms
测量范围：	2 A – 200 A 或 10 A – 1000 A 交流
峰值电流：	480 A，2700 A
最大无损电流：	最大 2000 A rms
固有误差：	<±1 % mv
线性（10 % - 100 % In）：	±0.2 % In
导线位置影响：	< ±2 % mv，距离测头 >30 毫米
由于相邻导线导致的误差：	≤±2 A（Iext = 500 A，距离头 >200 毫米）
相位误差（参比条件）：	<±0.5 度
温度系数：	0.005 % 范围/ °C
安全性：	600 V CAT IV，B 类传感器，污染程度 2

综合技术规格

电缆长度：	2 米
测头长度：	61 厘米（24 英寸）
工作温度范围：	–10°C -+70 °C
存储温度范围：	–20°C - +90°C
工作湿度：	10％ - 80％（非冷凝）
重量：	约 220 克
订单号码：	2540489

参比条件

环境温度范围：	+18 °C - +26 °C
湿度：	20 – 75 %
电流：	额定值 In，正弦波波形，48 – 65 Hz
失真系数：	< 1 % 无直流分量，杂散场<40 A/m，导线固定在灵活电流传感器内

安全标准

- IEC/EN 61010-1 第 2 版
- IEC/EN61010-2-032
- IEC/EN61010-2-031

EMC 标准

EN61326 –1:2006

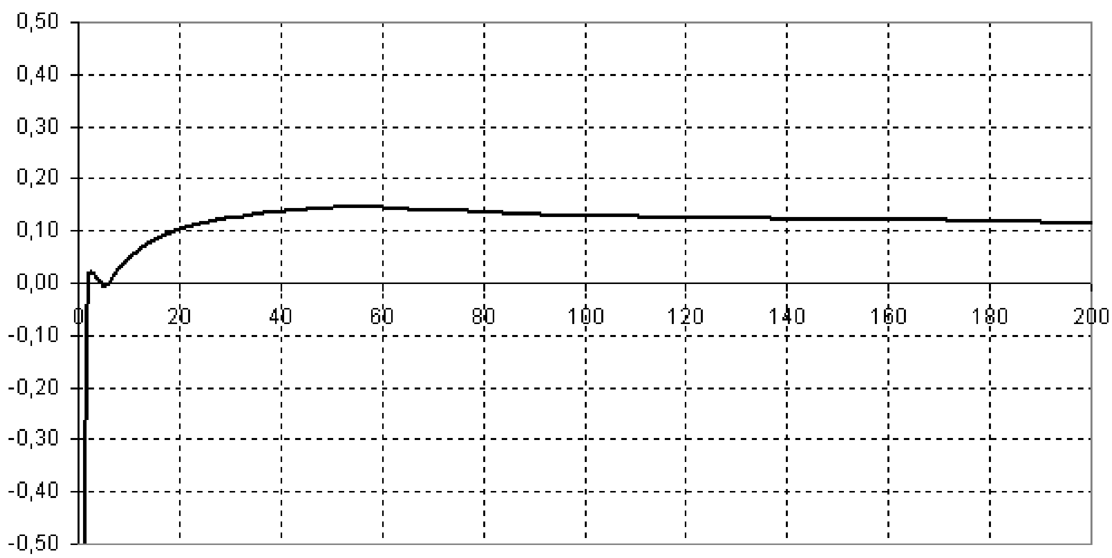
⚠⚠ 警告

防止触电：

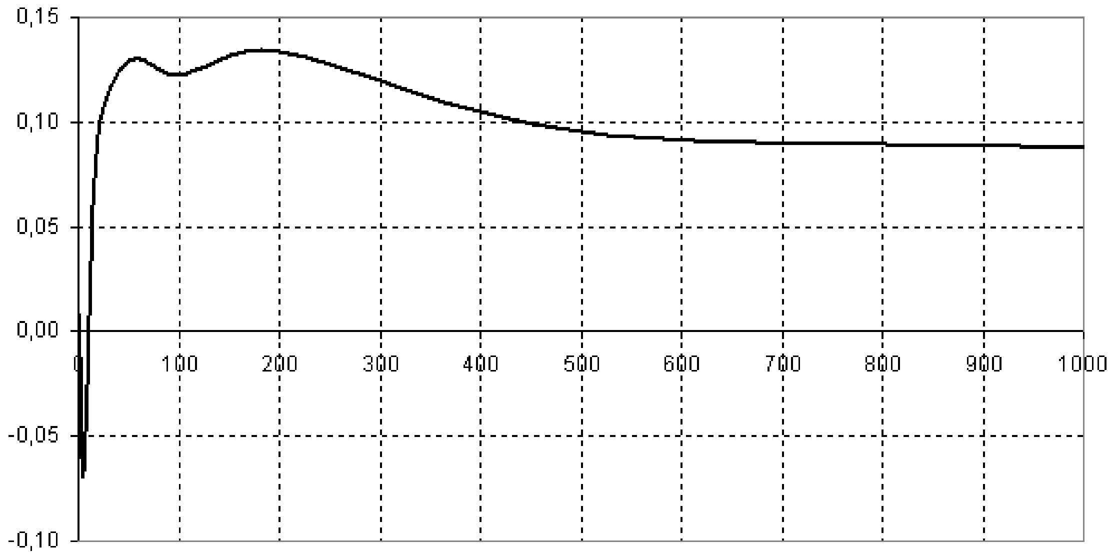
- 只在绝缘导线上使用夹钳，最大 **600 V rms**，或直流接地。
- 将钳夹接入通电电路时，请根据当地政府机构的要求使用个人防护装置措施。

精确度（典型，50/60 Hz 时）

线性，测量值误差百分比，一次电流（单位：A）：

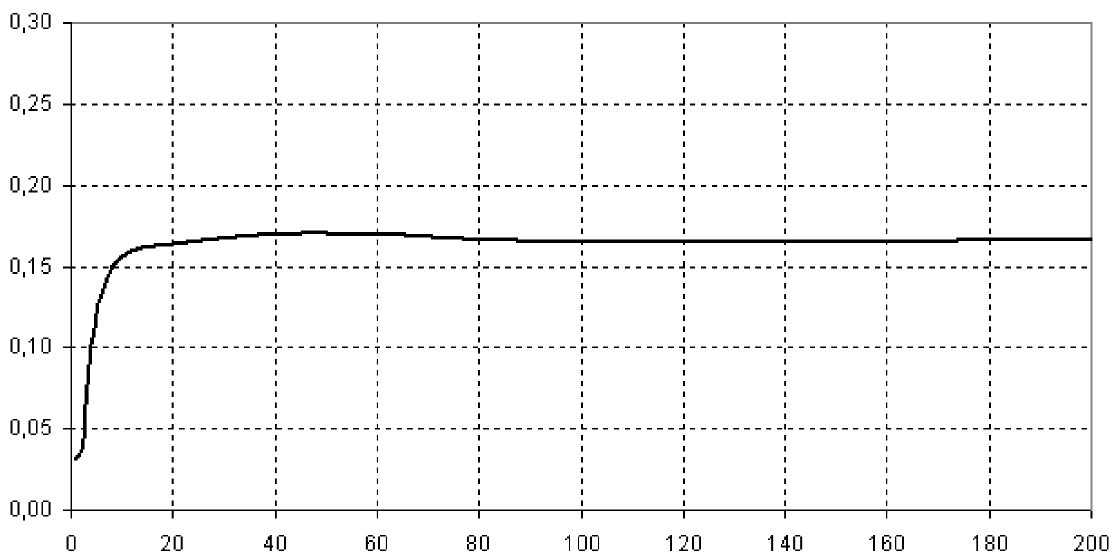


ep1210a-linearity-200a.bmp

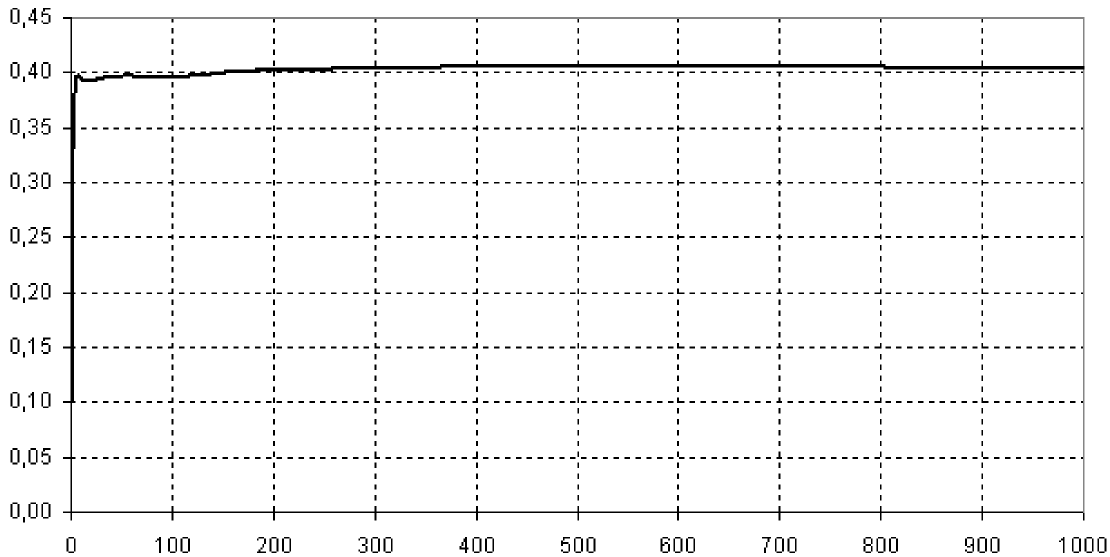


ep1210a-linearity-1000a.bmp

相角（单位：度），一次电流（单位：A）：



ep1210a-phase-200a.bmp



ep1210a-phase-1000a.bmp

灵活电流传感器 3000 A/6000 A

此电流探针设计用于交流电流的非插入式精确测量。采用最新技术（校准数据的内部存储器）提供电流测量范围介于 30 A 到 6000 A 之间。在 PQ Analyze 软件中可选择测量范围：*IAC3000* 或 *IAC6000*。

⚠⚠ 警告

防止触电：

- **只在绝缘导线上使用夹钳，最大 600 V rms，或直流接地。**
- **将钳夹接入通电电路时，请根据当地政府机构的要求使用个人防护装置措施。**

电气特性

额定电流范围：	3000 A，6000 A AC rms
测量范围：	30 A ··· 3000 A 或 60 A ··· 6000 A AC
峰值电流：	10 kA，19 kA
最大无损电流：	最大 19 kA rms
固有误差：	< ±2 % mv
线性（10 % - 100 % In）：	±0.2 % In
导线位置影响：	<±2 % m.v，距离测头 >30 毫米
由于相邻导线导致的误差：	≤ ±2 A（Iext = 500 A，距离头 >200 毫米）
相位误差（参比条件）：	<±0.5 度
温度系数：	0.005 % 范围/ °C
安全性：	600 V CAT IV，B 类传感器，污染程度 2

常规特性

电缆长度：	4 米（156 英寸）
测头长度：	91 厘米（36 英寸）
工作温度范围：	–10°C -+70 °C
存储温度范围：	–20°C - +90°C
工作湿度：	10％ - 80％（非冷凝）
重量：	约 400 克
订单号码：	2540492

参比条件

环境温度范围：	+18 °+C - 26 °C
湿度：	20 – 75 %
电流：	额定值 In，正弦波波形，48 – 65 Hz
失真系数：	<1 % 杂散场<40 A/m，导线固定在灵活电流传感器内

安全标准

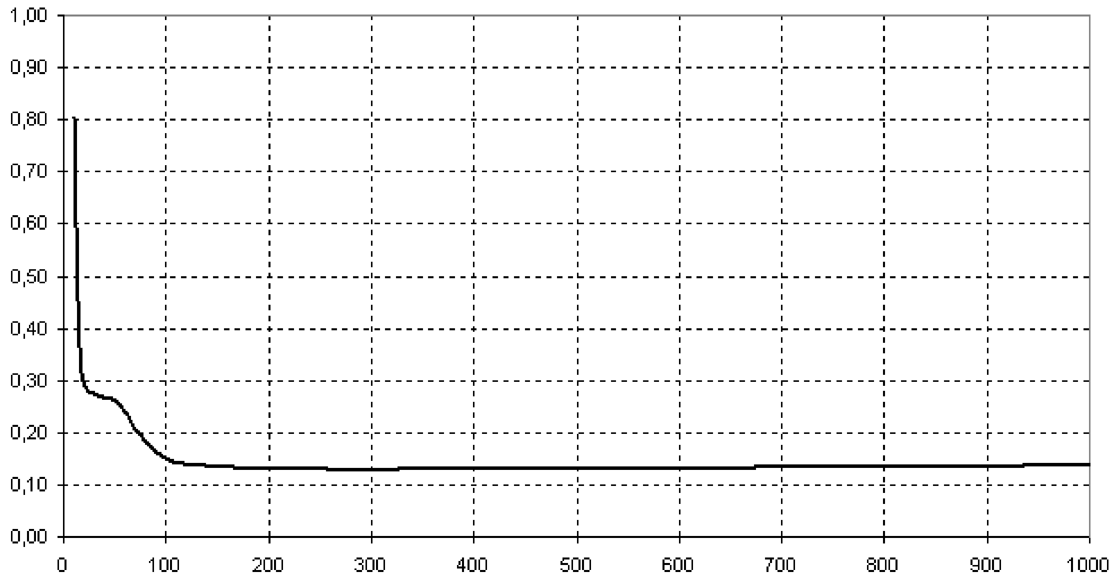
- IEC/EN 61010-1 第 2 版
- IEC/EN61010-2-032
- IEC/EN61010-031

EMC 标准

EN61326 –1:2006

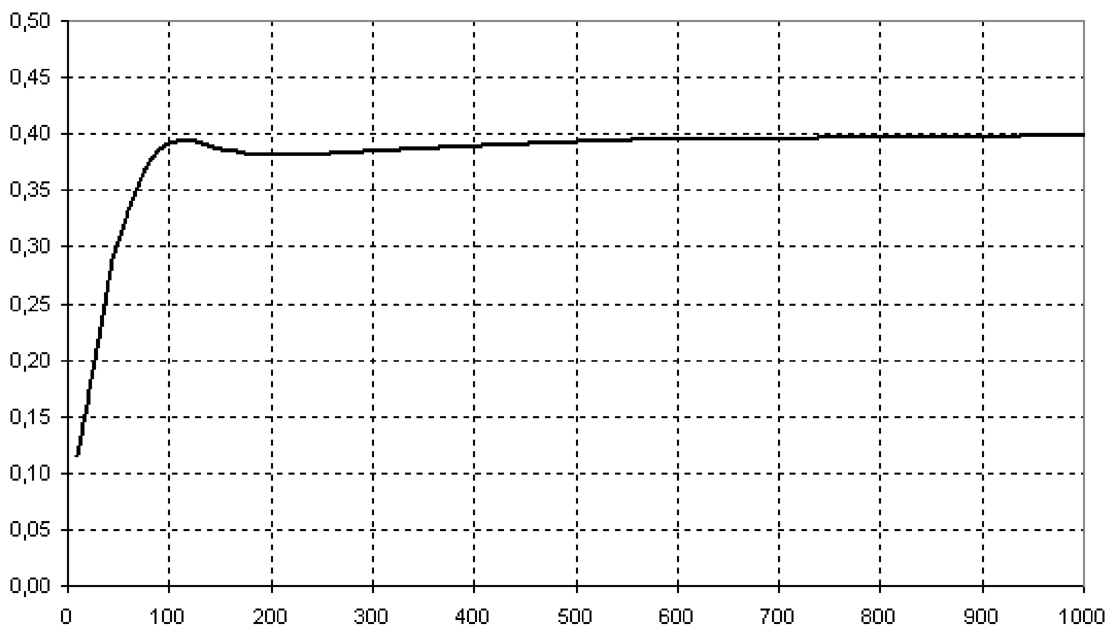
精确度（典型，50/60 Hz 时）

线性，测量值误差百分比，一次电流（单位：A）：



ep1360a-linearity.bmp

相角（单位：度），一次电流（单位：A）：



ep1360a-phase.bmp

GPS 时间同步模块选件

此选件由一个 GPS 接收器模块（包括 GPS 天线）和一根 5 米的连接电缆（用于插入仪器顶部的 25 插针特性接口）组成。

注意

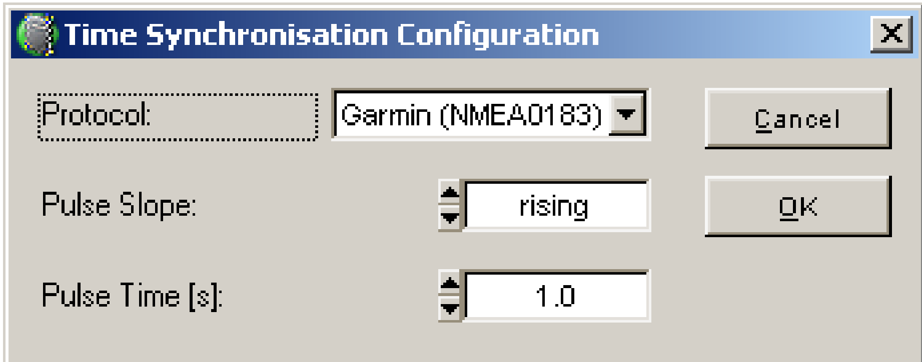
为获得最佳性能，GPS 接收器应该放置在至少有 4 颗卫星接收的范围内；混凝土、金属建筑元素和屋顶可能会产生干扰，并减弱 GPS 信号水平。10 米长的延长线可以使接收器妥善放置。

技术规格

尺寸：	直径 61 毫米（2.4 英寸）。
	高度：19.5 毫米（0.77 英寸）。
重量：	约 200 克（0.4 磅）
电缆长度：	5 米（16.5 英尺）
安装：	集成磁性底座。
容器：	聚碳酸酯热塑性。
保护：	IPX7（根据 IEC 60529）。
操作温度范围：	–30°C - +80°C。
存储温度范围：	–40°C - +90°C。
功耗：	0.3 W typ
灵敏度：	–165 dBW
采集时间：	冷启动：45 秒。
	热启动：15 秒。
	重新采集：2 秒。
协议：	NMEA 0183 V2.0，或 V2.30。
	UTC（格林威治标准时间）。
	PPS（每秒脉冲），上升边
卫星：	连续跟踪最多 12 颗卫星。
时间精度：	在脉冲的上升边好于 ±1 μs。
内存：	非易失存储器，用于存储配置数据。
零件编号：	2539223

过程：

1. 运行 PQ Analyze 软件，然后打开菜单*服务 – GPS 配置*(Service – GPS Configuration)。



garmin-settiings.bmp

2. 将 GPS 接收机放置在视野开阔的地方。
3. 将 GPS 接收机与仪器顶部的 25 插针特性接口相连接。
4. 接通仪器电源。仪器检查 NMEA 数据是否可用。如果*可用*，仪器将更正内部时间。内部时间用于测量。
5. 接收同步脉冲时，仪器上的*脉冲*指示灯将开始闪烁。有关指示灯的功能，请参见指示灯 *时间同步*。

处理仪器的日期/时间

改变日期/时间的方法有两种：

- *硬更改*：立即将日期/时间（用于测量值的时间戳）设置为实际时间。
- *软更改*：将测量日期/时间调快或调慢一小段时间，直到与实际时间一致。

更改日期/时间：未运行测量

未运行任何测量时，可通过 GPS 或软件立即执行时间更改。

在测量过程中更改日期/时间

测量过程中只能进行软时间更改。

在测量过程中 GPS 信号可用时，将立即设置*系统时间*(system time)，测量时间将缓慢地(±0.01 %) 与新系统时间保持一致。每天最多可更正 8.64 秒。功率测量的误差为 <0.005 Hz（50 Hz 时）和 <0.006 Hz（60 Hz 时）（IEC61000-4-30 5.1.2 要求测量不确定度不得超过 ±0.01 Hz）。

如果您需要通过软件进行仪器的“硬”日期/时间更改，请按照以下步骤操作：

1. 下载测量数据
2. 调整日期/时间
3. 负载电流测量设置：选择测量 (Measurement)->设置 (Setting)
4. 通过按初始化 (Initialize)按钮对新测量初始化