

电能质量记录与分析：技术与应用

技术应用文章

连接一个电能质量记录仪并采集几天时间的数据，您就可以掌握电能质量的详细情况。在本文中，我们将讨论与电能记录器和记录仪有关的各种记录技术 - 对您所使用的工具和技术进行全面了解，将是您工作成败的关键。您应该寻找什么？何时记录才有意义？



在电力进线处连接一台 Fluke 1735 电能记录仪，以进行为期 30 天的负载研究。

记录技术

要想真实地了解您身边的电能状况，您需要对每个电源周期进行检查，以发现甚至是非常微小的变化。但是，由于电源在一天之内要经历 400 多万个周期，因此要想观察到很微小的变化是不切实际的，也没有必要。我们很少发现负载会经历一个或两个周期的偶尔电压突降。

进行记录的时间长短在某种程度上取决于您所在建筑的用电情况。如果您在一个典型的商业或轻工业楼宇建筑中工作，则一周的记录时间就足够了，因为在这样的时间内，楼宇建筑可经历正常的用电循环。如果您在只是定期运转特殊设备的工厂中工作（比如，每个月只运转一次燃烧炉），您就需要十分注意这些用电负载的时间。

目前已开发出不同的记录技术，它们可用于在相对较长时间以来记录较小的变化。许多仪器将几种技术组合在一起，以增加其测量范围。我们将对常见技术以及它们的优缺点进行介绍。

通过了解不同技术，您可以更好地针对身边的的工作选择适宜的工具。

趋势跟踪技术

您可以在几小时或几天时间内，对电能质量参数的趋势进行跟踪。电能记录仪可以测量电压、电流或功率等参数，并将随着时间将它们记录下来。趋势记录对于跟踪正常电源状况、微小变化和异常状况十分有用，但捕获快速事件的能力有限。仪器厂商提供了一些创建性方法，它们可以在几个星期甚至几个月时间内进行记录，同时显示快速发生的事件。

固定事件间隔记录

这是最简单的数字记录形式。设置时，您需要选择两次读数之间的时间间隔，通常以秒或分钟为单位。仪器对每个时间间隔内的 rms 值计算出一个平均值，并将它保存在存储器中。这种技术对于跟踪时间长于记录间隔的变化十分有用。不幸的是，虽然非常短的测量时间间隔将会捕获到快速事件，但也将迅速占用存储空间。因此，即使固定事件间隔记录很容易设置，它也无法用于在几小时或几天之内捕获快速事件。

最小值 / 最大值 / 平均值记录

这种技术与固定时间间隔记录类似，因为它使用一个预设时间间隔。但仪器不是在每个时间间隔仅获取一个读数，而是在每个时间间隔获取多个高速测量值。仪器内

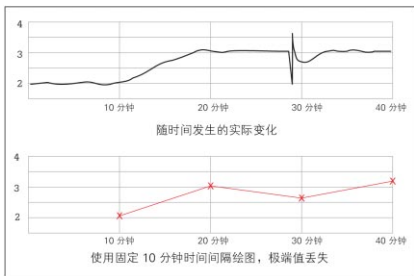


图 1 固定时间间隔电压趋势

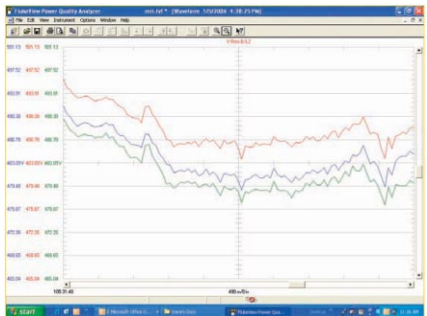


图 2 最小值 / 最大值 / 平均值趋势图

的处理器对测量值进行处理,并针对每个时间间隔记录三个数值:最小值、最大值和平均值。最小值和最大值指示出最差情况下的短时事件,在某些仪器中,事件的时间可短至 1 个电源周期。平均值跟踪的是总趋势。这些仪器通常在相同的图中绘制出最小值、平均值和最大值。

自动时间压缩技术 TrendPlot

TrendPlot 是一种某些福禄克仪器中所具有的记录技术。它可以记录最小值/最大值/平均值,其中,时间刻度可在趋势曲线接近存储结束时进行自动压缩。当记录仪刚刚用尽存储空间时,信号处理器迅速投入运行。它们将相邻时间间隔的数值组合为新的最小值、最大值和平均值。您仍将看到最差情况测量值和总体趋势。由于您可以选择停止测量的时间,因此您就可在可用的存储空间下而获得最佳时间分辨率。

事件记录

电压突降、骤升、中断和瞬变都属于电压事件。电能质量事件由发生的时间和日期、严重性以及持续时间来表征。用户定义阈值或触发值决定了什么情况可以称为一个事件。事件记录对于确保您的电压保持在误差范围内(比如 $\pm 10\%$)来说非常有用。数据通常以列表的形式表示,因此便于看到电源系统中的所有异常情况。一个事件是否会引起问题取决于它的严重性和持续时间。例如,持续 5 秒的一个 20% 电压突降与持续 1 个电源周期的 20% 电压突降相比,更可能会引起问题。因此,有时要将事件数据与提供了严重性和持续时间限值的标准容差曲线(如 CBEMA 曲线)进行比较。指定多个限值可能会使事件记录难于设置。如果您设置的容差过于紧密,您就会捕获到大量事件;如果您设置的容差过于宽松,则可能看不到任何事件。

瞬变波形捕获

这种技术可记录电压或电流的实际正弦波形,可使您看到短于一个电源周期的任何

事件。捕获操作由一个触发启动,并使用一个高速数字转换器。各种触发都可以启动捕获,但多数仪器使用了一种“包络触发器”。

包络触发器可找到与一个纯正弦波的偏差。它基于一个用户定义的容差范围,在正弦电压波形周围构建一个包络。如果波形落在包络的外面,则仪器就会捕获和存储数据。一些仪器(如 Fluke 430 系列)还可基于有效值事件或电流上升等其他标准来获取波形。

全面揭示记录

通过这种技术,可同时进行将最小值/最大值/平均值记录以及瞬变和事件捕获。这样,您不必决定是寻找电压突降还是瞬变 - 您可同时捕获这两种事件。

这些仪器可自动确定事件阈值,并随时对阈值进行调节。这样就消除了设置事件阈值时的困难。在几天、几个星期或几个月时间内进行全面调查时,全面揭示记录技术非常有用。

DIPS & SWELLS EVENTS					EVENT 29/29	
START 09/01/04 16:07:36					0:08:43 P 00 -CE	
DATE	TIME	TYPE	LEVEL	DURATION		
09/01/04	16:14:43:022	A DIP	107.2 U	0:00:09:508		
09/01/04	16:14:43:022	A DIP	107.9 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:14:52:530	A DIP	113.1 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:15:13:130	A DIP	106.0 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:15:13:130	A DIP	106.4 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:15:14:988	A DIP	112.5 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:15:16:729	A DIP	106.4 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:15:16:729	A DIP	107.4 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:15:17:930	A DIP	112.6 U	0:00:01:509		
09/01/04	16:15:17:930	A DIP	107.2 U	0:00:01:509		
09/01/04 16:16:20					120V 60Hz 1B EN50160	
					NORMAL BACK TREND	

图 3 此事件表列出了在几秒时间内相继捕获到的多个小电压突降

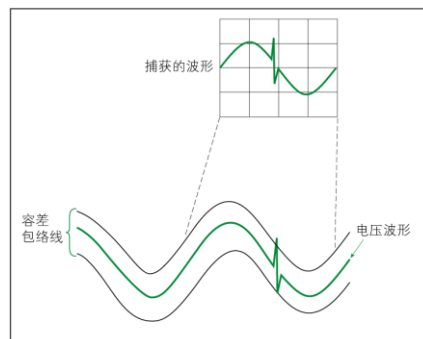
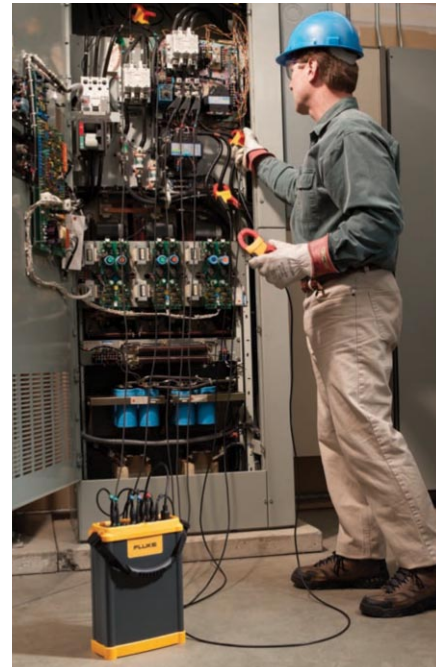


图 4 包络触发示例



记录应用

在一般情况下,需要对电能质量进行记录。本节介绍了最常见的应用。

通过长期分析进行故障排查

对间歇性故障进行排查非常具有挑战性。当一台设备出现故障或莫名其妙地发生复位时,人们常常只是将设备更换或将断路器复位,以期获得最佳结果。对于停产会带来很高成本的设备,重复发生故障的风险极大,无法依赖于快速修复来解决。在设备重新运转之后对电源进行监视,可减少重复故障的发生,并在再次发生故障时,排除电源问题。

您要做的第一个决定就是在哪里连接监视仪或分析仪。一般来说,您应该首先将记录仪布置在“受影响的负载”(出现问题的设备)附近的位置。这样,监视仪就可以观察到负载所经历的情况。如果您具备多个工具,就可以使用它们在电力系统的不同点上记录。

记录之前,先进行一些定点测量,以便回答一些基本问题。电压大小正确吗?电压波形是清洁正弦波,还是带有噪声或存在失真?如果受影响的设备是一个三相负载,那么各相之间平衡吗?正在由负载吸收的电流是否过高?

下一个问题是：我应该记录什么？除非您很幸运地拥有一台功能全面的电能分析仪，否则您或许不得不决定是先跟踪趋势还是先捕获瞬变。

趋势跟踪可发现更多问题，因此首先要尝试进行趋势跟踪（使用固定时间间隔记录或最小值/最大值/平均值记录）。最基本的方法是在所有相关的相上记录有效值电压。通过这种记录，可以确定电源是否存在电压突降或中断，这两种情况可能会引起负载运行中断或发生复位。对电压进行记录还会发现可引起过热的电压骤升或三相不平衡。

电流趋势记录也可帮助进行故障排查。负载吸入过大电流会引起过热。如果电压稳定、清洁而平衡，则高电流表明负载本身存在问题。通过对电压和电流读数进行比较，您可以判断出电压下降是由受影响负载吸入的过高电流所引起，还是由上游的其他负载所引起。

电压失真也可能会引起过热，如有必要，应该对它进行记录。跟踪电压失真的最基本方法是记录总谐波失真（THD）。一些分析仪还可以跟踪各次谐波，从而帮助确定 THD 比较高的原因。

如果受影响的负载存在电弧放电或输入电路烧断的情况，则原因可能是瞬变，但也不能过快地下此结论。在进行了一些基本

趋势记录之后，或者有迹象强烈表明发生了瞬变损坏，就需要进行瞬变捕获，并查看波形。

服务质量

在某些情况下，电力公司同意提供符合预定技术规格的电力。技术规格可以在合同中列明，或者采取遵守某项标准（如 EN50160）的形式。在这些协议中，可以规定记录技术的细节、容差范围和记录持续时间。例如，标准 EN50160 中规定了适用于 1 星期记录的容差，而参考标准 IEC 61000-4-30 规定了测量和记录技术。如果您认为电力公司所提供的电能不符合达成协议的技术规格，就要对此进行测试。

负载研究、电能质量研究和调试

这些类型记录一般用于安装或运行设备之前，对电能质量进行评估。

负载研究用于在添加更多负载之前，确定系统中的现有负载。当地有关机构和当地标准可能要求进行这种研究，或者，标准中规定了所需的测量、时间间隔或持续时间。

例如，美国国家电气规范规定，电流或功率测量要在 30 天时间内，以平均 15 分钟的时间间隔进行。除了满足有关机构的规定外，在进行大的系统改动之前进行记录还有助于以后进行的系统调试。

电能质量研究和调试研究尝试回答以下问题：“这个系统的状况正常吗？”。在这些应用中所采取的策略是进行广泛测量，并记录下尽可能多的数据。理想情况下，我们需要对电压、电流和功率趋势以及瞬变等事件进行记录。

在按下 RECORD 按钮之前

- 不要匆忙开始记录。先要通过对电压高低、电压波形/失真、电流、不平衡等进行定点测量，收集尽可能多的信息。这些信息可引导您发现问题，或者帮助您决定下一步所要做的事情。
- 请对连接进行检查。如果仪器具有相量图或滤波器显示，则通过它来验证连接是否正确。
- 借用一句老话：三思而后行。如果您正在记录趋势，则核查一下记录时间间隔。如果您正在进行事件或瞬变捕获，则核查一下限值。
- 在将监视仪留在现场进行长期记录以前，先进行一个小时的短时间记录。这将帮助您发现仪器设置中的问题，并可能有幸发现正在寻找的情况！



在记录过程中使用 FLuke 1750 电能记录仪的无线 PDA 功能来查看数据。