

进行精确的冲击电流测量

技术应用文章

人们估计，美国所消耗的电能中的 65% 都是由电机消耗的，工业所消耗电能的 78% 被用于为电机提供电能。如果在美国所销售的所有电机都符合由美国能源效率协会制定的能效目标，公司就会节省 233 亿 kWh 能量，价值为 10 亿美元。再加上在全国范围内存在能源短缺，难怪人们日益迫切要求在工厂中安装高效电机。

虽然高效电机与能效较低的老式电机相比消耗较少电能，但它们在启动时更可能使线路保护装置脱扣。脱扣是由初始启动电流（或冲击电流）引起的，该电流可能要比稳定状态的工作电流高出几倍。虽然所有电机都会吸入冲击电流，但在高效电机中，这种电流要高得多。例如，在三相电机中，冲击电流一般可持续 75-150 毫秒，电流峰值在 500% 和 1200% 之间。尽管时间很短，但这种冲击电流可能会产生问题。

冲击电流最让人讨厌的后果就是线路保护装置的“恼人脱扣”。如果保护装置的设计不能处理所产生的冲击电流，则在线路通电或工作期间，设备就会发生脱扣。

因此，对冲击电流进行精确测量不仅仅是因为方便才进行，这种测量是电机安装中的关键一环。福禄克设计出了具有精确测量冲击电流能力的一组工具。Fluke 335、336 和 337 钳形表通过一种专有算法和高速数字信号处理来过滤电气“噪声”，并捕获线路保护装置可感测到的启动电流。

恼人的脱扣

在对使用 Fluke 330 系列钳形表的客户进行研究时发现，所探讨的问题之一就是电机引起的断路器的恼人脱扣。客户说，仪表的精确地测量冲击电流的功能非常有用。

在考虑如何在 330 系列中实现这种功能时，福禄克公司的工程师检查了用于执行此功能的现有方法，如峰值保持、最大值保持以及最小值/最大值保持。事情变得很清楚，过去的方法是不充分的，因为没有一种方法可以给出能够精确描述线路保护装置所经历过程的读数。福禄克决定研究电机启动时所发生的事情，以及电流吸收曲线是如何对断路器或过载保护装置产生作用的。

在对电机启动电流曲线进行研究之后，福禄克在仪表中实现了作为测量启动电流的更佳方法的冲击电流测量功能。以前测量冲击电流的方法中最常见的问题之一是，测量不一定与电机启动同步，因此测量值会不准确或没有重复性。

为了避免这种弊端，330 系列的冲击电流测量功能可在冲击电流发生的精确时刻启动。技术人员首先要使钳形表的冲击电流测量功能处于“待命”状态。



仪表随后可由冲击电流触发。一旦被触发，它就会在 100 ms 期间内获取大量样点数据，然后对数据进行数字滤波和处理，以计算出实际起动电流。这样，与以前的钳形表相比，就会得到更为精确的起动电流同步指示。

为什么显示屏会显示一个比断路器的额定值高的值？

根据电机类型，起动电流可达到正常运转电流的 4 到 12 倍。例如，如果电机的运转电流为 8 A，起动电流为运转的 5 倍，则 Fluke 330 系列钳形表显示屏上的读数就应该是 40 A，即使断路器的额定电流是 20 A。

断路器或过载保护装置没有发生脱扣的原因是，这两种设备都具有一个时间对电流曲线，它可以指示出多大电流在多长时间可以通过而不会使线路断开。如果运转电流与断路器的连续额定值过于接近，则电机通常总会在起动时使断路器脱扣。

峰值、最小值/最大值和冲击电流

不同品牌的钳形表将使用不同的术语来描述相同的测量，了解这一点十分重要。另外，功能的实际操作可能也会与名称所指示的内容有明显不同。尽管不同品牌之间在这方面差异很大，但福禄克公司始终使用以下术语。

模拟峰值

具有最大值捕获功能的最早的福禄克手持式仪表为 8024A 数字式万用表 (DMM)。它具有一个模拟峰值保持电路(标记为“Peak Hold”)，可以捕获持续 10 ms 或更长时间的最高峰值，而不管该峰值在何时出现。

从严格定义的角度看，这是一个正确标记的功能，因为它确实捕获的是实际峰值，但它不一定会测量到冲击电流。

数字最小值/最大值

较新的福禄克数字式万用表(如 Fluke 27)具有一个最小值/最大值功能(更正确的名称应该式“数字最小值/最大值”)。它对模数转换电路的一部分进行检测以获得测量值，并基于仪表的系统时钟。因此，它可在需要的时刻进行测量，在许多情况下，测量并不与起动事件重合，可能会部分或全部将事件错过。

Fluke 87 是第一种具有 1 ms 模拟峰值和 100 ms 数字最小值/最大值功能的手持式仪表，可以测量时间相对较短或时间中等到较长的事件。

同样，100 ms 最小值/最大值功能具有与以前的 27 型仪表相同的限制，测量没有与事件的发生同步。

第一种具有最大值保持功能的福禄克钳形表是 Fluke 36。虽然这种功能是以模拟值跟踪和保持的形式实现的，但在交流模式中，Fluke 36 会检测交流模拟有效值转换器的输出。这样就显著降低了响应速度，因此，Fluke 36 仅适用于测量持续几百毫秒或更长时间的事件。很不幸，这种响应速度对于像冲击电流这样的短时事件来说太慢了。

337 钳形表上的最小值/最大值是一种数字最小值/最大值(与 Fluke 27 类似)，它会在每次显示刷新时进行更新。它的采样窗口会在每 400 ms 中打开大约 100 ms 并获取大量读数，并适时更新最小值或最大值寄存器。

这种类型的最小值/最大值对于长时间事件非常有用(如发生在负载很高或很长线路上的事件)，可以记录更多的有规律的电压降低或负载升高，但不适合进行冲击电流测量。

Fluke 43B 电力质量分析仪和 Fluke 330 系列钳形表上冲击电流测量功能的比较

福禄克还在其它仪表上加入的冲击电流测量功能(如 Fluke 43B 电力质量分析仪)，但尽管名称相同，它们之间是有差别的。

同样，330 系列精确地在起动电流开始后的 100 ms 期间内获取大量样点，然后对样点数据进行数字滤波和处理，以计算出实际起动电流。

相比之下，当从 Fluke 43B 菜单中选择“inrush”(冲击电流)功能时，它会以数字方式捕获电流波形。随后，可以使用一个光标来查看所采集的电流波形的任意点处的瞬时电流值。43B 是以一种电流对时间的高速图形的形式而不是以单个读数的形式来表示冲击电流的。

工作中的正确工具

新型高效电机需要更好的工具来分析并纠正高冲击电流的后果。Fluke 335、336 和 337 钳形表可以精确地(最重要的是可以同步)捕获冲击电流，并提供可准确描述线路保护装置所经历过程的读数。针对所进行的工作使用正确的工具，您就可以防止对工厂设备的投资受到损失，并避免安装新型电机时所固有的一些恼人问题。



安全第一

福禄克公司在其所有产品中都十分注重安全性，采用了业内领先的帮助确保获得安全工作条件的保护措施以及电气技术人员所需的产品技术参数。福禄克公司不断地积极改进其电气安全计划，通过教育活动来提高员工对工业电气危险以及产品标准的认识。

福禄克安全计划在手持测试工具的安全性问题上走在了前面，它可教给用户如何识别哪些产品符合工业标准并通过独立测试，并在一线电工人员、技术人员和故障排查人员中推广安全工作实践。福禄克的的安全活动是一项持续性的计划。通过这项计划，公司提供了教育研讨会和录像资料，概括介绍了工作场所中存在的危险以及如何避免因在危险环境中使用产品不当而造成的伤害。

其它资源

- 福禄克公司
www.fluke.com
- IEEE
www.ieee.org

术语表

模数转换器	模拟-数字转换器。 一个将模拟信号转换为数字信号的电子硬件装置。
模拟峰值	所测量到的持续一定时间的最高峰值（通常毫秒计）。
断路器	单相系统中的线路和设备过载保护装置。
数字最小值/最大值	特定时间段内最小值和最大值的测量值（如电压、电流或电阻）。
冲击电流	通常在电机启动时持续 40-150 ms 的一种瞬变状况。
过载保护装置	电机启动控制系统中的装置，如加热线圈、过载脱扣器、热脱扣器等。世界范围内针对这些装置使用了许多不同的术语。