

如何检查和测量电力系统的谐波

技术应用文章

在电力建设规划阶段,承包商可以根据实际的电气负载来设计系统。因为现在的商业和工业电力系统中存在着大量的非线性负载,整个负载包括非线性负载产生的谐波电压和电流的附加效应。典型的非线性负载包括荧光灯镇流器、计算机、和调速马达驱动等。

负载的分配和平衡是一个基本要素。对于显著的非线性负载系统,选择K因数变压器可能是另一种方法。具有不同K因数的变压器可供选择。K因数是由变压器所能承受的谐波数量决定的。在一些情况下,可能会用到谐波滤波器或相位校正元件。

对于已经存在的电力系统会怎样呢?这些系统至少是在五年前设计的,谐波的影响还没有被广泛地认识到。在这些系统中,谐波的危害是潜在的,一个很小的增长就会导致变压器或其它设备过早损坏或逐渐毁坏。本文描述了如何现场检查已经存在的电力系统的谐波,以及如何防止谐波引起的停机和昂贵的维修问题。

已经存在的系统的谐波

谐波的前兆在整个配电系统都可以显示,而不一定非要在谐波源。例如:荧光灯照明系统的谐波可以回流到配电变压器中—甚至到达它的一次绕组中。这个变压器可能处于良好的工作状态,但还是遭到其它负载产生的谐波的毁坏。

通过对设施简单的巡视,你可以很快收集到决定谐波失真位置和水平所需的数据。一个手持式谐波表,例如Fluke43电力质量分析仪,将是指导你的理想工具。确认该工具一定是真有效值测量仪器—这是测量非正弦信号必须的。

下面是一些指示谐波的现象:

中线电流偏高

许多商业建筑都有一个 Δ -Y方式的208 / 120变压。这些变压器通常给插座供电。在带有单相非线性负载的三相四线制系统中,三次奇数倍谐波无法抵销,而是在中线导体相加。如果一个系统存在许多这样的负载,那么中线电流就会超过任何一相的电流—因为中线没有断路器保护,这将是非常危险的。

利用手持式谐波表测量一个三相负载的中线电流(见图1)。将测量到的中线电流与从不平衡相电流估计的数值相比较。中线电流是三相电流的矢量和,并且当三相电流在幅度和相位都平衡的时候,中线电流通常为0。如果中线电流比预计的要高,三次奇数倍谐波将是非常可能的原因,这时变压器将需要降载使用。

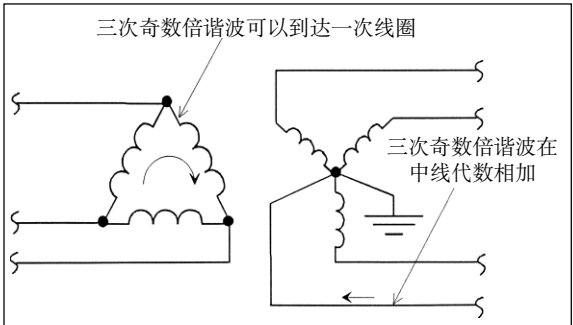


图1.三相系统中三次奇数倍谐波在中线上叠加 由于中线没有熔丝保护,过热将导致火灾。

利用F43测量的接线如图2所示:

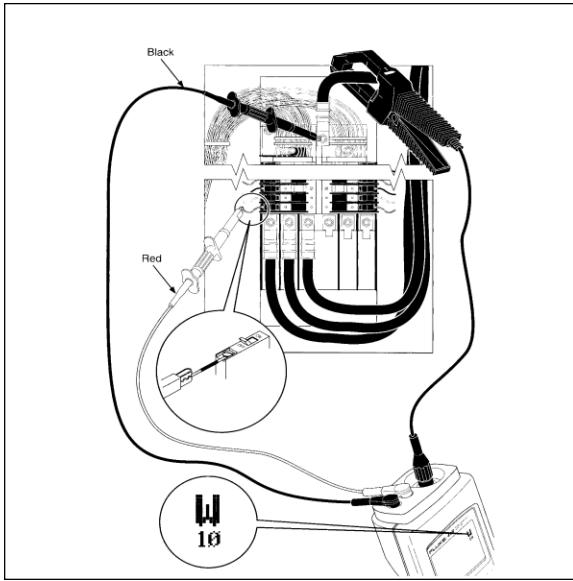


图2. 插座中线测量

断路器的误动作

热磁断路器利用双金属开断机构,对电流波形的实际热效应产生响应。峰值感应断路器只是对电流波形的峰值产生反应,因此对于谐波电流不可能产生完全正确的反应。对于任何一种断路器,如果所有负载的总和还不至于使断路器动作,那么谐波很可能是其动作的原因。

利用F43测量的接线如图3所示:

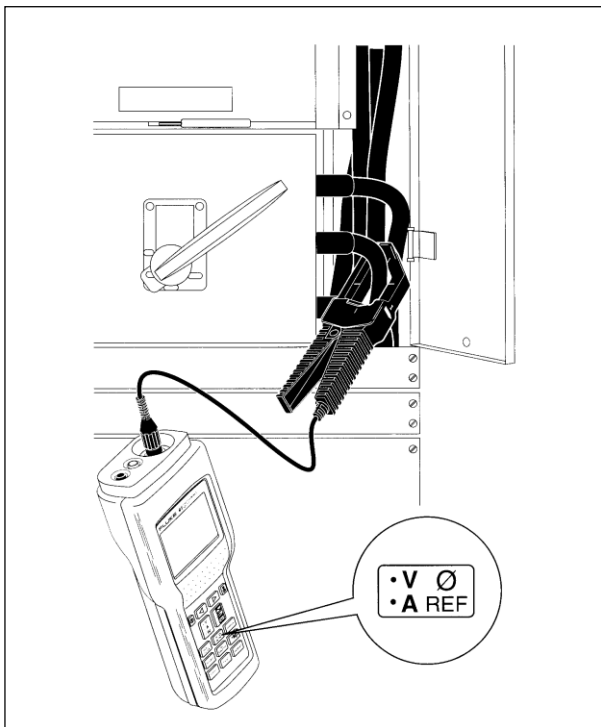


图3. 断路器测量

母线和接线板的过热

中线母线和接线板的尺寸是按相电流的额定值设计的,并不包括谐波引起的附加负载。当中线导体由于三次奇数倍谐波而过载时,它们也会过载。对于它们的过热现象,也可以怀疑是由上述谐波造成的。

电气柜的振动

按50Hz设计的配电柜在高频谐波电流产生的磁场下会发生机械谐振。如果配电柜振动并发出嗡嗡的声音,很可能是由于在谐波频率下的谐振造成的。

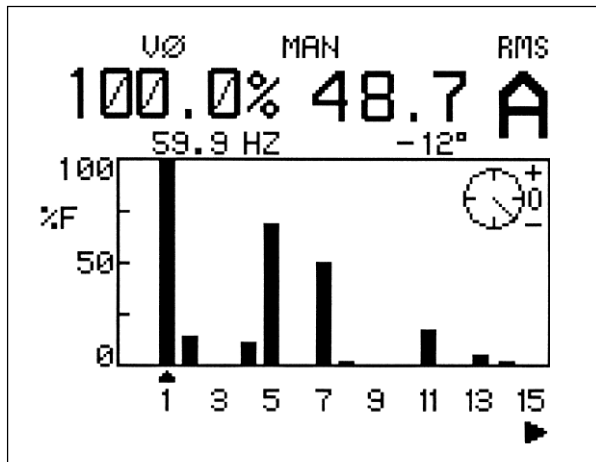
通讯系统中的音频干扰

通讯系统经常提供谐波问题的首要线索。通讯电缆通常与中线导体并排敷设。中线导体中三次奇数倍谐波对通讯电缆产生的感应干扰,可以在电话线中听到。

变压器的不良表现

谐波可以引起变压器的芯损和铜损。变压器通常按50Hz的相电流负载设计。由于涡流和磁滞现象,高频率的谐波电流使芯损增加,与同样的基波电流相比产生更多的发热。当中线电流流到变压器时,会反应到三角形接法的一次绕组,并在这里循环导致过热和变压器毁坏。

利用谐波表,例如Fluke43电力质量分析仪,在一次侧和二次侧分别测量电流读数。通过Fluke43的柱形图显示各次谐波的水平(见图4)。数量显著的高次谐波起的芯损应当给予重视。



通过观察电力系统谐波的谱图,可以了解谐波问题的实质。在这个显示中,5次和7次谐波占主导地位,这种情况有时发生在存在电机驱动的系统。如果3次、9次和15次谐波占主导地位,将指示该系统存在一些单相的非线性负载。

利用F43测量的接线如图5所示:

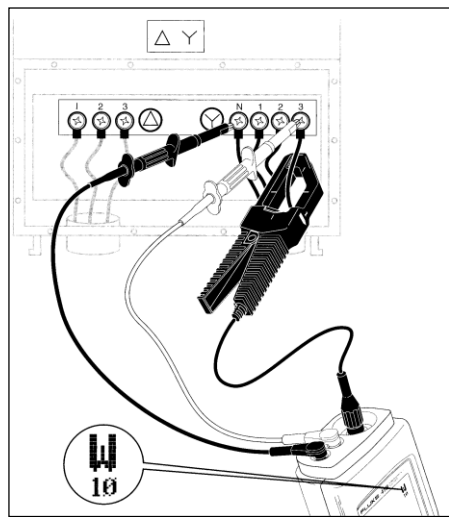


图5. 变压器测量

感应电机的过热

感应电机是线性负载,如果由良好的正弦波电压供电,将不会产生谐波电流。但是如果一个电机由畸变电压供电,将会由于集肤效应和涡流而过热。并且如果一些谐波电流是负序的一例如5次

或11次谐波—它们将试图改变电机的旋转方向，由此降低了转矩和效率。

利用 F43 测量的接线如图 6 所示：

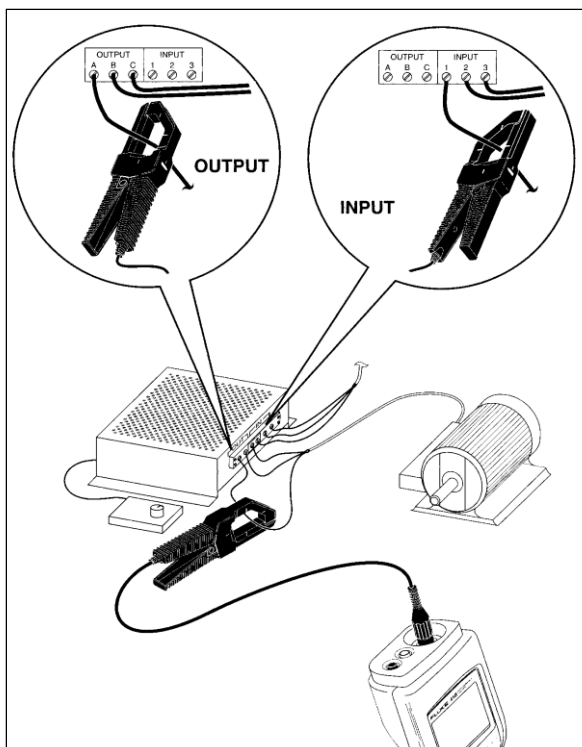


图6. 感应电机测量

发电机的过热或电气不稳定性

备用发电机会发生同变压器同样的过热问题。因为它们要给那些产生谐波的负载提供紧急供电，经常是更薄弱的地方。除了过热问题，某些谐波在电流波形过零点产生畸变，还会引发对发电机控制回路的干扰和不稳定性。

利用 F43 测量的接线如图 7 所示。

从测量到解决办法

如果系统中的电气负载绝大部分是非线性的，那么一台专业的谐波故障检测仪(例如Fluke43)，将是非常有价值的工具。当存在谐波时，谐波失真总量的真实读数使你能够预测到谐波的短期和长期效应。一台手持式谐波故障检测仪，还可以提供另外一个重要读数—K 因数。K 因数用一个数字表示，对于没有谐波的系统，K 因数为 1.0。高的 K 因数代表可以承受高的谐波水平。

一台专业的谐波故障检测仪与普通的测量工具相比有两个优点：

1. 对于某个单独的读数，可以减少测量的次数和冗长的计算时间，特别是确定那些复杂、变化的数据—如 K 因数和谐波失真总量有显著的优点。

2. 可以提供完整的谐波频谱，使有经验的工程师或技师能够迅速估计潜在的谐波源。

在进行故障检测时，要确定所得到的每个读数都是真有效值。真有效值读数对所有波形都是正确的，而不仅仅是正弦波。最重要的是，它可以确切地指示系统中谐波的热效应。在非线性系统中，谐波引起的发热是最危险的。系统电压的稳定性也将受到有害的影响。如果拥有先进的工具和故障检测的实践经验，你将可以控制所有这些问题。

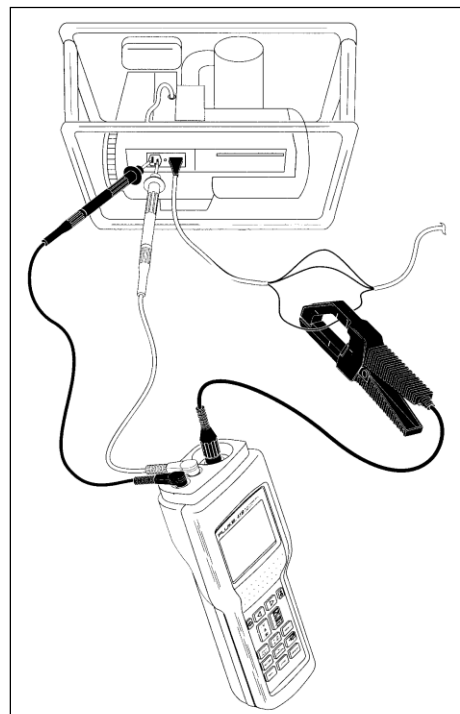


图7. 发电机测量