

降低谐波含量

技术应用文章

五年前,如果你建议公司检查配电系统的谐波,你肯定会遭到白眼。直到那时,关于谐波的讨论仍然是一个学术活动。虽然大家都知道谐波是存在的,并且怀疑它有实实在在的影响,但没有公司认识到它的影响是如此严重。

现在我们知道了,当电力变压器毁坏或感应电机过热时,我们可以猜测是谐波的原因。你可以进行简单的现场检查,并利用功率谐波表进行基本的测量就可以进一步验证你的猜测。你可以迅速发现系统内是否存在谐波以及问题的严重程度。你也可以知道怎么解决它。

基波

当线性负载施加正弦波电压时,电流也是相同频率的正弦波。但非线性负载要获取阶跃脉冲电流。这种方式可以提高设备的功效,但却在负载电流中引起谐波。见图1。

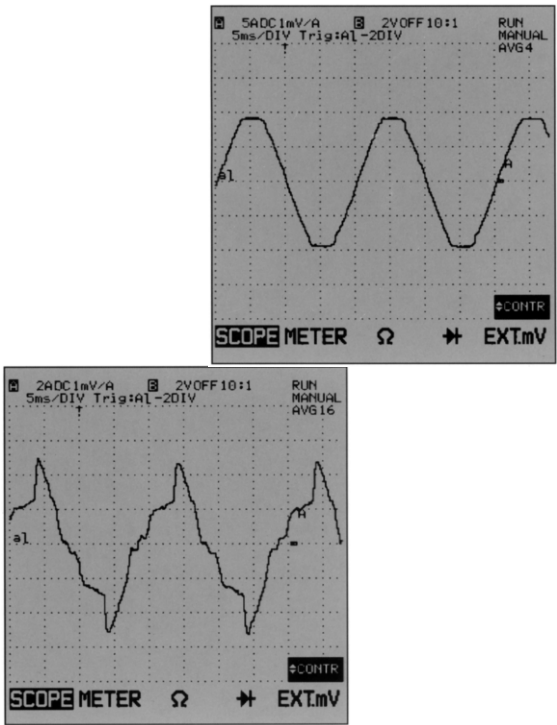


图1. 完全线性分枝电路的电流波形(上),当有非线性负载时,谐波和基波叠加产生畸变波形(下)。

到底什么是非线性负载呢?比如电子控制电焊、调速电机驱动、计算机、打印机等。电子镇流荧光灯也是非线性的,大量的数量可以形成一个累积的非线性负载。

在3相4线制系统中,某些谐波可以相互抵销,而另外一些却相互叠加。带有高频率的谐波分量的过电流,可能导致配电盘、变压器和负载本身的过热和烧毁。

非线性负载与线性负载的比率可以提供潜在的谐波过载的线索:比率越高,谐波过载的可能性越大。即使线性负载和非线性负载分布在许多分枝电路上,也不能假定谐波的影响会有一定程度的降低。导致谐波问题往往是单个非线性负载的累积效应。

谐波水平

谐波可以用次数、水平和相序来分类。每次谐波频率都是基波频率的整数倍。如果基波频率是50Hz,那么2次谐波就是100Hz,3次谐波就是150Hz,等等。注意表1所示,2次谐波是负序,3次谐波是零序,4次谐波是正序,依此类推。

表1. 谐波分类

	2 nd 谐波	3 rd 谐波	4 th 谐波	5 th 谐波	6 th 谐波	7 th 谐波	8 th 谐波
50Hz	100	150	200	250	300	350	400
相序	-	0	+	-	0	+	-

检查配电系统

我们来看下一个典型的工业建筑配电系统的五个位置。见表3。在每一个位置,如表所示,谐波有明显的影响和危害。利用手持式谐波分析仪(例如Fluke43),按照一定的维护程序,你可以在设备发生毁坏之前消除谐波的危害。

当电路中出现谐波时,有必要对各个谐波含量进行区分以便找到相应的谐波源。一个理想的故障检测工具应该能够提供三种测量信息:实际的波形、能够显示谐波水平的谐波频谱和信号的数值显示。并且所有这些信息应该通过一两个按键就能获得。

你可以按照表3的指导,在你的工厂一步步进行工作。首先,我们建议检查表中所列位置有没有出问题的迹象。按照“测试程序”一列进行测量。对于每个测量,我们建议使用真有效值测量仪器,例如Fluke43 电力质量分析仪或Fluke41B 谐波分析仪。我们不能夸大利用真有效值进行谐波测量的重要性,您可以参看附文“为什么使用真有效值测量仪器”,了解更详细的信息。

沿着检查路线,注意任何能够指示谐波的现象:比如,发热的变压器、发热或产生振动的电气柜、不稳定运行的马达等。现在这些谐波问题的前兆应该引起你的注意了,以防止导致最终的故障和系统停机。

表3. 配电系统各个位置处理谐波的典型方法

位置	谐波的影响	危害	测试程序	补救方法
由 Δ -Y 变压器供电的单相插座	在共用的中线中 3 次奇数倍谐波会进行代数叠加	电流可能会感应到变压器的一次侧造成过热和故障	1. 测量变压器二次侧的相电流和中线电流 2. 利用谐波频谱观察相电流中各次谐波的数值 3. 在变压器的二次侧决定相电流的 K 因数	变压器降载, 加谐波滤波器, 或使用 K 因数变压器替代老变压器
负荷中心断路器	谐波可能导致热磁式断路器动作 谐波可能导致峰值感应断路器在低电流动作, 或者当峰值低于正常值时断路器动作失灵	断路器故障动作, 或导致关键设备停机 断路器故障动作, 或危险的过热损坏设备	1. 检查负荷中心相电压的平峰 2. 测量馈线导体电流, 验证配电柜在负载的额定范围内运行 3. 测量馈线中线电流, 如果读数高说明有谐波存在 4. 将测量电流与导体、接线板和母线的额定值比较 5. 比较单独的分枝电路电流与断路器的额定值 6. 检查分枝电路由于 3 次奇数倍谐波造成的过载	平衡负载, 安装零序谐波滤波器 (仅在特殊条件下), 利用满足非线性负载的断路器, 更换老的配电柜
照明电路导管	谐波引起的过热可能导致导体绝缘损坏	危险的过热, 短路, 或电路中断	1. 感觉导管是否过热 2. 测量馈线中线电流, 如果电流过高, 将测量值于导体、接线板和母线的额定值比较 3. 测量相电流的谐波失真总量	减少每个导管的导体数量, 或安装低谐波镇流器
感应电机	如果供电电压失真, 谐波将通过电机循环。负序谐波电流将降低电机转矩。	电机损坏或烧毁	1. 在电机端子测量电压有效值和铭牌上的额定值比较 2. 观察相到相电压的不平衡 3. 观察电压波形是否有明显失真 4. 测量谐波失真总量(电机满载应小于 5%) 5. 查看电压谐波谱图。如果有比较大的 3 次谐波, 谐波源可能是照明镇流器或插座负载 6. 如果有大的 5 次谐波, 谐波源可能是调速电机或其它的三相非线性负载	重新分配负载或安装谐波滤波器
无功补偿电容	与配电网的感性阻抗在高于基波的某些频率形成谐振电路	虽然用来修正功率因数, 在谐波出现时可能损坏	1. 检查电容器的谐波电流, 5 次和 7 次比较典型 2. 检查值得怀疑的电机驱动的相电流, 看是否有其它的大非线性负载或 5 次谐波	将电容器移走, 安装线路电抗器, 或安装特殊设计的无功补偿网络

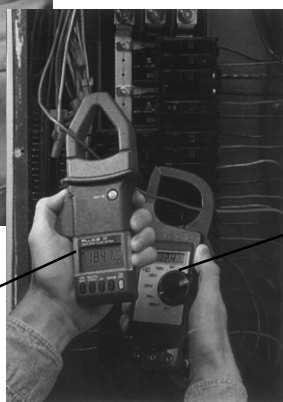
在表3的“补救方法”一列中，我们列出了一些措施，以便在导致故障之前减少谐波的影响。但是首先应该通知咨询公司或对谐波问题有经验的工程师。每个补救方法都涉及费用和系统运行方式的问题；在采取某一措施之前应该认真考察所有的方案。

附文

为什么使用真有效值测量仪器

绝大多数电气设备负载的额定容易都是用真有效值电压和电流来

表示，真有效值的意义何在？在配电系统，关键是考虑热效应，而且热效应和真有效值电流成正比而不是平均电流或峰值电流。真有效值测量仪器提供了各种信号的确切读数，而平均响应测量仪器只能对完好的正弦波给出确切的读数。因为非线性负载使波形发生明显失真，基于平均响应的测量仪器无法提供正确的读数——测量值比实际的电压或电流要低 20% 以上。在有非线性负载的系统，只有真有效值测量仪器能够正确测量各种信号和它们的热效应。



真有效值

平均响应