

低成本驱动器可能会 是一种代价高昂的选择

技术应用文章

在需要更换旧式的机电式电机起动器时，新型低马力可变速驱动器 (VSD) 好象是一个具有吸引力的选择。毕竟，这些驱动器与电机起动器相比具有很多优点。它们不会产生冲击电流，不会产生开关瞬变，并且具有很高的唯一功率艺术。并且，它们不是十分昂贵。实际上，我们可以期待有一天固态驱动器会取代许多（即使不是决大多数）机械式起动器，就像是可编程逻辑控制器 (PLC) 取代了基于机械继电器的控制装置那样。

但是要小心，低马力驱动器（特别是低成本的型号）可能会带来被隐藏起来的潜在成本和停产风险。

驱动器设计中另人吃惊的一个进展，就是较新型的驱动器的尺寸得到降低。工程师们通过各种方法将更大的功率装填到尺寸更小和更为紧凑的装置中，使得低马力驱动器现在具有与机械式起动器大约相同的体积。

从历史上看，制造更小型驱动器时的一个较大障碍是需要将热量消散。一个驱动器首先将交流正弦波转换为直流电流，然后将直流电流储存在电容器组中（一个称为直流链路的部分）。然后，逆变器将直流电流转换为一个脉宽调制 (PWM) 信号，这是一种合成的交流波形。

该过程是一个热量的原始发生器。但在较新型驱动器中，开关动作是由一个称为绝缘门双极晶体管 (IGBT) 的部件完成的。IGBT 经过开发可携带越来越大的电流，但对于本文中的问题更为重要的是，IGBT 的开关速度变得越来越快（100-200 ns 左右）。开关的速度越快，其效率就越高（理想开关从关到开的时间接近零秒）。

为什么？因为关闭或接通的一个开关不会消耗能量（忽略任何导体两端的微小电压降）。一个开关只会浪费一些能量，即在从关到开（或相反）的过程中会产生热量。开关速度越高，热量损失越小，效率越高。结果是需要使用更小一些的散热器和风扇，从而使驱动器更加紧凑。



优点

除了节省能量之外，驱动器还提供了有利于配电系统的稳定性和耐用性的许多其他优点。

- 驱动器不会产生冲击电流(电流通常被限制在额定电流的 10% 以内)。与直接加压起动电机的起动有关的冲击电流会引起电机的恼人脱扣。它们也可能引起会干扰其它负载的电压突降。驱动器会使电机实现“软起动”，通常会在 20-30 秒内使电机转速逐渐提高并达到满转速。
- 驱动器具有很高的位移功率因数，从而无需使用功率因数校正电容器。
- 驱动器可将电机关闭时引起的开关瞬变(尖峰电压)隔离开。驱动器通常会在 20-30 秒时间内使电机转速线性下降。当驱动器最终关闭之后，电机会在低转速和低电流下运转，从而产生相对较低的电压尖峰，这种电压尖峰很容易被驱动器的直流链路部分吸收。
- 驱动器具有可编程的电机控制、保护甚至通讯功能，远远超过了由机械式起动器的接触器、脱扣装置和辅助触头所提供的功能。例如，可以对驱动器进行编程而使电机反向旋转，从而不用使用附加接触器。
- 在单相系统中，可以通过驱动器用更为坚固的三相电机来更换单相电机。这是因为可变速驱动器可以接受单相输入侧电压，并在负载(电机)侧输出一个三相信号；换言之，它们可将单相电压“转变为”三相电压。

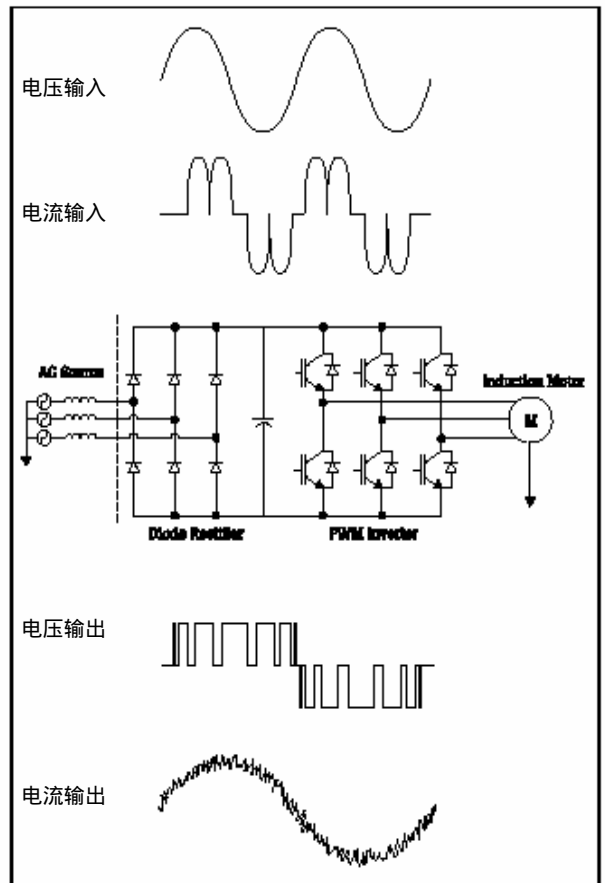
但是，驱动器除了对配电系统和电机本身产生积极影响外，也有一些消极影响。像谐波和电机-驱动器兼容性这样的问题，对于小型和大型驱动器来说基本上是相同的。差别在于，较小型驱动器和电机可能不会得到较大型和更昂贵的驱动器所得到的那样的关注。可变速驱动器越大，产生的谐波越多。例如，一台 250 马力的驱动器几乎可能会得到工程技术关注以减轻其谐波。一个 5 马力或更小的驱动器常常只会得到很少的关注。从经济性和对运行的影响来看，这经常是非常有道理的。但是有些时候，也需要保证对小马力驱动器进行仔细分析。

缺点

在单相系统中，驱动器会产生三次谐波，并产生少量五次谐波。在商业楼宇建筑的四线制系统中(三条相线+中线)，它们会使三次谐波电流在一条共用中线上相加在一起，这是安装一条规格为馈线电缆规格两倍的很好原因。由于小型驱动器会使总谐波负载增加，因此，所进行的任何线路测量都需要使用一块真有效值仪表以提高准确度，特别是在进行电流测量时。存在谐波时，平均响应电流测量仪表可能会提供偏离真实值高达 40% 的读数。

在三相系统中，五次谐波是驱动器所产生的主要形式谐波。五次谐波是一个负序谐波：它可以产生一个趋向于使电机反向转动的反向转矩。五次谐波不会影响驱动器本身的电机或其它具有驱动器控制的电机，但它会影响到带有直接机械式起动器的电机。

由大得多的基频电流带动的直接加压起动电机仍会正向旋转，但五次谐波将带来带来附加热量，随着时间的推移，会对定子绝缘产生极大的破坏作用。如果一台驱动器与一台直接加压起动电机共用一条母线(例如在电机控制中心中)，就可能会对电机造成损坏。请注意，这种五次谐波可能对上游配电系统几乎不会产生任何影响(即只会引起非常小的上游电压失真)，因为其谐波电流与谐波总和相比可以忽略。但是在源阻抗处于最高值的局部，一组低马力驱动器可能会在局部公共耦合点(PCC)处引起足够的电压失真，从而影响共用该 PCC 的电机负载。



一个三相可变速驱动器吸收非线性电流，将谐波注入到电力系统中。

防止出现谐波的第一道防线应该在驱动器本身。一个电抗线圈(有时成为连结电感)被集成到许多驱动器的直流链路中。该线圈趋向于降低驱动器输入侧的电流失真。它还可以保护驱动器不受进入直流链路中并引起直流过电压脱扣的瞬变过电压(显著的电容器开关瞬变)的影响。

在一些成本较低的驱动器中,厂商通过取消电抗线圈来降低成本,从而使驱动器成为了一个“谐波发生器”。在将驱动器安装在带有一台直接加压起动电机的母线上时,这种情况尤为严重。在此情况下,可以通过安装一个输入线路电抗器或隔离变压器来对这种问题进行纠正。

不过,购买带有一个连结电抗器的驱动器并不能保证不出问题。当在一条母线上连接有很多小型驱动器且它们一起累积产生足够的谐波失真而带来问题时,就会发生类似的谐波问题。在此情况下,安装一个经过调节以截流五次和七次谐波的无源滤波器(正像在大马力驱动器上所做的那样)可能不会有什么意义。原因是,小型负载是高动态的,不断变化的负载是单单一个无源滤波器所无法减轻的。在这种情况下,可以使用有源谐波滤波器。这些部件可跟踪谐波电流,并生成一个具有相同谐波和相同幅度的不同相反向电流,以抵消原始谐波。它们对于谐波电流不断发生改变的动态负载尤其有效。

电机兼容性

可变速驱动器也可能存在电机兼容性问题,特别是在将驱动器进行改装以用于老式电机时。IGBT 的高速开关连同较长的电缆可能会引起峰值电压为直流链路电压的 2 到 3 倍的过电压反射(也称为驻波电压或峰峰值电压或电晕电压)。许多驱动器厂商都会规定电缆长度不得超过 100 英尺,但有时这个长度也过长。它们趋向于使电机的前几个绕组上的绝缘发生穿孔,从而引起定子绝缘的提前失效。这是带有 PWM 输出的高马力和低马力驱动器的常见问题。但是,成本较低的低马力电机是极为脆弱的。它们的定子绕组经常随机缠绕(这是一个成本比较低的生产工艺),这意味着相邻导线之间可能具有很高电压,使得它们更容易受到过电压反射的影响。以前,常见的解决方法是放置一个低通滤波器(通常在驱动器输出处)以将过电压降低。但是近年来,已经设计出额定电压达 1500 V 的变频电机,以专门应对过电压反射(NEMA MG-1 的第 IV 章第 31 节对变频电机做了规定)。许多驱动器厂商目前都要求将这些电机与他们的驱动器结合使用。

如果您拥有涉及到可能会产生谐波的可变速驱动器的情况,则要做的第一件事就是在配电系统的关键点处进行测量,以确定存在的谐波大小。

对波形的谐波失真以及各个谐波进行的测量可以轻松地使用像 Fluke 43B 电力质量分析仪这样的手持式仪表来完成。过电压波形可以使用 ScopeMeter® 测试工具或 Fluke 43B 的示波器功能进行观察。

总结

低马力交流驱动器已成为用于替换机电式起动器的越来越常见的设备。与高马力交流驱动器一样,它们提供了优于传统技术的许多优点。但是,像较大型驱动器那样,它们也存在着应用和测量问题,如谐波和过电压反射。