

浅谈变频器谐波危害的治理措施

左松波 (中国石油天然气股份有限公司吉林油田分公司新木采油厂)

摘要: 本文对变频器产生的谐波问题作了较为详细的描述,并对目前解决谐波问题的措施作了全面的分析,提出了可供参考的解决方案。

关键词: 变频器 谐波危害 谐波治理

0 引言

变频器是工业调速传动领域中应用较为广泛的设备,由于变频器逆变电路的开关特性,对其供电电源形成了一个典型的非线性负载。变频器在现场通常与其它设备同时运行,例如计算机和传感器,这些设备经常安装得很近,这样可能会造成相互影响。因此,以变频器为代表的电力电子装置是公用电网中最主要的谐波源之一,电力电子装置所产生的谐波污染已成为阻碍电力电子技术自身发展的重大障碍。

1 变频器谐波的产生

从结构来看,变频器可分为间接变频和直接变频两大类。间接变频将工频电流通过整流器变成直流,然后再经过逆变器将直流转换成可控频率的交流。直接变频器则将工频交流转换成可控频率的交流,没有中间的直流环节。它的每相都是一个两组晶闸管整流装置反并联的可逆线路。正反两组按一定周期相互切换,在负荷上就获得了交变输出的电压 U_0 , U_0 的幅值决定于各整流装置的控制角,频率决定于两组整流装置的切换频率。目前应用较多的还是间接变频器。间接变频有三种不同的结构形式:①用可控整流器变压,用逆变器变频,调压和调频分别是在两个环节上进行,两者要在控制电路上协调配合。②用不控整流器整流斩波器变压、逆变器变频,这种变频器整流环节用斩波器,用脉宽调压。③用不控整流器整流, PWM 逆变器同时变频,这种变频器只有采用可控关断的全控式器件(如 IGBT 等)输出波形才会非常逼真的正弦波。无论是哪一种的变频器,都大量使用了晶闸管等非线性电力电子元件,不管采用哪种整流方式,变频器从电网中吸取能量的方式均不是连续的正弦波,而是以脉动的断续方式向电网索取电流,这种脉动电流和电网的沿路阻抗共同形成脉动电压降叠加在电网的电压上,使电压发生畸变,经傅里叶分析可知,这种非同期正弦波电流是由于频率相同的基波和频率大于基波频率的谐波组成。

2 变频器谐波的危害

一般来讲,变频器对容量大的电力系统影响不是十分明显,但是对于系统容量小的系统,谐波产生的干扰就不可忽视,它对公用电网是一种污染,客观的存在对公用电网和其它系统的危害大致有:

2.1 谐波使公用电网的元件产生了附加的谐波损耗,降低了发电、输电及用电设备的使用率,大量的三次谐波流过中线时会使线路过热甚至发生火灾。

2.2 谐波影响各种电气元件的正常工作。谐波对电机的影响除引起附加损耗外,还会产生机械振动、噪音和过电流,使电容器、电缆等设备过热,绝缘老化、寿命缩短以至损坏。

2.3 谐波会引起公用电网局部的并联谐振和串联谐振,从而使谐波放大,这就使上述的危害大大的增加,甚至引起严重事故。

2.4 谐波会对临近的通讯系统产生干扰,导致通讯质量降低,甚至信息的丢失,使通讯系统无法正常工作。

3 变频器谐波的治理

3.1 安装适当的电抗器

变频器的输入侧功率因数取决于装置内部的 AC-DC 变换电路系统,可利用并联功率因数校正 DC 电抗器,电源侧串联 AC 电抗器的方法,使进线电流的 THDV 大约降低 30%~50%,是不加电抗器谐波电流的一半左右。

3.2 使用无源滤波器或有源滤波器

使用无源滤波器其主要是改变在非凡频率下电源的阻抗,适用于稳定、不改变的系。而使用有源滤波器主要是用于补偿非线性负载。传统的方式多选用无源滤波器,无源滤波器出现最早,因其结构简单、投资少、运行可靠性较高以及运行费用较低,至今仍是谐波抑制的主要手段。LC 滤波器是传统的无源谐波抑制装置,它由滤波电

容器、电抗器和电阻器适当组合而成,与谐波源并联,除具有滤波作用外,还有无功补偿的作用。这种装置存在一些较难克服的缺点,主要是轻易过载,在过载时会被烧损,可能造成功率因数过引、偿而被罚款;另外,无源滤波器不能受控,因此随着时间的推移,配件老化或电网负载的变动,会使谐振频率发生改变,滤波效果下降。更重要的是无源滤波器只能过滤一种谐波成份(如有的滤波器只能滤除三次谐波),假如过滤不同的谐波频率,则要分别用不同的滤波器,增加设备投资。目前,在具体的谐波治理方面,出现了无源滤波器(LC 滤波器)与有源滤波器互补混合使用的方式,充分发挥 LC 滤波器结构简单、易实现、成本低,有源电力滤波器补偿性能好的优点,克服有源电力滤波器容量大、成本高的缺点,两者结合使用,从而使整个系统获得良好的性能。

3.3 采用多相脉冲整流

在条件允许或是要求谐波限制在比较小的情况下,可采用多相整流的方法。12 相脉冲整流 THDV 大约为 10%~15%,18 相脉冲整流的 THDV 约为 3%~8%,满足国际标准的要求。缺点是需要专用变压器,不利于设备的改造,价格较高。

3.4 使用滤波模块组件

目前市场上有很多专门用于抗传导干扰的滤波模块或组件。这些滤波器具有较强的干扰能力,同时还具有防用电器本身的干扰传导给电源,有些还兼有尖峰电压吸收功能,对各类用电设备有很多好处。

3.5 开发新型的变流器

大容量的变流器减少谐波的主要方法是采用多重化技术。几千瓦到几百千瓦的高功率因数整流器主要采用 PWM 逆变器可构成四象限交流调速用变频器。这种变频器不但输出电压、电流为正弦波,输入电流也为正弦波,且功率因数为 1,还可以实现能量的双向传递,代表了这一技术的发展方向。

3.6 选用 D-YN11 接线组别的三相配电变压器

三相变压器中把高压侧绕组接成三角形,低压绕组为星型且中性点和“11”连接以保证相电动势接近于正弦形,从而避免相电动势波形畸变的影响。此时,由地区低压电网供电的 220V 负荷,线路电流不会超过 30A,可用 220V 单相供电,否则应以 220/380V 三相四线供电。

3.7 使用无谐波污染的绿色变频器

绿色变频器的品质标准是:输入和输出电流都是正弦波,输入功率因数可控,带任何负载时都能使功率因数为 1,可获得工频上下任意可控的输出频率。变频器内置的交流电抗器,它能很好的抑制谐波,同时可以保护整流桥不受电源电压瞬间尖波的影响,实践表明,不带电抗器的谐波电流明显高于带电抗器产生的谐波电流。为了减少谐波污染造成的干扰,在变频器的输出回路安装噪声滤波器。并且在变频器答应的情况,降低变频器的载波频率。另外,在大功率变频器中,通常使用 12 脉冲或 18 脉冲整流,这样在电源中,通过消除最低次谐波来减少谐波含量。例如 12 脉冲,最低的谐波是 11 次、13 次、23 次、25 次谐波。依次类推,对于 18 脉冲,最低的谐波是 17 次和 19 次谐波。变频器中应用的低谐波技术可归纳如下:①逆变单元的并联多重化,采用 2 个或多个逆变单元并联,通过波形叠加抵消谐波分量。②整流电路的多重化,在 PWM 变频器中采用 121 脉冲、18 脉冲或者 24 脉冲的整流,以减少谐波。③逆变单元的串联多重化,采用 30 脉冲的串联逆变单元多重化线路,其谐波可减少到很小。④采用新的变频调制方法,如电压矢量的菱形调制等。目前,许多变频器制造厂商已非常重视谐波问题,在设计时已从技术手段上保证了变频器的绿色化,从而在根本上解决谐波问题。

4 结论

变频器的使用给人们带来了方便和巨大的利益,它必将更为普遍的使用。但是由于它所特有的工作方式,给公用电网带来了一定的破坏,成为电网谐波污染源之一,所以,分析和研究抑制谐波的方法将成为一个非常重要的课题。