

浅析电压型交流变频器谐波及抑制措施

蒋磊 赵帅兵

(中色科技股份有限公司 河南 洛阳 471039)

摘要: 在现实生产过程当中, 交流变频器的使用越来越广泛, 人们也越来越重视变频器的谐波危害。这篇文章主要讲述了变频器工作当中产生的谐波与危害, 以目前应用最广泛的电压型交-直-交变频器为例, 分析了变频器的网侧和负载侧谐波及其存在的一些规律, 最后, 提出了抑制变频器谐波的措施, 以期有效降低交流变频器谐波危害。

关键词: 交流变频器; 谐波; 抑制

0 引言

伴随着我国经济与工业生产的快速发展, 变频器控制系统因节能、可靠稳定以及维护简单的优势得到广泛的利用。但是由于开关主要特性存在于变频器逆变回路中, 造成系统负载具有典型的非线性, 这也让变频器系统在为工业生产和国民生活带来了便捷的时候, 也产生了大量的谐波影响设备的正常运行, 威胁用电安全。

交流频率转换器有两种类型: 交流-交流频率转换和交流-直流-交流频率转换。将交替功率频率流直接转换为频率与可控电压的频率转换器称之为交流频率转换器。利用变频器整流器将交替功率电流转变成直流电流然后再将直接电流转变成可控频率与电压的交流电流, 交流电流变频器称之为交-直-交变频器, 按照直流中间电路的不同, 储能部件可以分为电压频率转换器与电流速率转换器。

1 变频器谐波产生及危害

1.1 变频器谐波产生

根据国际公认的定义, 谐波是周期性正弦分量, 其中的频率是基本频率的倍数。非线性负载是电力系统谐波产生的主要原因。变频器是典型的非线性电源设备, 其中谐波主要是第 5 和第 7 谐波。

1.2 变频器谐波危害

变频器对大容量电力系统的影响是比较小的, 谐波的干扰对中小容量系统的影响力是不可以忽略的。变频器对公共电网与其他系统变频器的危害主要包括:

电气元件正常工作的时候受到谐波的影响。谐波不仅可以让发动机进一步加大流失, 工作过程当中还会产生噪音、机械振动和发热, 从而导致变压器和电缆等电气设备产热。如果长时间的进行操作还会导致绝缘老化, 甚至导致设备的损坏。

谐波引起电容器库的共振。当系统中出现高阶谐波时, 在电感和电容组成的串联或者是并联电路当中, 很容易引起谐波谐振, 增大谐波电压或谐波电流, 加剧谐波的损坏, 使电气设备产生噪声、振动和短路。

谐波干扰相邻的通信系统, 从而降低通讯的质量, 甚至还会导致通讯信息的丢失, 让通讯系统在运行过程当中出现异常。

2 谐波分析

变频器平均分流电流键中的储能元件采用大电容量, 其中电容可以对负载的无功功率起到缓冲的作用, 是电压型交流-直流-交流变频器的一个显著特点。主电路的直流网络由于容量大而相对稳定, 因此电机末端的电流波形状可以接近正弦波, 电压是方波或是阶梯波。网侧的电流波是非正弦波, 而电压波形状类似于正弦波, 因为它直接连接到网络的电源侧, 由于这个交-直-交变频器内阻比较小, 相当于电压源, 所以才称为电压型变频器。

2.1 网侧谐波电流分析

电压型交流-直流-交流变频器产生的谐波电流注入供电系统, 将降低和影响公共电网的稳定性。因此, 需要分析网侧的谐波电流, 与此同时也是为网侧谐波电流抑制提供了有效的证据。

电压型交-直-交变频器的整流部分主要是一个三相桥式整流电路, 其中主要包括六个二极管组成。同时, 直流电并联着一个大容量, 除此之外还起到了存储电荷、吸收杂波、平滑直流侧电压的作用。电压源交流-直流-交流转换器网络旁边的电压约为三相正弦波, 而内部整流部分约为电压源。电压型交-直-交变频器整流侧等效电路图如图 1 所示。

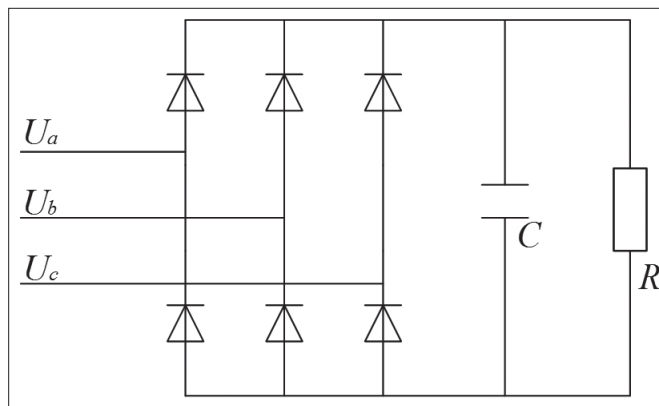


图 1 电压型交-直-交变频器整流侧等效电路

从图 1 中可以发现电压型交-直-交变频器中整流器的负载是电容-电阻性质。一般说来, 电压型交-直-交变频器网侧电流的谐波含量比直流传动整流装置网侧电流的谐波含量高。

虽然,电压型交-直-交变频器网侧谐波电流不易精确计算,但其特性具有一定规律。网侧电流含有 $6k \pm 1$ 次谐波,其中 $k=1, 2, 3 \dots$ 。二极管的导通角与负载的大小同时也影响网侧电流畸变率和各次谐波含量,在此当中网侧电流谐波畸变率和各次谐波的含量随负载容量的降低而增加,谐波的含量随谐波次数的增高而减低。在同一负载相同的情况当中,网侧电流畸变率随着二极管导通角的变化发生变化,其呈反比关系。

2.2 负载侧谐波电压分析

电压型交-直-交变频器电压源的直流侧是无脉冲的电压源,其交流输出具有电压源的特性,其电压与负载特性无关。由于电感载荷中的电流不能突然改变,其负载电流类似于正弦波,相位因负载的参数不同而变化,而负载的线电压含有大量谐波。电压型变频器逆变电路如图 2 所示。

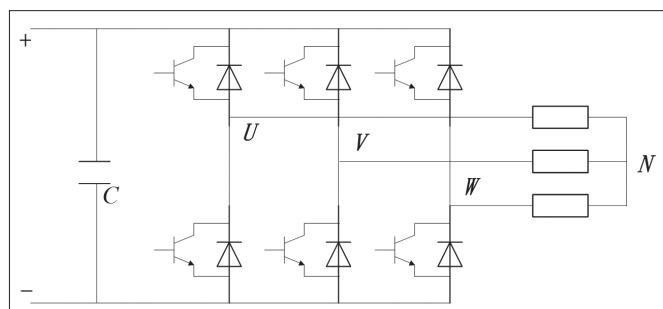


图 2 电压型交-直-交变频器逆变电路

通过实验结果分析,负荷侧线路电压只含 $n = 6k \pm 1$, $k=1, 2, 3 \dots$ 等谐波,1 次谐波含量是里面最大的。随着谐波频率不断的增加,谐波当中的含量也逐渐降低。各次谐波的有效值与基本有效值的比值等于谐波数的倒数,负载侧的电压畸变率随着负载容量的变化而恒定。

3 谐波抑制

有两种可以抑制谐波的方法,一类是预防性的,就是从消除或减少变频器本身所产生的谐波着手;另外一类是补救性的,对变频器产生的谐波选取相应的方法,消除谐波或者将谐波的影响减低到范围允许内。通常采用的降低谐波的措施主要分为以下几种:

选取合适的电抗器。增加电抗器的方法主要包括:输入

电抗器 ACL、直流电抗器 DCL 与输出电抗器(电机电抗器)。其中,ACL 输入电抗器还可以大大减小谐波电流的电流畸变率,减小谐波电流,这样才能改善三相电源的不平衡情况。直流电抗器 DCL 最主要的特点就是结构简单,体积较小,能够有效地减小输入电流的高次谐波,提供系统的功率因数。输出电抗器能够有效降低电动机的电压振动效应,防止电机启动过电压,保证电机稳定可靠的运行。

选用适当滤波器。根据安装滤波器的位置不同,过滤器可分为输入过滤器和输出过滤器。变频器的输入/电路输出当中含有大量的高频谐波电流。使用滤波器不仅可以有效降低浪涌对变频器的干扰、电磁干扰和变频器产生的外部无线电干扰,还可以抑制瞬时冲击。

采取多相脉冲整流。当前,绝大多数电气系统的整流部分采用 6 相脉冲整流,其谐波含量较高。采用 12 相及以上的多相脉冲整流技术,可有效降低谐波含量。

合理接地。接地是抑制噪音和防止干扰的重要手段。合理接地不仅可以减少设备对外界的干扰,还可以有效抑制外部干扰对系统的影响。逆变器接地电缆必须靠近逆变器,并尽可能短,最好是使用特殊专用的接地极。

其他抑制谐波的措施还有:合理安装变频器,合理布线,采用隔离变压器,变频器输入/输出端增加零序电抗器。

4 结语

本文介绍了交流变频器谐波的产生和谐波造成的危害,并以实际中常用的电压型交-直-交变频器为例,分析了其网侧谐波电流和负载侧谐波电压。同时,提出了多种抑制交流变频器谐波的措施,用户可以根据现场实际情况选用其中的一种或几种抑制交流变频器谐波。如果在实际应用中,只有控制信号不能满足生产要求,如供电谐波造成模拟信号波动量大,可以采用 UPS 或隔离变压器为模拟量传感器提供电源,就可以显著降低谐波造成的危害。

参考文献:

- [1] 何钦,张志山.变频器谐波的危害及防治[J].电机与控制应用,2012,39(11):54-57.
- [2] 赵思羽.变频器谐波产生及抑制方法[J].石油石化节能,2017,7(8):10-13.