

浅析矢量变频器输出电压谐波分析及抑制策略

夏小平

深圳市思科为电气技术有限公司 广东深圳

【摘要】在我国社会主义经济不断高速发展的情况下,各行各业都在不断的发展变革,其中电子设备也在不断的更新换代。矢量变频器是一种将直流电机转换成高频脉宽调制波形的电力电子元件,其输出电压谐波会影响交流电机,出现电能质量下降,功率因数降低的问题。本文针对传统矢量控制技术存在的问题及缺陷,提出了基于 APF 方法进行有效抑制策略研究。

【关键词】矢量变频器;变频器逆变器;谐波

Harmonic analysis of vector inverter output voltage and its suppression strategy

Xiaoping Xia

Shenzhen Cisco for Electric Technology Co., LTD., Guangdong Shenzhen

【Abstract】In the case of the rapid development of China's socialist economy, all walks of life are constantly developing and changing, among which the electronic equipment is also constantly upgrading. Vector inverter is a kind of power electronic element that transforms the DC motor into a high-frequency pulse width modulation waveform. Its output voltage harmonic will affect the AC motor, resulting in the problem of power quality decline and power factor reduction. Based to the problems and defects of traditional vector control technology, the effective inhibition strategy based on APF.

【Keywords】vector inverter; frequency converter inverter; harmonics

1 引言

在当前的工业领域中,为了迎合节能发展之需并实现工艺控制的自动化,在电厂中电子变频器被广泛运用,为进一步推进电网智能化建设步伐并提升电网运行的安全可靠运行奠定了基础。但是,在实际应用变频器的过程中,因输出侧存在谐波,而在一些情况下会使得谐波被反送到电源侧,此种情况下给控制电路与电网带来了一定的影响与危害。而一旦因变频器谐波干扰问题而引发跳机事故,将直接影响到电网的安全可靠运行,如何实现谐波干扰问题的有效抑制则就成为了当前相关领域所关注的一大焦点所在。

2 变频器谐波产生机理

在各种交流电源的输出回路侧一般都是有一个带整流回路的组成电路的高频的非线性的交流滤波设备,都伴随有一个将会出现因改变了其的交流电

压非线性波形而必然会产生的高次谐波。变频器电路内部变频器的外部输入侧主电路结构形式一般应设计成为由直流交联变换-串联混直整流变换-交流并正交变换等组成,外部交流电由变频器输入端并联的工频电源经晶闸管三相桥路整流成直流,经二次滤波整流电容器进行二次滤波整流放大后就可逆地被变送转换为具有交流频率波形并可变幅输出的交流电^[1]。在整流回路系统设计中,输入高谐波电流信号产生电流的电流信号波形基本均为不规则且连续变化的矩形波,如波形可认为按其傅立叶级数可以进一步分解为高次基波电流脉冲和高次谐波,谐波次数通常都约等为 $6N \pm 1$ 。如果电源侧的高电势抗换流重叠!可以被完全的忽略,那么第 n 次高次基谐波电流的有效值即为次基波电流的 $1/K$ 。

3 谐波定义

通过将周期性、非正弦特点的电量进行傅里叶

级数分解,得到一部分频率大于基波频率的量,这部分分量被称为谐波。随着各种非线性负载接入到电网中,在电网电压的作用下电流发生畸变,产生谐波电流,而谐波电流流入供电系统中,作用在系统阻抗上,从而造成电压畸变,这些谐波的产生影响正常的供电,对电网安全造成威胁^[2]。

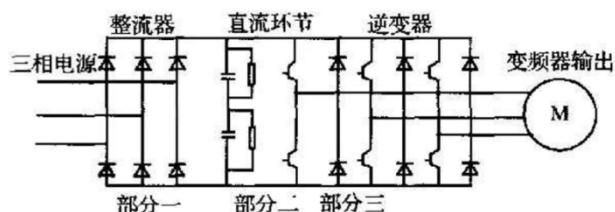


图1 变频器结构

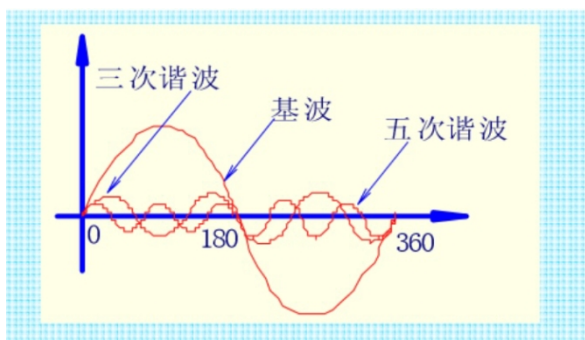


图2 谐波示意图

4 谐波分析

变频器整流模块原理与六脉整流器工作原理相同,为确定变频器为主要谐波源,需要将变频器拆除,等电动机运行稳定后,对电动机输入三相电流进行测试。分析电动机输入三相电流的谐波成分,我们可以得出:电流总谐波畸变率为22.1%,谐波主要成分为3次谐波与5次谐波,L1相3次谐波电流总畸变率为21.0%,5次谐波电流总畸变率为6.5%。可以看出畸变率仍然很高,主要原因是电网系统已经被谐波污染。但是,相对于带变频器时测试谐波成分,谐波总畸变率明显小了很多。与谐波电流测试结果相比可以看出,变频器谐波电流问题很严重,但工艺要求此电动机由变频器控制,所以要采取有效措施来抑制变频器谐波。

5 变频器谐波带来的影响与危害

在谐波电压与电流的作用下,电网因受到污染而致使其运行设备的稳定性与可靠性受到影响,同时也会使设备的使用寿命下降^[3]。同时系统内电子设备在受到谐波影响后,会存在故障隐患。具体而

言,主要表现在以下四方面:

第一,变频器自身的性能受到威胁。基于变频器交流输入侧下,因电压畸形导致输入的电流峰值增大。这种情况下对变频器而言,相应的期间设计余量降低,并因谐波干扰而产生错误警报,进而使变频器自身难以实现安全可靠的运行,同时在高次谐波的作用下,也会使变频器的使用寿命受损。

第二,电能浪费问题凸显。基于输电线路,相应线路阻抗与频率间成正比关系,一旦频率提升,阻抗就随之加大。这种情况下电压增大,会使供电线路在实际运行的过程中因为损耗的增加而产生了电能浪费问题。

第三,电机的运行受到影响。基于电磁感应原理,在高次谐波的影响下,定子绕组会产生极大的热量,进而导致电动机运行温度异常且运行效率降低。久而久之,电机的绝缘强度受损,相应的使用寿命与运行的可靠性都会受到影响。

第四,用电设备受到危害。在谐波的干扰下,相应电子显示器在显示图像的过程中,会变得模糊畸形,同时,相应通讯设备也难以实现正常通讯,甚至会因谐波的影响而发生死机等故障问题。

6 APF 抑制谐波的机理

电力系统谐波效应的有效抑制措施,是支撑我们企业改善用户电能质量、净化改善用户电网水质系统的又一个比较成熟且重要的技术手段。目前,抑制有源电力谐波流产生的两条主要途径,是通过分别利用静态的LC滤波器补偿系统技术和静态主动式的有源电力滤波器系统技术(Active Power Filter, APF),这两个技术分别实现由静态谐波电流输入源检测所提供的静态频域谐波流补偿滤波功能和静态时域谐波流量的补偿。通常被滤掉的谐波率一般可被轻松控制,达到了95%以上,补偿系统的无功补偿细致^[4]。APF包含了许多现代的新型先进电力电子技术基础理论,是一种由新型、高速、可编程数字信号处理器芯片技术系统(DSP)组成的新一代先进可编程数字信号制成的一套新型高速数字化智能电力谐波应急治理平台专用系统设备(见图)。它实际上由控制运算电路单元和补偿指令电流的电路元件这两个基本单元所组成。指令电流发生器及其运算输出电路,还能用来实时跟踪或监视在供电线路波形传输中突变的模拟补偿谐波电流,并最终通过单

片机将此模拟补偿谐波电流信号经自动滤波转换电路处理后,为一组高速的数字信号送入一个高速微处理器,或通过高速 DSP 接口来实时输入该谐波信号。

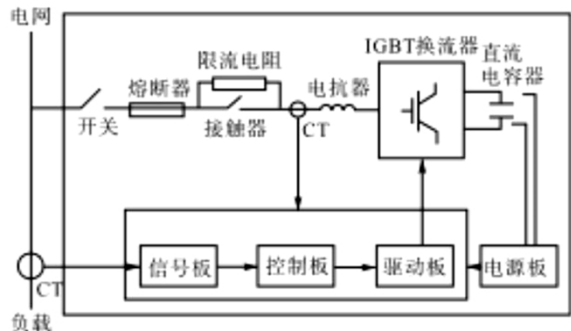


图 3 APF 基本结构图

进行信号放大后,将整个电网中谐波流与基波分离,最终以高速动态脉宽调制输出通道(PWM)为输入的信号形式,向模拟补偿电流波形的脉冲驱动电路直接输出谐波脉冲,驱动输入大功率电源的 IGBT 模块或输入大功率 IPM 的功率模块,生成并输出一组与其输入的电网谐波电流幅值大小近似相等、极性近似相反的谐波脉冲补偿,将谐波电流重新注入到主电网,对其输入的谐波电流脉冲进行了有效的主动补偿、抑制放大或抑制抵消,主动脉冲补偿有效的消除了电力谐波。

7 APF 抑制谐波的策略与实际应用

在配电高压系统谐波 APF 综合治理的大量工程实际案例与典型应用研究案例工作中,谐波综合治理的实际工作范围不仅涵盖了 220kV、110kV、66kV、35kV、10kV、6.3kV 等多个额定电压谐波的配电高压系统及配中低压系统中谐波问题的综合治理,还涵盖了 380V、220V、110V 谐波引起的,中高频低压设备无法针对且精确治理的问题,甚至也可能需要重新进行设备本体和控制单元之间,与其他更精密复杂高压仪器设备系统之间建立的有效隔离抑制与保护。

因此我国目前认为需要采用综合的负载和通用的负载 APF 技术,来实现有效的隔离抑制这些谐波影响。所设计成的有源滤波器装置有着一个模块化的有源滤波器系统,具有连续去除 2 次谐波和 25 次各相谐波功能。那些电网本身存在的,并有较多的综合谐波或负载谐波电流的复杂电网系统,能够完全自动且同时高效地满足低通、高通、带通、带电

阻滤波器等多种有源滤波的技术形式,并实时自动跟踪滤波与无功补偿等在接入电网过程中的动态性能变化所形成的复合谐波电流,具备良好的可控补偿性和快速稳定的动态响应性。

补偿系统的整体性能基本稳定,不受电网频率特性的异常波动变化和干扰影响,滤波器件的滤波特性也基本不受电网系统阻抗改变的直接影响,可做到暂时有效消除阻抗与电网系统阻抗特性间易发生由异常谐振现象所引发的某些潜在危险^[5]。基于先进的谐波抑制算法,能够保证在一个频率小于 100 μs 的响应时间周期范围内,完全能够准确计算出下一个谐波开关频率对应的谐波输出,故其谐波响应时间周期速度最少不应该超过 100 μs。

对频率相位变化建立一个较为频繁的响应谐波输出,完全能够自动地实行相对比较快速的精确补偿。此外,可以用于在线远程检测及治理三相变配电机网络环境中遇到的多种用户最易常见、类型繁多的电网复杂电能质量问题,如谐波过和电流谐波、三相负载间失衡、电压互感器闪变现象频发、输变电设备功率因数异常,甚至超标运行情况发生等,改善了我国电网设备综合供电系统质量,确保电网广大用户的设备系统能持续、安全、可靠、高效的运行,降低电力系统能耗、提高企业用电效率。

8 结语

综上所述,可以较为详细的了解到在变频器中产生高次元谐波后,发生变频器故障现象的直接原因、危害性程度分析及故障解决办法。在进行实际现场调试应用与测试的过程中,采取了串联电抗器测试的新技术,同时严格要求进行了屏蔽、接地。在进行现场试验、实际工程、现场调试的测试过程及调试操作中,基本上都能很顺利的将其变频器高次谐波信号干扰的影响,以及其变频器系统与上位机系统间通信性能上的一些相关性能问题也全部的加以解决。

参考文献

- [1] 谭丽平, 李晓松, 罗振宇. 基于 MATLAB 仿真的 SPWM 逆变电路谐波分析及滤波器设计[J]. 长沙理工大学学报, 2010, 7(3): 43-46.
- [2] 向虎, 张雅, 张自亮, 等. 漠北油田生产中的高次谐波危害分析与解决 [J]. 电气传动, 2006, 36(12): 27~

- 29.
- [3] 苗德根, 侯世英, 王永胜, 廖磊, 孙韬.抑制恒压恒频逆变器输出电压谐波的改进前馈策略[J].电网技术, 2022, 46(10): 3361-3368.
- [4] 向凯, 小平, 傅裕捷等.电力谐波分析及研究[J].工业技术, 2015(24): 294.
- [5] 庞浩, 李东霞, 俎云霄, 等.应用 FFT 进行电力系统谐波分析的改进算法[J].中国电机工程学报, 2003(6): 50-54.

收稿日期: 2022 年 9 月 10 日

出刊日期: 2022 年 10 月 25 日

引用本文: 夏小平, 浅析矢量变频器输出电压谐波分析及抑制策略[J]. 电气工程与自动化, 2022, 1(3): 67-70
DOI: 10.12208/j.jeea.20220036

检索信息: RCCSE 权威核心学术期刊数据库、中国知网 (CNKI Scholar)、万方数据 (WANFANG DATA)、Google Scholar 等数据库收录期刊

版权声明: ©2022 作者与开放获取期刊研究中心 (OAJRC) 所有。本文章按照知识共享署名许可条款发表。
<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



OPEN ACCESS