

# 浅析细纱机中变频器的干扰问题及防范措施

■经纬智能纺织机械有限公司 赵凯

**摘要:**变频调速系统在电力系统中得到了越来越多的使用,其对电力系统的影响也越来越大。变频调速装置产生的 EMI 不但会对电力供应系统造成冲击,而且会使整个电控系统发生故障,使测量和测量系统失效,使系统的稳定运行受到很大的威胁。此外,变频调速系统本身也会产生较大的扰动。现通过细纱机实际生产中经常遇到的变频器的干扰案例,如因变频器干扰引起的细纱机的纺纱动作紊乱、细纱机纺纱结束后不能停车、或者细纱机的运行期间不到设定的参数值要求等,经查阅相关资料,再结合工作中处理相关问题的经验,来具体分析一下细纱机中变频器干扰的种类、产生的原因、传播方式,以及针对一些细纱机实际应用中不同干扰作出不同的处理方法和防范措施。

**关键词:**细纱机;变频器;谐波;电抗器;电磁辐射

## 一、引言

近年来,随着新产品研发的不断深入,变频控制的应用也日益广泛。变频调速装置是一种方便、节能、高效的电力变换装置,它根据电机的速度与供电功率的频率成正比的特点,将 50Hz 的工频交流电流经整流、逆变后,转化成可调节的 AC 功率,提供给感应电动机,从而达到制造装置对电机速度的需求。以变频调速为核心的电动机控制系统,由于具有显著的节能效果,易于调节,维护方便,易于实现网络化等特点,因而在国内外广泛使用。

### 1. 细纱机应用变频技术的优越性

细纱机是纺织行业的末道工序,其断头直接关系到产品的质量、产量及能耗。细纱机主轴在一个落纱循环中断头的分配规律为:小纱、大纱、中纱。在各工序中,纱线的拉力是决定断头率的主要原因。所以,可以通过调节锭速度来调节纱线的张力,当纱径小或小纱卷取时可以降低纱流速度;对于大口径粗纱,应采取高转速,以减小断头。然而,常规的纺纱设备一般为非调节式,即使选用了最优的技术转速,也会出现小、大纱时的断纱现象,中纱时的“速度损失”现象。通过对细纱机主要驱动电动机进行变频调速,可以很好地解决以上问题。采用变频调速,可对机器进行软启动和无级调速,既能改善纱线的品质,又能保证机器和马达的工作寿命。

### 2. 细纱机应用变频技术后出现的问题

但是随着变频器在细纱机中的应用的普及,变频器的干扰问题在细纱机中也日益突出。变频器的干扰实际是一种电磁干扰,它的原因来自多方面的。在细纱的生产过程中,有时出现了细纱机中其他控制元件的误动作,有时出现非正常停车、细纱机动作错乱等现象,影响了细纱机的正常运行。因此,变频器在细纱机控制系统中的干扰问题备受纺织机械领域的重视,下面结合自己的工作实践,主要讨论变频器在细纱机中的干扰及抑制方法。

## 二、变频器系统的干扰判定及分类

在细纱机中,变频调速系统的扰动问题集中表现在主机的运转状态。变频器的干扰主要体现在三个方面,即:电源装置与用电装置对变频器的干扰;变频器本身的干扰;变频器工作时的高次谐波对电网及周边的设施的干扰。

### 1. 外部设备产生的电磁波对变频器的干扰

**实例:**在某纺纱厂新安装的细纱机试车期间,曾出现主电机偶尔失控的状态,并且,由于变频调速系统的工作频率与设计值有较大的偏差,所以调谐不能达到调谐的目的,在变频调速系统的输入端和输出端都加上了磁环滤波器,没有效果,在安装细纱机的附近有大型直流电焊机偶尔工作,在电焊机工作的时候,使模拟信号受到干扰,变频器偶尔出现无控制的起、停状态,且达不到实际设定的参数值,导致细纱机不能正常运转。把电焊机远离变频器后故障排除。

### 1.1 外部设备干扰变频器的可能性分析

#### (1) 非线性用电设备对变频器的干扰

电力系统中各种非线性负荷如整流装置、交直流换流器、变压器等,构成了电网的谐波来源,对电网电压和电流产生了严重的影响。例如由可控硅整流器造成的失真。(见附图 1)电源对变频调速系统造成的影响有:过电压、欠电压、瞬间断电、浪涌和脉冲等。

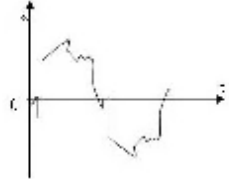


图 1:晶闸管换向引起的畸变

### (2) 补偿电容的投入和切出对变频器的干扰

目前很多厂家为了改善电力系统的运行效率,均采取了集中式电容的方式,这种方式会导致系统在运行时产生较大的尖峰,从而导致系统的故障。(图 2)

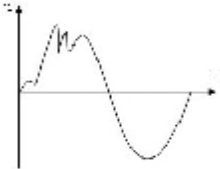


图 2:补偿电容投入时的电压畸变

2 变频器对外部的弱电设备产生的干扰实例:细纱机上电后,显示正常;但是启动变频器后,机床报警。经查找,电机线和 PLC 的控制线布线时有一段放在了同一个槽槽里,该控制开关与 PC 机的输入相连,在变频器启动之后,由于高阶谐波会对控制切换信号进行扰动,导致 PC 机错误操作,并发生机器报警,将同一管子中的两条线路中的任意一条换成屏蔽线,或者将两条导线并槽布线,纺机就能恢复正常,这是由变频器对外部的弱电装置进行的一种干涉。

### 2.1 变频器对外干扰的可能性分析

由于变频调速系统是电力系统的一个重要组成部分,因此,变频调速系统在电力系统中会引起谐波的影响。此外,由于 SPWM 调制方式,在工作在开关方式和高速切换过程中,会引起较多的耦合噪音,同时也会给电网中的其他电器带来一定的 EMI。

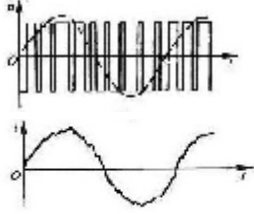


图 3:变频器输出侧电压和电流波形

### 3. 变频器自身的干扰

细纱机主电机在纺纱期间曾出现停不下来的情况,无论按什么按键(甚至是变频器上的按键),都没有效果,经过检查,发现是因为变频器里的接地线已经掉了,所以变频器并没有与地面连接,所以无法进行电磁屏蔽,造成了由于受到干扰而无法停止。当将变频器内的接地线接好之后,系统就会自动恢复正常。

### 三、变频器干扰的传播途径及采取的防范措施

其中,辐射、传导和感应耦合是 EMI 的三种主要方式。

#### 1. 辐射

辐射是由外界产生的电磁波,它的强弱由干扰器的电流和干扰器的发射率决定。在变频调速系统中,大部分逆变器都是按一定的频率、幅度要求生成期望的、反复的切换方式,其输出将随切换频率而变化的高阶谐波组。而由于高频载波和场控制开关设备的快速切换等因素导致的电磁干扰问题日益凸显。

测量:当以放射状传送的干扰讯号时,应藉由导线、放射来源与受扰线的遮蔽来减弱。

#### 2. 传导

除经由与之连接的电线外,还可能经由阻抗耦合或地环耦合而引起的干扰。它的传输距离可能要比辐射扰动长得多。

方法:针对在输电线上传输的干扰,一般采用在换流器的入口、出口端增加滤波装置、电感、磁环等方法进行解决。

#### 3. 感应耦合

感应耦合是第二种传输方式,它是第二种传输方式,即辐射与传导。在扰动信号的频率很小的情况下,由于扰动信号本身并不

与其他导线相连,因此,在这种情况下,信号会通过变频器的输入输出导线与周围的其他导线或导线形成电感耦合,从而在相邻的导线或导线中引入扰动的电流或电压。电感耦合可能表现为两种不同类型的导线之间的电容耦合,也可能是电感和电容的混合,其大小取决于扰动的频率和间距。

方法:将与干扰源的导线间距增大 40 倍,使其对电磁干扰的影响较小。

将屏蔽导线置于两根光缆之间,然后将其接地。通用将控制线单独敷设主回路线缆或其他电源线,间隔一般大于 30 厘米(最少 10 厘米),难以分开时,可通过钢管敷设控制线缆。

### 四、谐波和电磁辐射对电网及其它系统的危害

通常情况下,对于具有较大容量的电力系统,变频调速效果并不显著,所以大部分客户都没有注意到它。但是对于一些小容量的电力电子设备,其所带来的影响是不容忽视的。

1. 在电力系统中,存在着大量的电力设备和电力元件。

2. 在电力系统中,谐波能通过电力网络传播至其他用电装置,对电力设施的安全生产产生不利影响。

3. 在电力系统中,由于存在串联、并联等多种共振现象,因此产生了大量谐波。

4. 在电力系统中,谐波、电磁干扰等因素可能导致继电保护设备误操作,还会影响电力设备的测量精度,严重时可能引发故障。

5. 电磁辐射会对变频调速装置的控制信号、检测信号等微弱信号产生扰动,进而影响控制系统的正常运行。

### 五、减少变频器谐波对其它设备影响的方法

变频调速系统在工作过程中会引起大量的高频、中频、低频、低噪等噪声,这些都会对其他设备造成很大的影响。

#### 1. 增加交流/直流电抗器

加入交直流抗磁装置后,电网入口电流的畸变程度可减少 30%-50%,仅为未加入电抗器时的 50%。

#### 2. 多相脉冲整流

当有必要时,或要把所需的谐波控制在相对较低的范围内,可用多相整流法。12 相脉冲整流电路的输出电压失真率在 10%-15% 左右,18 相脉冲整流电路的输出误差在 3%-8% 左右。

#### 3. 无源滤波器

在全负荷下,该方法可以使输入端的输入电压失真率降低到 5%-10%,适合各种负荷下输出端的输出电压失真率在 30% 以内。

#### 4. 输出电抗器

为了降低变频调速系统的输出线所引起的电磁辐射,还可以在变频调速系统与电机之间加装一个交流电抗器。

### 六、减小变频器谐波及电磁辐射对设备干扰的方法

上述所述的方式是为了降低变频器在运行过程中对外部装置的影响,而不是将外部的干扰完全排除掉,若要使其装置对变频器的谐波和电磁辐射具有更强的抵抗力,特别是在变频器的干扰比较大的情况下,一般采用以下措施:

#### 1. 使用隔离变压器

采用绝缘式变压器,主要是为了应付电力系统中的导电扰动。采用带绝缘层的绝缘变压器,可以把大部分的导电扰动挡在绝缘变压器前面。

#### 2. 使用滤波模块或组件

现在市面上有许多专用的防导干扰滤波模组,它们不但具备良好的抗干扰性能,而且还可以将使用者自身的干扰传递到电源上,有的还具备一定的抑制峰值电压的作用,对于各种用电装置来说,有着诸多的优势。

3. 选用具有开关电源的仪表等低压设备

由于通常的开关电源对电力传输的干扰有很大的抵抗力,所以在选择控制系统中的电力装置,或选择控制用电器时,尽可能使用开关电源的型号。

#### 4. 作好信号线的抗干扰

信号线担负着探测和操纵信号的作用,其信号的好坏对系统的精度、稳定性及可靠性都有重要的作用,所以对其进行有效的干

扰处理显得尤为重要。在信号线上会产生两种类型的干扰,即正常模式的干扰和模式模式的干扰。

正常干扰是在被测线路上所产生的高频交流信号,通常为耦合式干扰。

#### 4.1 抑制常态干扰的方法有:

4.1.1 将 RC 滤波器或者两个 T 滤波器连接到一个输入环。

4.1.2 尽可能使用双整型 A/D 变换器,因为该类型的积分器对高频的干扰具有较好的抑制效果。

4.1.3 一种将电压讯号转变为电流讯号后传送的方法,其对正常情况下的扰动具有极高的压制效果。

共模干扰是信号线路中共用的一种干扰,它通常是由待测信号的地线和地之间的电势差引起的。

#### 4.2 抑制共模干扰的方法有:

4.2.1 差动式双差动输出,该电路对模式模式有较高的模式抑制率。

4.2.2 将输入导线拧在一起,并用绞合方式对绞在一起,可以有效地减少共模干扰。

4.2.3 利用光、电绝缘技术,能有效地抑制同相串扰。

4.2.4 采用仅一端连有屏蔽线的屏蔽线。如果将电缆的两端接地,则会使屏蔽线内部有较大的过电流流动,造成相互影响,所以应采用一端接地的办法。

4.3 对于正常的或共同模式的干扰的压制,也应当这样做:

#### 4.3.1 输入线路要尽量短。

4.3.2 线路应尽量避开动力线的配线,将信号线从动力线中分离出来。

4.3.3 在进行长距离传送时,应特别重视阻抗的配合,以防止讯号发生畸变。

### 七、细纱机中预防变频器干扰的具体方法及建议

(1) 控制信号线路和电源线路应纵向交错,也可采用分段式布置。

(2) 保护套管(层)要有牢固的接地,且在全长度范围内要有持续的、牢固的接地。将保护层的接地位置尽可能地由变频调速系统中移开,并且与变频器的接地位置保持一定的距离。

(3) 电器柜布置时,PC 机、伺服放大器等设备尽量远离变频器,最好分柜布置,像伺服放大器等被干扰的设备必要时需放入铁箱内进行电波屏蔽。

(4) 在信号线路上应采用对绞的屏蔽线缆。

(5) 任何不合理的接地都易引发干扰,如果在同一条线路上有两个或更多的接地点,则在这些接地点之间将会出现电势差,因此,对于速度一定的控制电缆,应采用一种特殊的接地终端,将其接地在变频器一侧。

(6) 磁环适用于变频调速系统的输入电力线与输电线,其原理是:将两条输入导线同时按相同的方向缠绕四次,而将两根输出线沿相反的方向缠绕三次。在缠绕过程中要小心,磁环要尽可能的接近于变频调速装置。

(7) 为了避免电力线之间的相互影响,提出了将变频器的控制电源换成独立的电源,并在其输入端增加一个滤波电路或绝缘变压器。

### 八、总结

变频器的发展趋势为小型化、系统化、环保化,但是无论如何发展,变频器的高速响应和高性能是最基本的要求。未来的变频调速系统需要满足电磁兼容的电磁兼容性,其电磁干扰的分配参数十分复杂,所以在进行抗干扰时,要采取合适的方法,兼顾影响、费用和环境条件。所采取的措施,仅仅是为了能够解决这个问题。通常,太多的抗干扰手段都有可能带来附加的干扰。因此,在实践中,纺织机器的变频技术的抗干扰方式,包含了很多的内容,请您一起讨论。

### 参考文献

- [1] 变频调速应用实践(第 1 版).张燕宾.机械工业出版社,2004 年。
- [2] 变频器应用手册(第 3 版).吴忠智,吴加林.机械工业出版社,2007 年。
- [3] 通用变频器及其应用(第 2 版).韩安荣.机械工业出版社,2001 年。
- [4] 变频器使用过程的干扰源和抗干扰措施.冶金丛刊.张六一.2007 年。
- [5] 《单片机控制技术》.魏瑞山.高等教育出版社 2003 年 5 月。
- [6] 《楼宇智能化技术》.张振韶.机械工业出版社 1999 年 5 月。
- [7] 《通用变频器及其应用》.韩安荣.机械工业出版社 2000 年 9 月。