

变频器应用中的干扰问题及其对策

章蔚青 江苏省盐城市自动化研究所(224001)

Abstract

This mainly introduces the formation, source and the way of the interference of inverter and the counter-measures to avoid interference. It also introduces several effective measures to anti-interfere in actual application.

Keywords: inverter, electromagnetic interference, anti-interference

摘要

文中主要介绍了变频器的干扰的形成、来源、途径,以及防止干扰的对策及其在实际应用中几种有效的抗干扰措施。

关键词: 变频器, 电磁干扰, 抗干扰

在各种工业控制系统中,随着变频器等电力电子装置的广泛使用,系统的电磁干扰(EMI)日益严重,相应的抗干扰设计技术(即电磁兼容 EMC)已经变得越来越重要。变频器系统的干扰有时能直接造成系统的硬件损坏,有时虽不能损坏系统的硬件,但常使微处理器的系统程序运行失控,导致控制失灵,从而造成设备和生产事故。因此,如何提高系统的抗干扰能力和可靠性是自动化装置研制和应用中不可忽视的重要内容,也是计算机控制技术应用和推广的关键之一。解决变频器的抗干扰问题,首先要了解干扰的来源、传播方式,然后再针对这些干扰采取不同的措施。

1 变频器干扰的来源

首先是来自外部电网的干扰。电网中的谐波干扰主要通过变频器的供电电源干扰变频器。电网中存在大量谐波源如各种整流设备、交直流互换设备、电子电压调整设备、非线性负载及照明设备等。这些负荷都使电网中的电压、电流产生波形畸变,从而对电网中其它设备产生危害的干扰。变频器的供电电源受到来自被污染的交流电网的干扰后若不加处理,电网噪声就会通过电网电源电路干扰变频器。供电电源的干扰对变频器主要有①过压、欠压、瞬时掉电②浪涌、跌落③尖峰电压脉冲④射频干扰。

1.1 晶闸管换流设备对变频器的干扰

当供电网络内有容量较大的晶闸管换流设备时,由于晶闸管总是在每相半周期内的部分时间内导通,容易使网络电压出现凹口,波形严重失真。它使变频器输入侧的整流电路有可能因出现较大的反向回复电压而受到损害,从而导致输入回路击穿而烧毁。

1.2 电力补偿电容对变频器的干扰

电力部门对用电单位的功率因数有一定的要求,为此,许多用户都在变电所采用集中电容补偿的方法来提高功率因数。在补偿电容投入或切出的暂态过程中,网络电压有可能出现很高的峰值,其结果是可能使

变频器的整流二极管因承受过高的反向电压而击穿。

其次是变频器自身对外部的干扰。变频器的整流桥对电网来说是非线性负载,它所产生的谐波对同一电网的其它电子、电气设备产生谐波干扰。另外变频器的逆变器大多采用 PWM 技术,当工作于开关模式且作高速切换时,产生大量耦合性噪声。因此变频器对系统内其它的电子、电气设备来说是一电磁干扰源。

变频器的输入和输出电流中,都含有很多高次谐波成分。除了能构成电源无功损耗的较低次谐波外,还有许多频率很高的谐波成分。它们将以各种方式把自己的能量传播出去,形成对变频器本身和其它设备的干扰信号。

1) 输入电流的波形。变频器的输入侧是二极管整流和电容滤波电路。显然只有电源的线电压 U_L 大于电容器两端的直流电压 U_D 时,整流桥中才有充电电流。因此,充电电流总是出现在电源电压的振幅值附近,呈不连续的冲击波形式。它具有很强的低次谐波成分。有关资料表明,输入电流中的 5 次谐波和 7 次谐波的谐波分量是最大的,分别是 50Hz 基波的 80% 和 70%。

2) 输出电压与电流的波形。绝大多数变频器的逆变桥都采用 SPWM 调制方式,其输出电压为占空比按正弦规律分布的系列矩形形式波形;由于电动机定子绕组的电感性质,定子的电流十分接近于正弦波。但其中与载波频率相等的谐波分量仍是较大的。

2 干扰信号的传播方式

变频器能产生功率较大的谐波,由于功率较大,对系统其它设备干扰性较强,其干扰途径与一般电磁干扰途径是一致的,主要分传导(即电路耦合)、电磁辐射、感应耦合。具体为:首先对周围的电子、电气设备产生电磁辐射;其次对直接驱动的电动机产生电磁噪声,使得电机铁耗和铜耗增加;并传导干扰到电源,通过配电网络传导给系统其它设备;最后变频器对相邻的其它线路产生感应耦合,感应出干扰电压或电流。同样,系统内的干

扰信号通过相同的途径干扰变频器的正常工作。

1) 电路耦合方式。即通过电源网络传播。由于输入电流为非正弦波,当变频器的容量较大时,将使网络电压产生畸变,影响其他设备工作,同时输出端产生的传导干扰使直接驱动的电机铜损、铁损大幅增加,影响了电机的运转特性。显然,这是变频器输入电流干扰信号的主要传播方式。

2) 感应耦合方式。当变频器的输入电路或输出电路与其他设备的电路挨得很近时,变频器的高次谐波信号将通过感应的方式耦合到其他设备中去。感应的方式又有两种:

a、电磁感应:电流干扰信号的主要方式;

b、静电感应:电压干扰信号的主要方式。

3) 空中幅射方式。即以电磁波方式向空中幅射,这是频率很高的谐波分量的主要传播方式。

3 变频调速系统的抗干扰对策

据电磁性的基本原理,形成电磁干扰(EMI)须具备三要素:电磁干扰源、电磁干扰途径、对电磁干扰敏感的系统。为防止干扰,可采用硬件抗干扰和软件抗干扰。其中,硬件抗干扰是应用措施系统最基本和最重要的抗干扰措施,一般从抗和防两方面入手来抑制干扰,其总原则是抑制和消除干扰源、切断干扰对系统的藕合通道、降低系统干扰信号的敏感性。具体措施在工程上可采用隔离、滤波、屏蔽、接地等方法。

3.1 干扰隔离

所谓干扰的隔离,是指从电路上把干扰源和易受干扰的部分隔离开来,使它们不发生电的联系。在变频调速传动系统中,通常是电源和放大器电路之间电源线上采用隔离变压器以免传导干扰,电源隔离变压器可应用噪声隔离变压器。

3.2 设备滤波器

在系统线路中设置滤波器的作用是为了抑制干扰信号从变频器通过电源线传导干扰到电源从电动机。为减少电磁噪声和损耗,在变频器输出侧可设置输出滤波器;为减少对电源干扰,可在变频器输入侧设置输入滤波器。若线路中有敏感电子设备,可在电源线上设置电源噪声滤波器以免传导干扰。在变频器的输入和输出电路中,除了上述较低的谐波成分外,还有许多频率很高的谐波电流,它们将以各种方式把自己的能量传播出去,形成对其他设备的干扰信号。滤波器就是用于削弱频率较高的谐波分量的主要手段。根据使用位置的不同,可分为:

(1) 两种输入滤波器

a、线路滤波器:主要由电感线圈构成。它通过增大线路在高频下的阻抗来削弱频率较高的谐波电流。

b、辐射滤波器:主要由高频电容器构成。它将吸收掉频率很高的、具有辐射能量的谐波成分。

(2) 输出滤波器

也由电感线圈构成。它可以有效地削弱输出电流中的高次谐波成分。非但起到抗干扰的作用,且能削弱电动机中由高次谐波电流引起的附加转矩。对于变频器输出端的抗干扰措施,必须注意以下方面:

变频器的输出端不允许接入电容器,以免在逆变管导通(关断)瞬间,产生峰值很大的充电(或放电)电流,损害逆变管;

当输出滤波器由 LC 电路构成时,滤波器内接入电容器的一侧,必须与电动机侧相接。

3.3 屏蔽

屏蔽干扰源是抑制干扰的最有效的方法。通常变频器本身用铁壳屏蔽,不让其电磁干扰泄漏;输出线最好用钢管屏蔽,特别是以外部信号控制变频器时,要求信号线尽可能短(一般为 20m 以内),且信号线采用双芯屏蔽,并与主电路线(AC380V)及控制线(AC220V)完全分离,决不能放于同一配管或线槽内,周围电子敏感设备线路也要求屏蔽。为使屏蔽有效,屏蔽罩必须可靠接地。

3.4 接地

正确的接地既可以使系统有效地抑制外来干扰,又能降低设备本身对外界的干扰。在实际应用系统中,由于系统电源零线(中线)、地线(保护接地、系统接地)不分、控制系统屏蔽地(控制信号屏蔽地和主电路导线屏蔽地)的混乱连接,降低了系统的稳定性和可靠性。主回路端子 PE(E、G)的正确接地是提高变频器抑制噪声能力和减小变频器干扰的重要手段,因此在实际应用中一定要非常重视。变频器接地导线的截面积一般应不小于 2.5mm^2 ,长度控制在 20m 以内。建议变频器的接地与其它动力设备接地点分开,不能共地。

3.5 采用电抗器

在变频器的输入电流中频率较低的谐波分量(5 次谐波、7 次谐波、11 次谐波、13 次谐波等)所占的比重是很高的,它们除了可能干扰其他设备的正常运行之外,还因为它们消耗了大量的无功功率,使线路的功率因数大为下降。在输入电路内串入电抗器是抑制较低谐波电流的有效方法。根据接线位置的不同,主要有以下两种:

1) 交流电抗器。串联在电源与变频器的输入侧之间。其主要功能有:

a、通过抑制谐波电流,将功率因数提高至(0.75—0.85);

b、削弱输入电路中的浪涌电流对变频器的冲击;

c、削弱电源电压不平衡的影响。

2) 直流电抗器。串联在整流桥和滤波电容器之间。它的功能比较单一,就是削弱输入电流中的高次谐波成分。但在提高功率因数方面比交流电抗器有效,可达 0.95,并具有结构简单、体积小等优点。

(下转第 54 页)

中间设备:选用国产优质元器件,主要由电磁接触器、热继电器、开关电源等。与上述设备组成一套完整的控制系统。

1.2 控制系统主要功能

(1)系统有手动和自动两种工作模式

1)手动运行模式 手动运行模式是在设备调试、水泵故障和自动运行模式有故障等情况下直接启动、停止任一电机的工作模式,且为软启动和软停车。

2)自动运行模式 系统根据管网中的实际压力,此压力由安装于供水主管处的电阻式远传压力表获取,且作为反馈信号经 A/D 转换后送入 PLC,PLC 将其与目标值进行比较(此值即管网所需压力值可通过人机界面写入 PLC 中),得到的合成信号经 PID 调节处理后获得频率给定信号,并经 D/A 处理后作为变频器的外部给定,决定变频器的输出。

(2)系统自动运行模式下水泵的切换和轮换控制

1)水泵的切换。系统用一台变频器通过 PLC 控制 3 台水泵的方案(1#、2# 主泵,3# 附属小泵),所以在系统工作过程中存在泵之间的切换问题。

设备启动后,一台主泵在变频器控制下变频运行。当供水压力达到设定值且流量与用水流量平衡时,水泵电机稳定在某一转速。

当用水量增加时,水泵将按一定的速率加速至另一稳定转速,若变频泵达到最大转速后,用水量仍在增加时,系统自动将变频泵切换到工频运行,并将变频器切换到另一台主泵,使之变速运行;如果用水量减少,变频泵降低转速,若用水量进一步减少,系统将按先开先停的顺序,首先关闭工频泵,剩一台变频泵运行,当用水量很小时,关闭变频主泵,启动附属小泵,保持管网压力;当管网中水流停止,且管网压力已到设定值,此时附泵也停止工作。这样就完成了一次加减泵的循环。

2)水泵的轮换。系统 1#、2# 主泵在运行过程中,能够自动轮换工作,即当每一次加减泵循环结束后,若系统再次启动,则上次如果是 1# 主泵先启动,那么这次是 2# 主泵先启动。这样就均衡了各台主泵的平均工作时间,可有效地防止因更换种植品种或其它原因使用水量减少,水泵较长时间不工作而发生锈蚀“卡

死”的可能,提高设备利用率,降低维护费用。

(3)零流量停机节能功效

系统停止灌溉供水或管网水流停止时,恒压供水系统则自动停机,而当系统恢复供水,管网中水开始流动,水压发生变化,偏离设定目标值,则恒压供水系统便自动唤醒启动工作。

(4)管网超压保护功能

通过装于管网上的压力变送器,可直接进行管网超压故障检测,并将信号传入控制装置,完成相应的故障处理。这有利于实现对管网系统的良好保护,进一步提高供水系统的使用寿命。

(5)故障时水泵退出功能

当任意一台水泵出现损坏,吸水管底阀损坏或其它原因造成水泵运行故障时,系统控制装置经过判断,可使故障水泵自动退出工作。

(6)电器设备的综合保护功能

具有短路、过流、过压、过热、过载等多种保护,且能进行声光报警。

2 控制系统存在的问题

要真正的实现水的高效利用,必须将输配水、灌溉技术及作物需水规律等方面统一考虑,以实现按需、按期、按量自动供水,但由于受到各方面条件的限制,系统设计时,还达不到这样的水平,只不过作了一些有益的探索。

系统虽已投入试运行,但因缺乏用户具体使用情况资料,在系统各项控制参数的设定时,难于做到合理、准确。这有待于以后的进一步完善。

参考文献

- 1 张燕宾.SPWM 变频调速应用技术第 2 版.机械工业出版社,2002
- 2 汪晓光,孙晓瑛.可编程控制器原理及应用第 2 版.机械工业出版社,2001
- 3 HITECH 工业级人机界面视窗软件使用说明
- 4 NAIS -FP0 可编程控制器使用手册

[收稿日期:2003.5.22]

(上接第 52 页)

3.6 合理布线

对于通过感应方式传播的干扰信号,可以通过合理布线的方式来削弱。具体方法有:

a、设备的电源线和信号线应尽量远离变频器的输入、输出线;

b、其他设备的电源线和信号线应避免和变频器的输入、输出线平行;

4 结束语

随着新技术和新理论不断在变频器上的应用,重视变频器的 EMC 要求,已成为变频调速传动系统设

计、应用必须面对的问题,也是变频器应用和推广的关键之一。变频器存在的这些问题有望通过变频器本身的功能和补偿来解决。工业现场和社会环境对变频器的要求不断提高,满足实际需要的真正“绿色”变频器也会不久面世。我们相信变频器的 EMC 问题一定会得到有效解决。

参考文献

- 1 吴忠智,吴加林编著.变频器应用手册.机械工业出版社
- 2 张燕宾著.变频器调速应用实践.机械工业出版社
- 3 王定华著.电磁兼容性原理与设计.电子科技大学出版社