

变频器调速原理及运行过程中存在的问题和解决方法

徐惠琴

(太原市热力公司,山西 太原 030001)

【摘要】 简述了变频器调速原理,同时针对通用变频器运行过程中存在的问题逐一展开分析,并提出了相应的解决方案。

【关键词】 变频调速;谐波;负载;发热

【中图分类号】 TP 391.72 **【文献标识码】** A **【文章编号】** 1003-773X(2011)01-0063-03

0 引言

变频器 VFD (Variable-frequency Drive) 做为工业调速领域应用较广泛的设备之一,以其可靠性高、调速方便、保护完善、维护简单和节能降耗等诸多优异性能,逐步取代了其它交流电机调速方式,在一般调速场合,越来越受到人们的青睐,得到了非常广泛的应用。随着变频器应用范围的扩大,变频器暴露出的问题也越来越多。本文结合变频器的内部结构相关知识,针对变频器运行过程中谐波干扰、负载匹配、发热问题展开论述,同时提出解决问题的实施方案。

1 变频器调速原理

变频器是利用电力半导体器件的通断作用将工频电源变换为另一频率的电能控制装置,通过改变交流电机供电的频率和幅值,改变其运动磁场的周期,达到平滑控制电动机转速的目的。能实现对交流异步电机的软启动、变频调速,提高运转精度,改变功率因素、过流、过压、过载保护等功能。变频器的出现,使得复杂的调速控制简单化,推动了传动技术的发展。变频器调速电路图见图1。

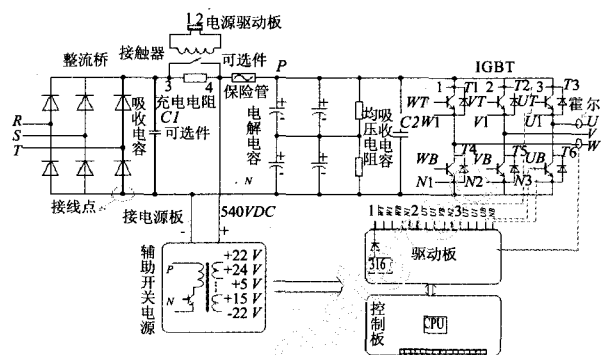


图1 变频器电路图

1) 变频器的主要电路是给异步电动机提供调压调频电源的电力变换部分由三部分构成。(1)将工频电源变换为直流功率的“整流器”;(2)吸收在变流器和逆变器产生的电压脉动的“平波回路”;(3)及将直流功率变换为交流功率的“逆变器”。

2) 变频器的控制电路是给异步电动机供电的主电路提供控制信号的回路,它由运算电路、主电路的电压(电流)检测电路、电动机速度检测电路、驱动电路以及保护电路五部分组成。

2 运行过程中存在的问题及解决方法

变频技术是应交流电机无级调速的需要而诞生的,在其广泛应用的同时,出现的问题也越来越受到人们的关注。特别是谐波问题,许多国家发布了限制电网谐波的国家标准,并由权威机构制定限制谐波的规定。

2.1 变频器谐波的产生与消除^[1]

变频调速装置中,变频器的主要电路为典型“交-直-交”变频方式,输入部分为整流电路,输出部分为逆变电路,这些都是由非线性原件组成,在开断过程中,其输入输出端都会产生谐波。较低次谐波通常对电机负载影响较大,引起转矩脉动,而较高的谐波又使变频器输出电缆的漏电电流增加,使电机出力不足,故变频器输出的高低次谐波都必须抑制。为了消除谐波,可采用以下对策:

1) 选择知道阻抗大的变压器。通常情况下,电源设备的内阻抗可以起到缓冲变频器直流滤波电容的无功功率的作用。这种内阻抗就是变压器的短路阻抗,所以选择变频器供电电源变压器时,最好选择短路阻抗大的变压器。

2) 安装电抗器。在变频器输入、输出侧串接合适的电抗器,吸收谐波和增大电源或负载的阻抗,达到抑制谐波的目的,以减少传输过程中的电磁辐射,通过抑制谐波电流来提高功率因数。(1) 输入电抗器。在电源与变频器输入侧之间串联交流电抗器如图2所示。通过增大整流阻抗有效抑制高次谐波电流,减少电源浪涌对变频器的冲击,改善三相电源的不平衡性,提高输入电源的功率因数,降低进线电流波形畸变。(2) 在直流环节串联直流电抗器。直流电抗器串联在直流中间环节母线中,可减少输入

电流的高次谐波,提高输入电源的功率因数。直流电抗器可与交流电抗器同时使用,变频器功率 > 30 kW 时才考虑配置。(3) 输出电抗器(电机电抗器)。由于电机与变频器之间的电缆存在分布电容,尤其当电缆距离较长,且电缆较粗时,变频器逆变电路输出的调制方波会在电路上产生一定的过电压,影响电机正常工作,可以通过在变频器和电机间连接输出电抗器来进行限制。串联输出电抗器原理图见图3。

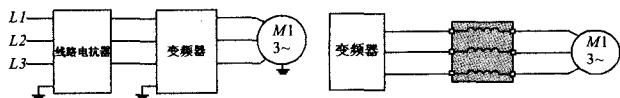


图2 串联交流电抗器

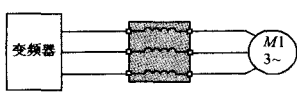


图3 串联输出电抗器

3) 变压器多相运行^[2]。通用变频器是六脉冲整流器,产生的谐波较大。利用变压器二次绕组接法的不同,使两组三相交流电源间相位相角互差 30°,整流变压器二次绕组分别采用星形和三角形接法,这样可将整流电路的脉冲数提高到12脉冲波,更好地抑制低次谐波。目前,12相脉冲整流的畸变大约为 10%~15%,18相的为 3%~8%,完全满足国际标准的要求。其缺点是需要专用变压器,不利于设备的改造,成本费用较高。

4) 调节变频器的载波比。理论上载波比越大输出精度也越高,但过大的载波比意味着极高的开关频率,在高频率应用场合会带来很大的开关损耗,甚至没有器件可供选择,所以,载波比必须作首要的权衡。但适当调节变频器的载波比,可以有效抑制低次谐波。

5) 选用适当滤波器。变频器输入、输出电路中,有许多高频谐波电流。使用专用滤波器可以跟踪补偿频率和幅值都变化的变频器谐波,通过实时检测变频器谐波电流,由补偿装置产生一个与谐波电流幅值相同、相位相反的补偿电流,从而可以非常有效地吸收谐波电流,抑制变频器产生的电磁干扰噪声的传导,同时也可抑制外界无线电干扰以及瞬时冲击、浪涌对变频器的干扰。其特性不受系统影响,无谐波放大危险,应用广泛。

2.2 负载匹配问题及对策

生产机械的种类繁多,性能和工艺要求各异,其转矩特性是复杂的,大体分为三种类型:即恒转矩负载、二次方律负载和恒功率负载。针对不同的负载类型,应选择不同类型的变频器。

1) 恒转矩负载。恒转矩负载是指负载矩与转速无关,任何转速下,转矩均保持恒定。恒转矩负载又可分为摩擦类负载、位能式负载。

摩擦类负载的启动转矩一般要求额定转矩的 150%左右,制动转矩一般要求额定转矩的 100%左

右,所以变频器应选择那些具有恒定转矩特性,并且启动和制动转矩都比较大,过载时间长、过载能力大的变频器。

位能式负载一般要求大的启动转矩和能量回馈功能,能够快速实现正反转,变频器应选择具有四象限运行能力的变频器。

2) 二次方律负载^[3]。此类负载的转矩与转速的二次方成正比,而负载的功率与转速的三次方成正比。风机、泵类负载就是典型的二次方律负载,通用变频器在这类负载上的应用最多。这类负载对变频器的性能要求不高,只要求经济性和可靠性。需要说明的是,此类负载,如果将变频器输出频率提高到工频以上,功率会急剧增加,有时甚至超过电动机所配变频器的容量,导致电动机过热或不能运转,所以对这类负载转矩,不要轻易将频率提高到工频以上。

风机负载在实际运行过程中,因转动惯量比较大,所以变频器的加速时间和减速时间是一个非常重要的问题。应当在变频器具体设计过程中进行适当修正,在确保变频器启动时不发生流跳闸,减速时不发生电压跳闸的情况下,选择最短时间。

泵类负载在实际运行过程中,容易发生喘振、憋压和水垂效应,因此变频器选型时,要选择适于泵类负载的变频器且变频器在功能设定时要针对上述问题进行单独设定。在变频器功能设定时,通过测量易发生喘振的频率点,设定跳跃频率点和宽度,避免系统发生共振现象;通过限定变频器的最低频率,从而限定泵流量临界点处的系统最低转速,则可避免憋压现象的发生;泵类负载在突然断电时,变频器按减速曲线停止,在电机完全停止后再断开主电路电,或者设定“断电减速停止”功能,这样就避免了水垂现象的发生。

3) 恒功率负载。恒功率负载是指在不同的转速下,负载的功率基本恒定,转矩大体与转速成反比的负载。利用变频器驱动恒功率负载时,应该是就一定的速度变化范围而言的,通常考虑在某个转速点(基频)以下采用恒转矩调速方式,而在高于该转速点时才采用恒功率调速方式。

2.3 发热问题及对策

在变频器工作时,流过变频器的电流很大,导致变频器产生的热量也非常大。如果变频器容量是以恒转矩负载为准或变频器带有直流电抗器或交流电抗器,并且安装在机柜中,那么变频器发热量会更大。由于变频器的故障率随温度升高而成指数上升,使用寿命随温度升高而成指数下降,环境温度升高 10度,变频器使用寿命减半,因此,为了保证变频器正常可靠运行,必须重视散热问题。

1) 解决控制柜内的发热量。当变频器安装在控制机柜中时,要考虑变频器发热值问题。根据机柜内产生热量值的增加,要适当地增加机柜的尺寸。在变频器安装时,将其散热器部分安装在控制机柜的外面,可将变频器70%的发热量释放到机柜外。对于大容量变频器来说,由于其发热量很大,这种安装方式更加有效。或者用隔离板把本体和散热器隔开,使散热器的散热不影响到变频器本体。另外,如果有制动电阻的话,由于制动电阻的散热量很大,因此安装位置最好和变频器隔开,可以安装在机柜上面或旁边等。

2) 采用冷却风扇。一般功率稍微大一点的变频器,都带有冷却风扇,同时,也建议在控制柜出风口处安装冷却风扇。另外,在控制柜进风口安装滤网可以防止灰尘进入控制柜;注意控制柜和变频器上的风扇需同时具备,不能相互替代;当风扇不能正常工作时,应立即停止变频器运行。

3) 降低安装环境温度。由于变频器是电子装置,内含电子元、电解电容等,所以温度对其寿命影响比较大。可采用两种方法降低变频器运行温度,一种方法是建造单独的变频器低压间,内部安装空调,保持低压间温度在 $+15\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +20\text{ }^{\circ}\text{C}$ 之间。另一种方法是变频器的安装空间要满足变频器使用说明书的要求。例如,变频器散热设计中都是以垂直安装为基础的,横向安装会影响散热;如果变频器带有直流电抗器或交流电抗器,应将电抗器安装在变频器侧面或侧上方。

4) 变频器发生非正常运行(如过流、过压、过载等)产生的损耗必须通过正常的选型来避免此类现象的发生。

风机、泵类负载:当变频器出现过载时,功率单元因其流过过载电流而升温,导致变频器过热。此时必

须尽快使其降温以使变频器的过热保护动作消除,这个冷却过程就是变频器的过载周期。不同的变频器,其过载倍数、过载时间和过载周期均不相同,并且其过载倍数越大,过载时间越短。

针对长期工作制的电机,变频器可根据电机铭牌数据进行选型。而针对重复短时工作制电机,由于其特点是重复性和短时性,允许其过载且有一定的温升,变频器在参考电机铭牌数据的情况下要根据电机负载图和变频器的过载倍数、过载时间、过载周期来选型。

5) 其他关于散热的问题。根据具体应用情况,在满足实际使用要求的情况下,考虑变频器降容来降低散热量。另外,通过降低开关频率,也可降低变频器的发热量。

3 结 论

近年来,出于节能的迫切需要和对产品质量不断提高的要求,加之采用变频器易操作、免维护、控制精度高,并可以实现高功能化等特点,变频器的应用不仅使交流传动上了一个新台阶,而且逐步取代风门、挡板、阀门等节流设备的控制方案。相信随着新技术和理论的不断应用,变频器存在的各种问题有望通过其本身功能和补偿得到解决,满足实际需要的真正绿色变频器也会不久面世。

参考文献

- [1] 韩安荣. 通用变频器及其应用[M]. 北京:机械工业出版社, 2000.
- [2] 周 弘. 大功率变频装置抑制和消除谐波的措施及屏蔽方法[J]. 世界仪表与自动化, 2006, 10(12): 27.
- [3] 张选正, 张金远. 变频器应用技术与实践[M]. 北京:中国电力出版社, 2009.

Variable-frequency Drive Velocity Modulation Principle and Exists Question in the Process of Operation

XU Hui-Qin

(Taiyuan heating power company, Taiyuan 030001, China)

[Abstract] This paper introduces the principle of Variable-frequency Drive velocity modulation, analy the problems of running against in the process at the same time one by one, and puts forward the corresponding solutions.

[Key words] Variable frequency speed control; Harmonic; Load; Generate heat

(上接第62页)

On the Influence of Material Selection and Heat Treatment on Gear Transmission

SHI Yong

(Engineering College of Shanxi University, Taiyuan 030013, China)

[Abstract] In this paper, the failure mode and performance requirements of steel gears are introduced. The material selection and the corresponding heat treatment process is analysed based on the size of work load, speed and the accuracy of gears. The author also introduces the methods of heat treatment used in steel gears, finally discusses the choices and process routes of typical parts.

[Key words] Steel gear; Load; speed; Accuracy; Heat treatment