



基于变频器的交流异步电动机调速系统

李建宏

(霍州煤电集团有限公司辛置煤矿机电科 031412)

[摘要]随着科学技术的飞速发展,我国各行业电机变频调速技术应用越来越广,本文就交流异步电机变频调速原理和变频调速技术分类做了分析,并通过分析变频调速系统对异步电机的影响来阐述研究交流异步电机变频调速系统的重要性。

[关键词]异步电机 变频调速 交流

中图分类号:TM343

文献标识码:A

文章编号:1009-914X(2010)35-0025-01

引言

到20世纪70年代,由于计算机的产生和电力电子元件的出现使得交流异步电动机的调速成为可能,并得到迅速的普及,在异步电动机调速系统中,调速性能最好、应用最广的系统是变压变频调速系统。在这种系统中,需要一台专用的变压变频器来调节电动机的转速,须同时调节定子供电电源的电压和频率,可以使机械特性平滑地上下移动,并获得很高的运行效率。现已广泛用于数控机床、泵类和空调器等设备的动力源或运动源,并起到节约电能、提高设备自动化和产品质量的良好效果。所以研究交流异步电机变频调速系统就显得尤其重要。

1 交流异步电机变频调速原理

根据电机学理论,交流异步电动机的转速可由下式表示: $n=60f(1-s)/p$,其中 n 为电动机转速, p 为电动机磁极对数, f 为电源频率, s 为转差率。

由上式可知,影响电动机转速的因素有:电动机的磁极对数 p 、转差率 s 和电源频率 f ,其中电源频率来实现交流异步电动机调速的方法效果最理想,这就是所谓的变频调速。

我们知道,交流异步电动机的定子绕组切割旋转磁场磁力线产生定子绕组的感应电动势,可用下式计算其有效值: $U \approx E=4.44Kf\phi$

其中 U 和 E 为电压, K 为电动机的一个特定常数, ϕ 为磁通。由上式可知,若定子 U 电压不变,则磁通 ϕ 随着频率 f 的提高而减小,使得电动机的动力不足而超载能力下降, ϕ 随频率 f 的减小而增加,使励磁电流上升,增加了铁损,从而降低了电动机的效率。可见,只有使气隙磁通 ϕ 为一常量的条件下,改变频率 f 的同时协调的改变定子电压 U ,把电网交流电通过整流器换成电压可调的直流电,然后通过逆变器把直流电换成频率可调的交流电,供交流电机进行变压和变频的联合调速,才能使电动机获得较好的工作性能。

2 交流异步电机变频调速技术分类

为了较好地实现交流电动机的无极调速,可通过改变电源频率和电压来完成,但这需要一套交流变频电源。目前异步交流电机的调速控制方案主要有以下几种。

2.1 恒压频比控制

这种控制方法就是通过变频器,来维持电压与频率的比值恒定,即 $U/f = \text{const}$

此法虽然在控制上较易于实现,但它在低速时性能较差,需要通过低频电压补偿来获得性能的改善,因此它只是广泛的应用在一些对于调速性能要求不高的场合。但如果低速时电压补偿效果不佳的话,就很容易造成磁场的欠励或过励,进而使电机转速极不稳定,从而可能造成电机与变频器之间形成共振,对设备造成损坏。目前恒压频比控制最常用的方法是将转速通过PI调节器得到转差频率,实际上就是通过调节转差频率来控制转速。

2.2 磁场定向控制

电动机调速的实质在于对转矩的控制,但要直接对转矩进行控制是不现实的,因为交流电机本身是一个非线性且多变量的时变系统。磁场定向控制理论为对交流电动机转矩的高性能控制提供了可能,其方法是在磁场定向坐标上,将交流电流矢量分解成互相垂直并且相互独立的直流的励磁电流分量 i_d 和转矩电流分量 i_q ,然后对二者分别进行调节,因此对电流矢量的幅值和空间位置的控制就成为磁场定向控制的关键了。磁场定向控制不仅可以对转矩进行实时控制,还能避免电流的瞬态突变,但在磁场定向控制中转子电阻会随着温度和频率的变化而变动,而且电机转速测量也存在误差,这些因素都容易引起转子磁链的误差,这就使磁场定向控制的效果不理想。

2.3 直接转矩控制

Depenbrock教授提出的直接转矩控制理论跳出了传统的交流传动技术研究思维圈,在瞬时空间矢量理论的基础上,通过检测到的定子电压和电流来计算电机的磁链和转矩,比较给定值得差值,以此来实现磁链和转矩的直接控制,直接转矩控制是直接定子坐标系下对磁链和转矩进行控制,以得到快速的转矩响应,一般由于定子电阻的变化比较容易得到补偿,而只要知道定子电阻就可观测出定子磁链,所以直接转矩控制对电机参数的变化不敏感。它还避免了复杂的坐标变换和参数运算,使系统线路变得十分简单,容易实现,其控制效果要优于前两种方法。

3 变频调速对电机的影响

变频调速不论采用什么样的控制方法其输出到电机端上的电压脉冲是非正弦的。所以普通异步电动机在非正弦波下的运行特性分析就是变频调速时对电机产生的影响,主要有以下几个方面。

3.1 对电流的影响

由于变频器的输出电压时经过SPWM调制过的系列脉冲波,故流入电动机的电流中含有频率与载波频率相等的高次谐波成分,这些高次谐波电流并不能在电动机输出轴上产生有效转矩,而由于只有基波电流才能产生有效转矩,所以与工频运行相比,在带动相同负载的情况下,变频运行时的电流要大一些。

3.2 对磁路的影响

在工频运行时,由于电阻压降在电压中所占比例甚小,负载从空载到额定负载,反电动势的变化率只有3%-4%,磁路在磁化曲线上的工作点十分接近,磁通及其励磁电流的变化很小。在V/F控制方式下,因为电压随频率而下降,在定子电流相同的情况下,其电阻压降所占比例减小,故磁通减小,使输出转矩减小,为了在变频以后,使电动机的输出转矩也能达到额定值,必须补偿足够的电压,使反电动势与频率之比保持不变。

3.3 对轴电压的影响

轴电压是指两个轴端的电压或轴与轴瓦之间的电压。对于正弦波供电的电动机,主要是由于磁路不平衡引起,对于变频器供电的电动机,通常情况下加在电动机上的各相电压是平衡的。然而由于各相整流元件和控制元件特性的差异,可能出现某瞬间的电压失衡现象,在轴上产生较大的轴电压。再加上转子上的谐波电压会以轴承油膜为介质形成一个对地电容,从而产生容性电流。

对于中小容量的电动机,在非正弦电源的情况下,轴电压的影响一般也可以不考虑。但是对于大容量电动机,特别是在高速的和采用滑动轴承的情况下,轴电流和轴承电流的危害是不容忽视的。

3.4 其他方面的影响

(1)对电机绝缘的影响

变频调速时,作用于电机绕组上的电压是峰值超过500V的高频脉冲电压,在这样高频作用下,绝缘材料的介电常数将会减小,而损耗增大。因此,普通电机在进行变频调速时,绝缘较易击穿。

(2)对振动的影响

就50Hz时的运行状况而言,当电机的转速从0到额定转速之间进行无级调速时,其机械振动频率也是不断变化的,如果电机在某一频率下运行时,其振动频率恰好与生产机械的固有振荡相等或接近时,整个拖动系统的振动将加剧。

结语

随着交流异步电机变频调速的优势越来越明显,其在工业机械中的应用也越来越广泛,对它的研究也变得更有意义。尽管在这方面的研究已经取得了一些成果,但仍有许多地方有待改进,相信在不久的将来,调速性能更加优良、节能效果更加理想的交流电机调速系统将会诞生,从而促进电机调速技术的又一次飞跃。

参考文献

- [1] 张燕宾编著. 电动机变频调速[M]. 北京: 中国电力出版社, 2003.
- [2] 李德华编著. 交流调速控制系统[M]. 北京: 电力工业出版社, 2003.
- [3] 李春文, 张爱芳, 曹玲芝. 交流异步电机变频调速系统研究综述[J]. 科技资讯, 2009, 2:47.