

步进电机和伺服电机的比较

王勇 (陕西渭河煤化工集团有限责任公司)

摘要:通过介绍步进电机和伺服电机的工作原理,着重描述了步进电机和伺服电机二者的区别,对二者在选型时进行了比较,在控制系统的设计过程中要综合考虑,选用适当的控制电机。

关键词:步进电机 伺服电机 工作原理

随着我国经济迅猛发展,中国逐渐成为世界的加工中心。随着步进电机和伺服电机的出现,大大提升了控制回路的精度。步进电机它的旋转是以固定的角度(称为“步距角”)一步一步运行的,其特点是没有积累误差,所以广泛应用于各种开环控制。伺服电机是把所收到的电信号转换成电动机轴上的角位移或角速度输出,其主要特点是,当信号电压为零时无自转现象,转速随着转矩的增加而匀速下降。

1 步进电机和伺服电机的工作原理

1.1 步进电机的工作原理 步进电机是一种将电脉冲转化为角位移的执行机构。当步进驱动器接收到一个脉冲信号,它就驱动步进电机按设定的方向转动一个固定的角度(称为“步距角”),它的旋转是以固定的角度一步一步运行的。可以通过控制脉冲个数来控制角位移量,从而达到准确定位的目的,同时可以通过控制脉冲频率来控制电机转动的速度和加速度,从而达到调速的目的。

1.2 伺服电机的工作原理 伺服电机内部的转子是永磁铁,驱动器控制的U/V/W三相电形成电磁场,转子在此磁场的作用下转动,同时电机自带的编码器反馈信号给驱动器,驱动器根据反馈值与目标值进行比较,调整转子转动的角度。伺服电机的精度决定于编码器的精度(线数)。

2 步进电机和伺服电机的区别

2.1 控制的方式不同 步进电机是通过控制脉冲的个数控制转动角度的,一个脉冲对应一个步距角。伺服电机是通过控制脉冲时间的长短控制转动角度的。

2.2 所需的工作设备和工作流程不同 步进电机所需的供电电源(所需电压由驱动器参数给出),一个脉冲发生器(现在多半是用板块),一个步进电机,一个驱动器(驱动器设定步距角角度,如设定步距角为 0.45° ,这时,给一个脉冲,电机走 0.45°)。其工作流程为步进电机工作一般需要两个脉冲:信号脉冲和方向脉冲。伺服电机所需的供电电源是一个开关(继电器开关或继电器板卡),一个伺服电机;其工作流程就是一个电源连接开关,再连接伺服电机。

2.3 低频特性不同 步进电机在低速时易出现低频振动现象。振动频率与负载情况和驱动器性能有关,一般认为振动频率为电机空载起跳频率的一半。这种由步进电机的工作原理所决定的低频振动现象对于机器的正常运转非常不利。当步进电机工作在低速时,一般应采用阻尼技术来克服低频振动现象,比如在电机上加阻尼器,或驱动器上采用细分技术等。交流伺服电机运转非常平稳,即使在低速时也不会出现振动现象。交流伺服系统具有共振抑制功能,可涵盖机械的刚性不足,并且系统内部具有频率解析机能(FFT),可检测出机械的共振点,便于系统调整。

2.4 矩频特性不同 步进电机的输出力矩随转速升高而下降,且在较高转速时会急剧下降,所以其最高工作转速一般在 $300\sim 600\text{r/min}$ 。交流伺服电机为恒力矩输出,即在其额定转速(一般为 2000 或 3000r/min)以内,都能输出额定转矩,在额定转速以上为恒功率输出。

2.5 过载能力不同 步进电机一般不具有过载能力。交流伺服电机具有较强的过载能力。以松下交流伺服系统为例,它具有速度过载和转矩过载能力。其最大转矩为额定转矩的3倍,可用于克服惯性负载在启动瞬间的惯性力矩。步进电机因为没有这种过载能力,在选型时为了克服这种惯性力矩,往往需要选取较大转矩的电机,而机器在正常工作期间又不需要那么大的转矩,便出现了力矩浪费的现象。

2.6 速度响应性能不同 步进电机从静止加速到工作转速(一般为每分钟几百转)需要 $200\sim 400\text{ms}$ 。交流伺服系统的加速性能较好,以松下MSMA400W交流伺服电机为例,从静止加速到其额定转速 3000r/min ,仅需几ms,可用于要求快速启停的控制场合。

3 步进电机和伺服电机在造型时的比较

3.1 步进电机在造型时的要点

3.1.1 选择保持转矩 保持转矩也叫静力矩,是指步进电机通电但没有转动时,定子锁住转子的力矩。由于步进电机低速运转时的力矩接近保持转矩,而步进电机的力矩随着速度的增大而快速衰减,输出功率也随速度的增大而变化,所以说保持转矩是衡量步进电机负载能力最重要的参数之一。

3.1.2 选择相数 两相步进电机成本低,步距角最少 1.8° ,低速时的震动较大,高速时力矩下降快,适用于高速且对精度和平稳性要求不高的场合;三相步进电机步距角最少 1.5° ,振动比两相步进电机小,低速性能好于两相步进电机,最高速度比两相步进电机高百分之30至50,适用于高速且对精度和平稳性要求较高的场合;5相步进电机步距角更小,低速性能好于3相步进电机,但成本偏高,适用于中低速段且对精度和平稳性要求较高的场合。

3.1.3 选择电机 应遵循先选电机后选驱动器原则,先明确负载特性,再通过比较不同型号步进电机的静力矩和矩频曲线,找到与负载特性最匹配的步进电机,精度要求高时,应采用机械减速装置,以使电机工作在效率最高、噪音最低的状态;避免使电机工作在振动区,如若必须则通过改变电压、电流或增加阻尼的方法解决,电源电压方面,建议57电机采用直流24V、36V、86电机采用直流46V、110电机采用高于直流80V;大转动惯量负载应选择机座号较大的电机,大惯量负载、工作转速较高时,电机而应采用逐渐升频提速,以防止电机失步、减少噪音、提高停转时的定位精度,鉴于步进电机力矩一般在 40Nm 以下,超出此力矩范围,且运转速度大于 1000RPM 时,即应考虑选择伺服电机。

3.1.4 选择驱动器和细分数 最好不选择整步状态,因为整步状态时振动较大,尽量选择小电流、大电感、低电压的驱动器,配用大于工作电流的驱动器,在需要低振动或高精度时配用细分型驱动器,对于大转矩电机配用高电压型驱动器,以获得良好的高速性能;在电机实际使用转速通常较高且对精度和平稳性要求不高的场合,不必选择高细分数驱动器,以便节约成本,在电机实际使用转速通常很低的情况下,应选用较大细分数,以确保运转平滑,减少振动和噪音;总之,在选择细分数时,应综合考虑电机的实际运转速度、负载力矩范围、减速器设置情况、精度要求、振动和噪音要求等。

3.2 伺服电机在造型时的要点

3.2.1 负载/电机惯量比 正确设定惯量比参数是充分发挥机械及伺服系统最佳效能前提,此点在要求高速高精度的系统上表现尤为突出,伺服系统参数的高速跟惯量比有很大关系,若负载电机惯量比过大,伺服参数调整越趋边缘化,也越难高速,振动抑制能力也越差,所以控制易变得不稳定,在没有自适应调整的情况下,伺服系统的默认参数在 $1\sim 3$ 倍负载电机惯量比下,系统会达到最佳工作状态,这样,就有了负载电机惯量比的问题,也就是我们一般所说的惯量匹配,如果电机惯量和负载惯量不匹配,就会出现电机惯量和负载惯量之间动量传递时发生较大的冲击。

3.2.2 选择转速 电机选择首先应依据机械系统的快速行程速度来计算,快速行程的电机转速应严格控制在电机的额定转速之内,并应在接近电机的额定转速的范围使用,以有效利用伺服电机的功率;额定转速、最大转速、允许瞬间转速之间的关系为:允许瞬间转速 $>$ 最大转速 $>$ 额定转速。伺服电机工作在最低转速和额定转速之间时为恒转矩调速,工作在额定转速和最大转速之间时为恒功率调速;在运行过程中,恒转矩范围内在转矩是负载的转矩决定,恒功率范围内的功率是负载的功率决定,恒功率调速是指电机低速时输出转矩大,高速时输出转矩小,即输出功率是恒定的,恒转矩调速是指电机高速、低速输出转矩一样大,即高速时输出功率大,低速时输出功率小。

3.2.3 选择转矩 伺服电机的额定转矩必须满足实际需要,但是不需要留有太多的余量,因为一般情况下,其最大转矩为额定转矩的3倍。需要注意的是,连续工作的负载转矩 \leq 伺服电机的额定转矩,机械

小议变频技术的节能效应

高钟哲 (阳泉煤业集团)

摘要:随着工业自动化水平的不断提高和电力电子技术的发展,工业生产工程中采用高压变频调速技术越来越多,国家号召节约资源、企业需要降低生产成本、市场呼吁节能技术和产品,而变频技术被认为是最有效的节能方式之一,使用变频器不仅能达到科学用能、节能降耗的目的,而且能够提高自动化水平,改善工艺。

关键词:变频技术 节能效应

随着科学技术的发展,生产的需要和实际的需求,变频控制技术越来越被广泛的应用在工业生产及其他领域之中,特别是当今国际和国内环保节能的硬性要求,生产和生活从安全型转变成安全节能型。而变频技术被认为是最有效的节能方式之一,同时变频技术最大的一个特点就是安全节能。使用变频器不仅能达到科学用能、节能降耗的目的,而且能够提高自动化水平,改善工艺。现在我就以变频技术的概念开始,结合水泵变频应用,谈谈变频技术的节能效应。

1 变频技术介绍

变频技术指的是异步电动机的变压变频调速控制系统,一般简称变频调速系统,也就是人们所说的变频技术。在各种异步电动机调速系统中,变频技术的效率最高,同时性能也最好。采用变频控制技术,在生产机械对调速系统的静、动态性能要求不高的情况,不但结构简单,而且成本也较低,大大降低了生产成本和能量消耗,从而达到高效节能。变频技术中,变频控制系统是整个调速系统的核心,而变频装置即变频器又是变频技术的主要装置。变频控制系统,它的基本控制方式是,在基频以下,为了维持磁通不变,须按比例的同时控制电压和频率,低频时还应抬高电压以补偿定子压降;在基频以上,由于电压无法再升高,只好仅仅提高频率而迫使磁通减弱。综合基频以上以及以下的情况,根据变频控制特性,按照电机拖动基本原理,基频以下属于“恒转矩调速”,基频以上属于“恒转矩功率调速”。现今,使用最多的是静止式变频装置,用的变频装置主要是间接变频技术。

2 变频技术的降耗节能原理

由流体力学以及动力学原理可知,功率(P)与Q(流量)以及N(压力)成正比关系,与转速的立方成正比。因此在水泵的效率不变化时,流量下降时,N可成比例的降低,这样轴的输出功率成立方关系急速下降。

2.1 功率因数补偿节能,根据电学原理和电力拖动原理及应用,普通水泵电机的功率因数在0.6~0.7之间,比较低,在使用变频调速装置后,由于变频器内部滤波电容的作用,使得功率因数增大,从而减少了无功损耗,增加了电网的有功功率。

2.2 软启动节能由于电机为直接启动或Y/D启动,启动电流等于(4~7)倍额定电流,这样会对机电设备和供电电网造成严重的冲击,对设备、管路的使用寿命极为不利。使用变频装置后,利用其软启动功能将使启动电流从零开始,最大值也不超过额定电流,减轻了对电网的冲击和对供电容量的要求,延长了设备和阀门的使用寿命,节

(上接第311页)

系统所需要的最大转矩<伺服电机输出的最大转矩。在进行机械方面的校核时,可能还要考虑负载的机械特性类型,负载的机械特性类型一般有:恒转矩负载、恒功率负载、二次方律负载、直线负载、混合负载。

3.2.4 短时间特性(加减速转矩) 伺服电机除连续区域外,还有短时间内的运转特性如电机加减速,用最大转矩表示;即使容量相同,最大转矩也会因各电机而有所不同。最大转矩影响驱动电机的加速时间常数,使用公式估算线性加速时间常数,根据该公式确定所需的电机最大转矩,选定电机容量。

3.2.5 连续特性(连续实效负载转矩) 对要求频繁启动、制动的数控机床,为避免电机过热,必须检查它在一个周期内电机转矩的均方根值,并使它小于电机连续额定转矩,其具体计算可参考其它文献。在选择的过程中依次计算此五要素来确定电机型号,如果其中一个条件不满足则应采取适当的措施,如变更电机系列或提高电机容量等。

4 步进电机和伺服电机的应用

步进电动机及其驱动器构成伺服驱动单元,它与微型计算机可

省了设备的维护费用。

3 水泵高压电机变频调速改造应注意的问题

为达到电气节能和工艺优化的目的,高压变频器在工程设计中应注意:

3.1 电机的特性试验和技术规范的再修订当一台普通电动机由变频提供电源时,其变频器输出端的电压和电流谐波分量会使电机的损耗增加、效率降低、温度升高。为改善电机启动性能,应注意转子的集肤效应,不要使实际阻抗增加,从而使铜耗增大。

3.2 由于电机线圈之间存在分布电容,当高次谐波电压输入时,各线圈之间的电压是不均匀的,这种长期反复作用使定子线圈一部分的绝缘造成损伤,从而产生线圈老化,这在普通异步电动机的绝缘结构方面是难以接受的。

3.3 电机的电磁回路不可能做到绝对对称,变频器输出电源中所含有的各次谐波分量将形成各种电磁脉动。同时,电机因处在频率不断调节的工作状态下,很容易与电机机械部分产生机械共振,造成电机机械部位的损坏。因此,在变频改造工程中,为了避免运行时出现上述问题,技术设计时必须进行相关特性调速实验,重新修订原电动机的技术规范。变频器工作环境的基本要求,在水泵厂工程设计中一般变频调速装置单独设置在变频调速室内,室内必须安装备用空调设施,必要时采用专门风道进行强制通风和冷却。

4 高压供电系统出口断路器控制的技术完善

普通断路器高压开关柜内部出现跳闸回路断线或直流控制电源消失的情况,变频器恰好出现故障(要求断路器跳闸)时,跳闸线圈已失电,断路器拒绝动作,因而造成变频器内部的功率器件损坏。所以在设计中选择了带有欠压脱扣线圈的断路器,一旦出现跳闸回路断线或控制电源消失的情况,断路器首先自动跳闸,以保护变频器的设备安全。

综上所述,变频调速技术用于水泵控制系统,具有调速性能好、节能效果显著、运行工艺安全可靠等优点。在大力提倡节约能源的今天,推广使用这种集现代先进电力电子技术和计算机技术于一体的高科技节能装置,对于提高劳动生产率、降低能耗具有重大的现实意义。可以说,变频调速技术是一项利国利民、有广泛应用前景的高新技术。

参考文献:

- [1]李勇伦.基于PLC控制的变频调速恒压供水系统[J].科技创新导报,2007.
- [2]符锡理.多泵并联变频调速恒压变量供水水泵的配置与控制[J].给水排水技术与产品信息,2000.
- [3]王锡仲,蒋志坚,高景峰.变频优化调压节能供水装置的研制[J].给水排水,1998.
- [4]吕志斗.实用广谱变频节能技术[M].辽宁科学技术出版社,2003,(12).

构成开环点位控制、连续轨迹控制甚至闭环控制等。经济型数控机床以微型计算机为控制核心,ISO数控标准代码编程,用软件实现数控装置全部功能,采用大功率步进电动机直接驱动机床工作台,组成了全数字化开环数控装置。伺服电机广泛应用于对精度有较高要求的机械设备,如印刷设备、机床和CNC数控设备、装配线和材料夹持自动生产、印刷设备、打浆成纸及网面处理和自动机载系统包装设备、纺织设备、激光加工设备、机器人、自动化生产线等对工艺精度、加工效率和工作可靠性等要求相对较高的设备。

5 结束语

在了解了步进电机和伺服电机的性能区别和二者在造型时应注意的要点,不难发现伺服电机在许多性能方面都优于步进电机。但在一些要求不高的场合也经常用步进电机来做执行电动机,使用步进电机,控制器的设计相对比较容易,易于实现,选用交流伺服电机来设计控制系统,其成本比选用步进电机高。所以在控制系统的设计过程中要综合考虑控制要求、成本等多方面的因素,选用适当的控制电机。