

伺服电机自适应控制系统研究

冷 冰*

西安雷远电子科技有限公司 陕西 西安 710000

摘 要: 伺服电机是一种在控制系统中控制元件转动的发动机,其体积小、功率高、重量轻、运行安全可靠、结构简洁。为满足因科技的迅猛发展,对伺服电机的精度也有了更高的要求。而高精度的伺服电机取决于更加精确的模型,但伺服电机运行过程中会受到很多外部条件以及内部因素的影响,使相应的模型建立更为复杂,导致伺服电机控制系统性能高的特点难以在实际的运行中得以体现。

关键词: 伺服电机; 自适应; 控制系统; 研究

1 伺服电机的概述

在工业控制领域广泛使用的伺服电机是交流伺服电机,主要包括转子和定子两个组成部分。其转子部分结构形式包括鼠笼形转子和非磁性杯形转子两种形式。常用定子结构是与旋转变压器的定子结构类似,通过在定子铁心中设置相互垂直的两相绕组构成。根据转子结构的不同,可将交流伺服电机分为两种形式。其鼠笼转子交流伺服电机由转子铁心、轴和转子绕组构成;而非磁性杯形转子交流伺服电机的内定子则由环形的钢片叠放而成。

针对当前市场应用情况,通常广泛使用鼠笼形转子伺服电机。主要因为非磁性杯形转子工作过程中惯量小,轴承摩擦阻转矩较小,且转子间不存在齿槽,使电机工作过程中没有齿槽啮合的现象,其转矩和输出功率都较小。另外,杯形转子伺服电机的制造工艺复杂,可靠性相对较低,主要用于十分平稳的场合。

2 伺服控制系统的内涵

伺服系统是现代化工业使用的一种自动控制系统,能够随着机械生产制作流程的动态情况,对机械进行全面控制,记录被控对象的连续性变化状态,如有异常及时反馈到显示系统中。伺服控制系统的自动化控制原理是因为其内部包含了各种先进的控制器和传感器等,让受控体能够得到有效控制,常用于净度要求较高的工业制造业中。目前工业生产中常用的伺服系统会根据执行元件分为两种,一种是电气伺服系统,电气系统操作较为便捷,具有安全可靠的优势;而另一种是电液伺服系统,由马达为伺服系统的驱动提供动力,这类系统能够快速判断反应机械的控制指令,而且刚性好,输出速度平稳,但是因为系统中马达的因素,会产生比较大的噪音,而且马达振动会导致供油系统内部出现漏油的情况。^[1]接下来将对电气伺服系统的不同类型进行分析研究,看看其有何优势能够满足现代化工业高精度的生产要求。

3 伺服电机的基本原理

根据伺服电机在伺服电机控制系统中工作方式,可以将伺服电机看作是一个执行电动机。其在伺服系统中负责把系统的输入信号即电压信号转换成电动机轴承的转动的运动信号以输出,伺服电机通过接受系统的输入信号,将根据电压信号,完成不同程度的转动,根据转动角速度,位移等物理量,就可以得到一下信号,不同的输入信号对应不同的输出响应信号,以这种方式可以精准的控制电动机的转动。这种控制系统就是伺服电机控制系统,而系统中被控制的电动机就是一个伺服电机。根据伺服电机在伺服系统中使用的电源不同,一般可以分为两种不同形式伺服电机,即直流伺服电机与交流伺服电机。^[2]

4 自适应控制的基本原理

所谓的自适应就是系统在一些内部因素、外部环境变化所带来的系统参数、输入输出等数据变化时,可以将系统

*通讯作者: 冷冰, 1988年, 湖北, 汉, 男, 工程师, 本科, 电子信息工程, 西安雷远电子科技有限公司, 毕业学校: 武汉大学, 邮箱: mifeng46@163.com

偏差通过各种自动控制方式,调节系统以增加系统对干扰的适应的过程自适应控制即为一种可以在控制系统运行中可以改变自身系统的各种参数以达到可以自动适应系统输入或其他扰动所带来的变化以达到系统稳定的控制方式。

自适应控制系统的原理说的通俗一点就是一个控制系统本来按照一定的即成规律运行,这时它是稳定的,但如果这时有一个意外因素出现了,它扰乱了系统的稳定结构,在不加干预的情况下系统可能会偏移稳定状态使得整个系统崩溃,这时候如果加上一个控制器来使得系统在偏移稳定值时可以使系统回到原来的稳定值。那么这就成了一个自适应系统。

5 伺服控制系统

5.1 开环伺服系统

开环伺服系统不设置检测反馈装置,不构成运动反馈控制回路,电动机按装置发出的指令脉冲工作,对运动误差没有检测反馈和处理修正过程,采用步进电机作为驱动器件,精度完全取决于步进电动机的步距角精度和机械部分的传动精度,难以达到高精度要求。步进电动机的转速不可能很高,运动部件的速度受到限制。但步进电机结构简单、可靠性高、成本低,且其控制电路也简单。所以开环控制系统多用于精度和速度要求不高的经济型设备。

5.2 半闭环伺服系统

半闭环伺服系统采用内装于电机内的脉冲编码器,无刷旋转变压器或测速发电机作为位置/速度检测器件来构成半闭环位置控制系统,其系统的反馈信号取自电机轴或丝杆上,进给系统中的机械传动装置处于反馈回路之外,其刚度等非线性因素对系统稳定性没有影响,安装调试比较方便。定位精度与机械传动装置的精度有关,而数控装置都有螺距误差补偿和间隙补偿等功能,在传动装置精度不太高的情况下,可以利用补偿功能将加工精度提高到满足的程度。故半闭环伺服系统在数控机床中应用很广。

5.3 全闭环伺服系统

闭环伺服系统主要由比较环节、伺服驱动放大器,进给伺服电动机、机械传动装置和直线位移测量装置组成。对机床运动部件的移动量具有检测与反馈修正功能,采用直流伺服电动机或交流伺服电动机作为驱动部件。可以采用直接安装在工作台的光栅或感应同步器作为位置检测器件,来构成高精度的全闭环位置控制系统。系统的直线位移检测器安装在移动部件上,其精度主要取决于位移检测装置的精度和灵敏度,其产生的加工精度比较高。但机械传动装置的刚度、摩擦阻尼特性、反向间隙等各种非线性因素,对系统稳定性有很大影响,使闭环进给伺服系统安装调试比较复杂。

6 伺服电机控制技术的应用

由于伺服电动机具有可靠性高、维护方便等优点,又具有运行效率高和调速性能好的特点,在当今自动化控制领域中,如医疗器械、数控机床、航空等方面得到广泛应用。伺服电动机的应用主要有以下几类:

6.1 机械调速驱动的应用

在控制精度要求不高的调速系统分为两种:一种是开环调速系统,另一种是闭环调速系统。通常采用的电机主要有三种:直流电机、交流异步电机和伺服电动机。主要在包装机械、食品机械、印刷机械中广泛应用。直流电机是调速应用领域中用的最多的,随着交流调速技术的发展,交流变频技术获得广泛应用,交流电机和变频器的结合代替了直流电机调速应用的大多领域,由于伺服电动机体积小、重量轻和响应速度快等优点,伺服电机也就运用到了纺织机械、印刷机械等领域。

6.2 在控制精密性的应用

由于伺服电机具有控制精度高的特点,在不同领域对伺服电机控制性能要求也不同,在实际应用中,伺服电动机有三种控制形式:转矩控制、速度控制、位置控制。目前在医疗器械、数控机床及航空领域等都广泛采用了伺服电动机。^[1]

6.3 在低频特性的应用

步进电机正常运转会出现较为严重的低频振动状态,出现低频振动的情况是受到电机系统内部负载情况与振动频率,以及驱动器性能的影响,步进电机一般都是处于低速运转状态,为了提高步进电机的运转稳定性,就会使用交流

伺服电机技术,利用其内自带的共振抑制作用,有效补充机械刚性不足的情况,降低共振情况的产生,从而改善电机的低频振动问题。

6.4 在过载能力的应用

由于步进电机没有过载性能,而交流伺服电机具备较高的速度过载能力和转矩过载能力,因此现代工业机械中都应用交流伺服电机,能够有效地克服机械启动运作时产生的惯性力矩。但实际操作使用中,力矩浪费的情况较为严重,还需进一步改进电机力矩。

6.5 伺服电机控制方法

伺服控制系统的数字化模式,通过系统内部的模拟量输入和脉冲频率等技术,能严格控制伺服电机的转动速度和角度,提升系统定位的精度,尤其是光纤设备等材质较为敏感,对受力要求苛刻的安装收卷施工中,保护好光纤内部的信号传输材质。

6.6 在矩频特性中的应用

步进电机的输出力矩随转速升高而下降,且在较高转速时转矩会急剧下降,所以其最高工作转速一般在300~600rpm。交流伺服电机为恒力矩输出,即在其额定转速以内,都能输出额定转矩。

6.7 速度响应快

步进电机从静止加速到额定转速需要200~400ms。交流伺服系统的速度响应较快,有的交流伺服电机,从静止加速到其额定转速仅需几毫秒。

7 伺服电机控制技术的发展趋向

20世纪90年代至今,在大型加工的机床中,一般都是直线电机直接驱动作为驱动方式。相对于滚珠丝杠驱动,直线电机驱动的刚度更强,速度差的范围也更大,加速性能也比较不错,不需要中间机械进行传动,直接就可以直接驱动,且运行更平稳,位置以及精度也更加准确,在运行过程中,机械之间的磨损和误差也比较下,大大减少了对于驱动系统的维修时间。^[4]虽然目前来看,在高速高精的大型加工机床中,直线电机直接驱动和滚珠丝杠驱动这两种驱动方式还都存在,但是根据长远的发展来看,直线电机驱动在未来的比重会越来越大。

结语

在行业竞争激烈的时代中,工业机械与计算机充分融合发展,进行全面转型。机械生产的伺服控制系统得到全面推广,交流伺服电机应用到社会各大领域,发挥着精准控制的作用。得益于现代高科技水平的发展,伺服电机控制技术要满足不断更新优化的行业需求,保持精益求精的态度,让系统朝着数控智能化不断精进,推动我国工业机械生产实力实现质的飞跃。

参考文献

- [1]李纪刚,徐鹏云.低成本直流伺服电机调速系统的设计[J].微特电机,2008.
- [2]陶克瑞,朱连庆.PLC控制伺服电机应用设计[J].中国高新技术企业,2009年第13期.
- [3]孙斌.伺服电机的应用及技术控制研究[J].自动化应用,2017(8):280-282.
- [4]王辉,答涛,刘智豪等.基于LabVIEW和MPScope的多轴伺服电机控制系统开发与应用[J].制造业自动化,2018(6):125-126.