

双电机驱动消除技术在重型数控机床的应用

马洪亮¹ 张文武² 钱琳²

1 齐重数控装备股份有限公司 黑龙江 齐齐哈尔 161005 2 营口理工学院 辽宁 营口 115000 10.18686/gyjs.v1i3.1289

【摘要】本文首先从双电机驱动系统的传动形式以及控制方法两个方面进行了分析,接着从重型数控机床参数的设置以及双电机驱动消除扭矩设置两个方面对双电机驱动消除技术的实现进行了分析,最后从双电机驱动消除技术在重型数控机床 C 轴的应用以及双电机驱动消除技术在重型数控机床 Z 轴的应用两个方面对双电机驱动消除技术在重型数控机床的应用进行了分析。

【关键词】双电机驱动消除技术;重型数控机床;应用

传统的重型数控机床消除结构主要有两种形式:(1)单电机驱动齿轮带动机床主轴转动。这种传动机构由电机带动减速器转动,减速增力后,带动主轴大齿轮转动,依靠阻尼系统来消除传动链误差和齿侧间隙。该机构消除效果差,只能用于对主轴分度精度要求低的机床上。(2)单电机驱动双传动链带动机床主轴转动。这种传动机构,经过降速环节后,完全相同的两条传动链的小齿轮分别和大齿圈的两个相反的啮合面啮合,防止大齿圈往复摆动,消除空程误差。这种方法主要消除了传动链的末级空程误差,但传动链的前级空程误差并没有消除,无法大幅度提升机床主轴消除精度。

伴随现代科学技术的飞速发展,许多应用工况都对高定位精度,具有正反向旋转伺服 C 轴提出了更高要求。上述两种 C 轴分度装置由于存在齿侧间隙、摩擦死区等因素,已经不能很好地满足应用的需要,定位精度达不到使用要求。由于单电机能力有限,这两种消除机构的功率往往无法满足重型设备的需要。双电机驱动消除技术优势明显,下面就双电机驱动消除技术在重型数控机床的应用展开讨论。

1 双电机驱动系统的传动形式及控制方法

1.1 双电机驱动系统的传动形式

双电机驱动系统的机械连接和传动系统主要包括齿轮、齿条、蜗轮、蜗杆、和丝杠等。图 1 所示为两台电机通过齿轮驱动转台的传动结构,驱动电机通常以空间对称的方式定位。图 2 所示为两台电机分别驱动两侧蜗杆转动,进而驱动转台的传动结构,该

结构适用于驱动力矩较大的场合。图 3 所示为齿轮齿条传动结构,电动机平行放置在机架上,该结构主要应用于机器的线性位移轴。在图 4 所示的大型龙门结构中,电机分别安装在龙门架的两侧,两个电机同时工作以驱动龙门架沿水平轨道移动,这样可以减小大跨度横梁产生的变形,也可以减小单个电机的负载。对于具有长导轨和双驱动器的龙门架结构,使用双驱动器可以有效地改善系统的运动特性。在这些系统中,两个电机的控制主要与高精度同步位置相关联,并且通常不包括消除功能。



图 1 齿轮传动



图 2 蜗轮蜗杆传动

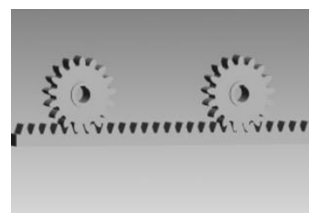


图 3 齿轮齿条传动

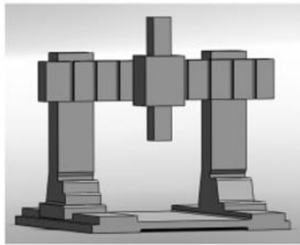


图4 大型龙门装备

1.2 双电机驱动系统的典型控制方法

双电机驱动系统不仅需要考虑每一个电机的运行状态,更重要的是考虑两个电机联动时的情况,控制两个电机的输出转矩,以保证稳定输出。考虑到这种情况,使各级齿轮始终保持相应的齿面啮合,达到消除间隙进而精确地传递力矩、速度和位移,控制电机并分配负载的目的。用于控制具有两个电动机的系统的一般方法如下:(1)恒力矩补偿控制方法。为了消除切换期间偏差的影响,主电机主要负责位置伺服控制,从动电机与主电机的运动方向相反,并且提供恒定的扭矩,为系统增加额外负载,增加了主电机功率消耗。(2)基于速度偏差的力矩补偿控制方法。主电机速度控制的值同时输入到辅助电动机速度控制电路,主驱动电机速度控制的输出值由计算机实时输出,并且由命令驱动器叠加在速度环上进行计算。例如,西门子数控系统采用与速度相关的扭矩补偿控制方法,主电机在定向控制模式下运行,同时,使用等于主电机速度控制值的转矩补偿设置速度控制的附加值,以实现精确的位置控制。(3)基于位置偏差的间隙补偿控制方法。这种方法从电机电路的参考位置接收预定距离,为两个电机生成最大加速度,当接近设定值时,通过创建反向电机扭矩来移除间隙,而且必须在使用过程中选择适当的补偿值。(4)位置力矩切换控制方法。随着终点接近,电机由位置控制平稳地变为恒定转矩控制,位置控制和转矩控制之间的转换过程由控制模块决定。对于机器人来说,这种方法有一些限制,因为对于带有两个电机驱动器的机器人,控制轨道时必须控制电机的位置、速度和输出扭矩,控制过程非常复杂。

2 双电机驱动消除技术的实现

2.1 重型数控机床参数的设置

在主从双驱动控制系统中,数字控制系统控制驱动轴的位置,控制从动轴的速度。驱动轴和从动轴的速度值是恒定的,并且从动轴的速度和扭矩值

是从主动轴的速度和扭矩值中获取的。以西门子840D数控系统为例,双电机主从驱动消除参数设置:假设从动轴编号为AX5,主动轴编号为AX4,通过设置机床参数,AX5轴的速度和扭矩控制值就可以从AX4轴获得。

2.2 双电机驱动消除扭矩设置

在双电机主从驱动控制消除系统中,一个比较关键的问题是设置消除间隙的消除扭矩。每台机床各零部件的加工和装配精度不同,消除扭矩也不相同。首先,开发者给出消除扭矩,现场测试期间对其进行修改,以找到能够提供所需动态响应速率和消除精度的适当值。例如,在Siemens 840D CNC系统中,可以通过现场测试得到的数值对轴参数进行设置,进而完成消除扭矩的设置。

3 双电机驱动消除技术在重型数控机床的应用

高精度重型数控机床惯量大,难以控制,是机床行业的研究难点。影响定位精度的因素主要包括伺服驱动系统精度和数控精度。伺服驱动系统的精度主要取决于检测元件的误差和机床自身的精度、传动部件和传动系统的刚性。数控装置的精度主要由制造商决定。因此,在设计和制造方面提高机床传动系统的精度意味着提高机床定位的准确性。从机床设计的角度来看,机床自身传动和传动链的误差决定了机床定位的准确性。数控装置采用高精度数控系统,通过双电机驱动消除技术消除传动链误差,能够有效提高数控机床定位的准确性,消除反向间隙和增大系统驱动能力。

3.1 双电机驱动消除技术在重型数控机床C轴的应用

在重型数控机床上,C轴是绕主轴的回转轴,并与进给轴联动插补,以精确指定主轴位置,完成特殊轨迹加工。在一次装卡后,具有C轴插补功能的数控机床可实现多道工序加工,极大地提高了大型复杂零件的加工精度与效率。高精度、高性能重型数控机床是加工大型精密零件的必要装备,高精度C轴分度进给系统的设计是提高零件加工精度的关键。图5所示为重型数控立式铣车复合加工中心双电机驱动C轴分度装置,C轴分度精度 $\leq 4''$ 。由于该机床具有高精度C轴分度能力,使其七轴五联动功能得到充分发挥,能够高精度、高效率地完成主轴、叶轮等大型复杂零件的加工。



图5 重型数控立式铣车复合加工中心
双电机驱动C轴分度装置



图6 重型数控卧式机床Z轴驱动装置

3.2 双电机驱动消除技术在重型数控机床Z轴的应用

在重型数控卧式机床上,Z轴为纵向进给轴。图6为某机床数控刀架驱动部分,两个伺服电机分别驱动两个高精度行星齿轮,电机由电气系统控制并将能量传至末端的斜齿轮-齿条机构,实现消除,从而带动整个刀架沿Z轴运动。两个伺服电机安装在数控刀架的左右两侧,当刀架移动时,其中一个伺服电机作为主拖动电机提供直接转矩,而另一个伺服电机提高反向转矩,进而消除齿轮间隙,使刀架在整个运动过程中保持高精度、高稳定性运动。该机床Z轴定位精度达到0.008mm/1000mm。

【参考文献】

- [1]袁苗,龚时华,许先雨.面向重型机床回转工作台的双电机消除技术[J].电气传动,2016,46(03):77-80.
- [2]范芳洪,石金艳.双电机驱动消除技术在重型数控机床的应用[J].设备管理与维修,2015(08):80-82.
- [3]任海鹏,何斌.双电机驱动机床进给系统消除控制[J].电机与控制学报,2014,18(03):60-66.
- 作者简介:马洪亮(1982—),男,工程师,主要从事数控机床设计工作。

4 结语

重型数控机床采用双电机消除技术,消除精度高、稳定性好,间隙发生变化时能自动消除,确保机床定位的准确性,简化传动结构。同时,具备机械消除功能的高精度减速机可以代替标准精密变速箱,进一步优化机床结构。在双电机驱动消除结构中系统负载由两个电机共同承担,每个电机承担的最大负载仅为系统负载的一半,因此,可以选用较小功率的电机和伺服驱动器。双电机驱动消除提高了机床传动精度和数控机床伺服控制的精度,在高精度重型数控机床上有广阔的应用前景。