

数控车削中心主轴维修及油缸通用性改造技术应用

韩枫钦

中航光电科技股份有限公司 河南 洛阳 471000

摘要: 本文基于对美国哈挺车削中心主轴部分的结构研究,结合主轴夹紧结构中回转油缸连接特点,针对不同型号车削设备,设计通用连接机构,仅需修改部分螺钉孔位尺寸即可牢固连接不同油缸与机床主轴,使维修后的主轴均满足生产加工对精度及锁紧力要求。此设计预计可节约60%以上备件成本,并减少因原厂备件国内无库存而需要等待较长时间的困境。

关键词: 主轴维修;通用连接机构;回转油缸改造

引言: 数控车削中心作为现代机械加工的核心装备,其主轴与配套油缸的运行状态直接决定加工精度、生产效率及设备安全。主轴承担刀具夹持与高速旋转任务,油缸负责松拉刀等关键动作,二者协同构成车削中心的动力与执行核心,主轴与油缸长期复杂工况,易出现故障,不仅引发非计划停机,还会造成零件报废与成本增加,针对此情况,对故障主轴及油缸进行维修及改造,助力降低运维成本、提升设备可靠性。

1 概述

哈挺数控车削中心是美国哈挺公司旗下的超精密、高刚性、车铣复合加工设备,以极致精度和性能稳定著称,是高端精密制造的首选设备,广泛应用于航空、航天、医疗、汽车、精密仪器等高端制造。

1.1 数控机床的加工原理

将编制好的加工程序输送给CNC单元,CNC单元将接收的信号进行处理后,把处理结果以脉冲信号形式向可编程控制器和进给伺服系统发出指令,可编程控制器接到指令信号后,控制机床执行指令,并将机床执行情况实时反馈给CNC,伺服系统接到进给执行命令后,立即驱动机床各坐标轴按照指令要求进行位移,自动完成工件的加工,检测反馈装置将位移的实测值反馈给CNC,与指令值进行比较,然后以极快的速度向伺服系统发出补偿执行指令,直到实测值与指令值吻合为止。

1.2 数控车床主轴的组成及作用:

主轴部分通常由主轴、主轴电机、轴承和传动件(齿轮-直连或带轮-非直连)、卡盘或卡簧等组成主轴部件。在机器中主要用来支撑传动零件,如带轮,传递运动及扭矩。主轴部件的运动精度和结构刚度是决定加工质量和切削效率的重要因素。目前公司机加分厂机械主轴最高回转精度可达 $0.5\mu\text{m}$ (肖步林车削中心),其出色的回转精度依赖于高精度的主轴机械零件、精密装配技

术,以及性能出色的主轴轴承。

2 机械主轴维修

2.1 维修实例

故障表现: 主轴加工光度不好,噪音大。**故障诊断:** 现场检查发现在工况条件下主轴后端肉眼可见偏摆严重,判定主轴损坏决定对其拆卸维修。

2.2 维修步骤

主轴箱从后往前依次由中空回转油缸,法兰,皮带轮,主轴外壳,主轴芯轴,拉杆等组成。依次拆卸主轴电机,脱开主轴皮带,拆卸回转油缸进出油管及回油管,拆卸回转油缸,拆卸主轴电机皮带轮,拆卸主轴编码器齿盘及编码器。露出机械主轴末端发现主轴轴承磨损严重,为产生异响主要原因。

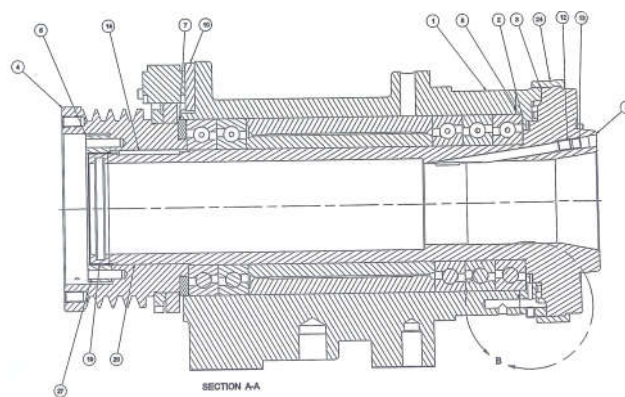


图1 主轴箱结构图

主轴箱壳体, 2、轴承, 3、主轴端盖, 4、从动皮带轮, 5、主轴螺母, 6、主轴, 7主轴轴承垫片, 8、O型环, 9、主轴编码器齿盘, 10、编码器传感器

该主轴采用NSK7011 P4级向心推力轴承。向心推力轴承主要用于同时具有径向、轴向负荷传动轴的安装、固定之中。对单个向心推力轴承而言,轴承的每一端面上外圈与内圈之间的缝隙宽度不同,因此将轴承宽的一面命名为轴承正面,轴承窄的一面命名为轴承背面。从

主轴箱中抽出轴芯并用拉马取下轴承,发现芯轴中部与后端轴承内圈配合的外圆面磨损严重,外径有0.012mm的磨损量,现与轴承内圈无法过盈配合,造成主轴在高速旋转时有径向摆动造成噪音及发热,发热烧毁轴承进一步扩大异响。由于主轴为机床的核心部件,转速高精度高,因此首先联系北村机床厂家咨询维修事宜,厂家表示主轴无法维修,只能更换。咨询主轴维修行业的专业公司,洛阳轴研所,但轴研所无法提供具体可行维修方案^[2]。维修时首先尝试使用卯冲的方案将主轴打粗糙,但是因为主轴材质太硬,工具种硬度最高的白钢刀打磨的冲头亦无法打动。因此尝试第二种方案,使用氩弧埋堆焊方式,选用与主轴材质类似的铬不锈钢焊条,每个轴圈磨损处堆焊四个焊点,然后合金锉刀手工打磨,边打磨边测量对边两处轴芯直径,直到焊点处轴芯可与轴承内环过盈配合为止。润滑已选定的向心推力球轴承,注意润滑是应将润滑脂均匀涂抹在轴承滚动体缝隙中,使润滑脂能够填充在轴圈内外圈之间大约三分之一即可,过多的润滑脂会造成主轴在高速运转时发热,润滑脂过少则导致轴承润滑不良降低使用寿命。润滑主轴轴芯后依次安装排列好的轴承,对轴承组使用扭力扳手预紧,预紧力为40牛米。安装编码器轮盘、皮带轮、法兰盘,打表检查法兰盘圆跳及端跳,精度在0.02mm以内,满足使用条件。主轴安装后检查主轴锥孔轴线的径向跳动:在主轴锥孔中插入检验棒,固定千分表使其测量头触及检验棒表面,在验棒中取a、b两点,a点取靠近主轴端面处,b点取距离a点远离主轴端面方向300mm处,旋转主轴进行检验。

为提高测量精度,可使检验棒按不同方向插入主轴重复进行检验,分别计算a、b处误差,将多次测量的结果区算术平均值,作为主轴径向圆跳动的误差,a处允许误差为0.008mm,b处允许误差为0.02mm。

检测主轴的轴线窜动:检测时固定千分表,使测量头插入主轴锥孔的专用检验棒的端面中心处,中心上粘上一个杆球,旋转主轴检验。以千分表读数的最大值作为主轴轴向窜动误差,允许误差0.008mm。

3 主轴回转油缸通用性改造

3.1 对主轴锁紧系统通用性改造

机加分厂数控机床众多,大部分设备年限较长,部分设备的中空回转油缸、刀塔内部传动机构、密封圈、丝杆等厂家国内无备件,在损坏后无法及时采购,或原厂购买时因受中美贸易战影响导致价格昂贵、备货周期长,影响设备恢复周期,因此考虑使用国产备件进行替代。

由于主轴端与油缸安装位置无法更改,使用其他同

性能油缸替代时会出现安装尺寸不匹配问题,因此提出数控机床主轴回转油缸通用性改造项目,预计可节约60%以上备件成本,并减少因原厂备件国内无库存而需要等待较长时间的困境。基于哈挺ELITE42M主轴中空回转油缸改造提出此项方案。

3.2 改造达成目标

通过通用性改造方式,在出现回转油缸故障时,能够通过新型同性能高性价比油缸替代原厂油缸,缩减维修周期降低维修成本。

3.3 改造实施目标

3.3.1 分析中空回转油缸运行原理

中空回转油缸时将液压能转变为机械能的、做直线往复运动的液压执行元件,给液压卡盘提供对应动能的动力装置。中空回转油缸中间有通孔可以通过被加工工件,此液压缸需配合中空液压卡盘及拉杆安装使用,可加工较长棒料,也可配套自动送料机进行送料加工,实现自动送料,连续加工。

3.3.2 设计可替代性连接结构件

原厂回转油缸回转体与法兰通过螺钉直连,法兰另一端与主轴皮带轮直连,三者与主轴保持同一回转直线,回转油缸后端通过松紧螺母连接拉杆螺纹与油缸本体螺纹,调节松紧螺母行程控制夹紧力大小,拉杆前端与卡盘或卡簧连接并保持与主轴同步旋转。由于法兰同时兼具主轴刹车盘作用,主轴在高速运转急停时通过电信号给刹车气泵卡钳供气提供夹紧力使刹车盘制动,因此在改装过程中需保留刹车盘。

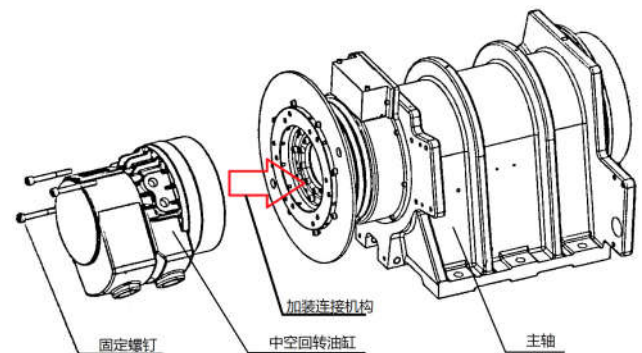


图2 油缸安装图

为满足使用参数要求,在油缸更换选取时主要考虑以下性能指标:1、中空直径2、最高使用油压3、最高回转速度4、拉伸行程5、最大推力6、外形尺寸

由于替代油缸与原装油缸安装尺寸存在不同,同时需要保留原装刹车盘,依次需设计连接法兰,并提出以下技术要求:

首先油缸的法兰盘的端面及内经偏摆必须在

0.0005mm以下, 过大的偏摆将造成振动, 减损油缸的使用寿命。其次将油缸装在越接近主轴位置越好。由于油缸螺纹不同, 需重新设计拉杆, 主轴较短时使用单段式拉杆结构, 主轴较长时考虑到加工难度等问题可采用分段式结构。依照特定的计算公式决定拉杆的长度, 或参考原装拉杆长度进行复原。

3.3.3 替代油缸及组件装配

第一当油缸活塞杆保持在推出状态时, 将拉杆旋入活塞杆上紧。使用结合剂在拉杆的螺纹部分, 防止松动。

3.3.4 将改造后的油缸安装复位

安装要求: 必须将回油口安装在正下方, 否则由于油缸的结构, 将使回流的液压油在两侧溢出。当油缸及防止旋转的支架安装完成后, 必须检查油缸外圆及油缸回转体端面的偏摆量, 保证在0.014mm以内。

3.3.5 拆卸安装步骤:

第一卸掉夹头, 使油缸处于夹紧状态, (油缸后退), 卸掉漏油盒, 第二拆卸6×M10螺钉后小心把回转油缸和拉杆从株洲后端取出, 第三松开3×M8顶丝, 抽出拉杆送掉油缸上的3×M6锁紧螺钉, 拆除行程调节螺母。

(注: 行程螺母的右端面与回转油缸的左端面有2MM间隙), 第四拆卸油环和端面密封圈, 拆卸陈涛和密封圈, 第五安装新油缸前, 调整油缸安装油缸法兰的外圆和端面的跳动在0.005mm以内。第六重新安装时必须将油缸回转体圆跳控制在0.005mm以内。

4 主轴常见故障及解决方法

4.1 主轴卡死不转

检查皮带传动是否断裂, 有异常及时更换; 检查供给主轴的三相电源是否缺相, 有异常及时修复; 检查系统轴控制信号输出是否异常, 若无主轴控制信号输出, 更换相应IC元器件, 若有主轴控制信号输出, 则检查后端硬件; 检查轴承是否异常, 有异常及时更换。

4.2 主轴振动大、跳动超差

检查轴承是否磨损或损坏, 有异常及时更换; 检查主轴锥孔是否磨损, 有磨损及时研磨或更换; 检查拉钉是否磨损, 有磨损及时更换; 检查刀柄锥面是否脏污, 及时清洁刀柄锥面; 检测主轴动平衡, 有异常及时校正, 重做动平衡; 检查传动件和拉杆拉力, 有异常及时校正或调整。

4.3 主轴转速不稳

检查主轴伺服电机、编码器是否损坏或脏污, 有异常及时更换或清洁; 检查电路信号是否有干扰, 有干扰及时处理; 检查变频器参数、驱动模块是否异常, 有异常重新整定驱动参数或更换驱动模块; 检查皮带是否打滑或老化松弛, 有异常及时更换。

4.4 主轴异响

检查轴承是否缺油、磨损或损坏, 有异常及时润滑或更换; 检查主轴内部齿轮啮合是否正常, 有异常及时修复。检查是否有异物进入轴承腔, 有异常及时清洗重新加注润滑脂; 检查运动部件是否有松动, 有异常及时紧固。

结术语: 通过对主轴维修及油缸改造, 解决实际, 总结常见故障及处理方法。此维修主轴技术为首次尝试应用, 修复后使用状况良好。对哈挺ELITE42M主轴中空回转油缸改造, 设计可替代性连接结构件, 替代油缸及组件装配, 此技术具有较高应用价值。

参考文献

- [1]佚名. 全新车铣镗加工中心的特色与亮点解析[J]. 现代制造. 2024, (4), 38, 40-41
- [2]李炜航, 林挺豪, 高振博, 等. 三相异步电机轴承故障的诊断策略[J]. 微电机. 2024, 57(5)
- [3]张翔宇, 李世文, 朱显著. 主轴轴承预紧力在数控维修中的应用[J]. 机床与液压, 2014, 42(04)