

# 龙门镗铣加工中心附件头设计改造及故障处理

卢 鹏

齐重数控装备股份有限公司 黑龙江齐齐哈尔 161000

**摘要:** 龙门镗铣加工中心一直紧跟国际先进水平,不断吸收国内外先进加工中心的优点优势,并使用先进的工艺制造。但其附件头存在的问题和故障一直使得机械行业头疼,现就问题和故障进行分析,提出相关设计方案和故障处理措施,增强设备的稳定性和安全性,并提高机械精准度和作业效率。

**关键词:** 龙门镗铣; 附件头; 设计改造; 故障处理

## 引言:

随着科学技术的发展,数控机床得到了广泛应用,尤其是龙门镗铣加工中心,包含的装置设备形式多样。其附件头在加工大型回转类和箱体类零件内外壁时作用极大,通过全方位的力矩对零件进行加工,应用范围广阔、加工工艺精细,本文通过对附件头问题和故障的分析,旨在为我国数控机床领域的发展做出贡献。

## 一、龙门镗铣加工中心概述

### (一) 龙门镗铣加工中心简介

龙门镗铣加工中心整体结构紧凑、性能稳定,并配以先进的电器控制系统,使其操作简单化,实现复杂功能的应用。据统计龙门镗铣加工中心使用各种附件头进行加工的时间占整个中心加工时间的80%以上。在10年前,一般使用手动附件头,通过螺钉手动将其固定在铣头上。随着时代发展和科技进步,人工成本增加,机床自动化技术广泛应用。国外对铣头功能化研究时间较早,而国内则通过购买外企厂家的产品,通过研究对照,自行配置和加工应用。

龙门镗铣加工中心是集机、电、液等先进技术于一体的机械加工设备,适用于航空、重机、机车、造船、发电、机床、汽车、印刷、模具等行业半精加工和精加工,也可以用于粗加工。龙门镗铣加工中心总体结构由一个龙门架组成,龙门架由双立柱、活动横梁、连接梁、横向溜板及铣头滑枕组成刚性框架,横梁沿立柱导轨上下运动(W轴),横梁上配置一台立式大功率多功能滑枕式镗铣头,镗铣头溜板沿横梁导轨左右运动(Y轴)及其上下运动(Z轴),龙门框架沿床身纵向运动(X轴)。

目前附件头对加工中心的作用包括改变工作方式、扩大工艺技术,主要通过配备各种快换附件头(直角铣头、万能角铣头、加长主轴头、反镗铣头等),通过一次装夹就可以完成内外五面的镗、铣、钻、铰孔、攻丝等

工序。广泛应用于机械加工部门的中型、重型黑色、有色金属的平面、斜面和凹槽的铣削以及孔类的镗扩加工。通过使用不同规格的附件头或同时使用,同时加工可以成倍提高工作效率。

### (二) 安装位置

龙门镗铣加工中心所放置的位置应该远离振源,避免阳光直射和潮湿、气流的影响。防止机器内部的电子元件的接触不良发生故障或者是对加工精度造成影响;

连接龙门镗铣加工中心的电源,应该是保持相对稳定的电压,电压波动必须在允许范围内,并保持相对的稳定,否则会对龙门镗铣加工中心的电机造成损伤,导致加工失败和其他故障的产生。

龙门镗铣加工中心周围环境的温度低于30摄氏度,相对温度小于80%。而且电源箱内有排风扇,保持各种电子元件的温度的恒定,过高的温梯度和湿度会导致控制系统元件的使用寿命的缩短,湿度的增大会导致电路板上的灰尘聚集产生粘接,可能会导致短路。

### (三) 功能介绍

龙门镗铣加工中心具有镗孔、钻孔、铣削、切槽等加工功能;配上高精度回转工作台、直角铣头等功能附件,可以实现五面加工,是冶金、能源、电力等行业用于汽轮机、发电机和重型机械等大型零件加工的理想设备。主要适用于:

- 1、形状复杂加工精度高,通用机床无法加工或很难保证加工质量的零件;
- 2、在加工过程中,必须进行多工序加工,如必须在一次装夹中完成铣、镗、铰铰或攻丝等工序;
- 3、具有难测量、难控制进给、难控制型腔尺寸的壳体或箱型零件。

## 二、附件头夹持系统设计

### (一) 夹持系统分类

### 1. 压力油夹持系统

通过夹紧开口后注入压力油，引起活塞向上的运动，推动钢球朝着内部水平运动，从而扣紧附件头。当需要松动附件头时，则放松开口并注入压力油，引起活塞向下运动从而使得钢球朝外部运动。由于整个装置都是自动化的，为了保证附件头松紧时钢球不会掉出，需要对放置钢球的一个圆柱体通道进行加工，一般是磨出合适的倒角。开口的松紧由人工控制电磁阀操作，相比于人工更换附件头，更加方便快捷。这种夹持系统的结构简单且紧凑。

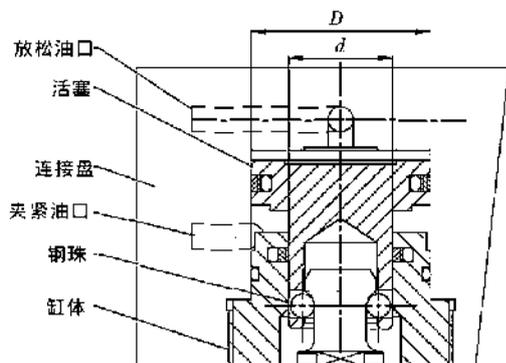


图1 压力油夹持系统示意图

### 2. 压力油弹簧夹持系统

通过夹紧开口后注入压力油，引起活塞向上的运动，推动钢球朝着内部水平运动，从而扣紧附件头。当需要松落附件头时，则放松开口并注入压力油，引起活塞向下运动从而使得钢球朝外部运动。基本与第一种夹持系统原理相同，但还增加了一个弹簧，具备自动锁定功能，当镗铣加工过程突然停电或发生故障时，可以保持附件头夹紧状态，不会脱落造成损失。弹簧的存在，使得附件头扣的更紧。

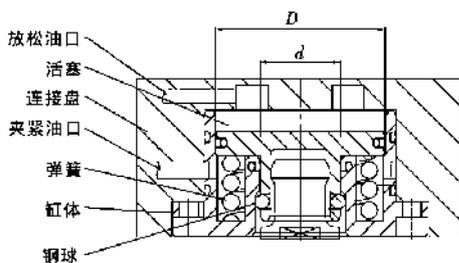


图2 压力油弹簧夹持系统示意图

#### (二) 两种系统对比

压力油夹持系统整体紧凑、构造简单，夹持力度跟随液压机的动力变化而变化。而由于没有弹簧作为保护装置，存在附件头损坏的可能，因此在应用此系统时，附件头必须配置中间刀柄，并与附件头的拉刀相连接，从而防止在出现加工中心停电或故障时附件头掉落，造

成损失。但即便存在中间刀柄，附件头还是会从连接盘松落一段距离。

压力油弹簧夹持系统由于添加了弹簧，内部构造较为复杂，且尺寸也比压力油夹持系统大，但夹持力度更大些。弹簧作为保护装置，在加工中心出现电路故障或液压机出现问题时防止附件头掉落，因此压力油弹簧夹持系统不需要配置中间刀柄，附件头的重量降低，磨损也会低些，并且由于附件头更换都是通过电磁阀控制完成的，因此也安全性也更高<sup>[1]</sup>。

### 三、故障分析

#### (一) 液压式松拉机构

##### 1. 故障现象

附件头在龙门镗铣加工过程中承担着重要的任务，而由于液压式松动拉刀机构的问题导致附件头经常出现故障，严重影响了加工进程，造成经济损失。液压式松动拉刀机构的问题主要有松刀活塞和拉爪导向杆在使用时，由于摩擦生热导致其端部融化出现相连现象，使得附件头在水平和竖直也就是X轴和Y轴方向被动卡死而无法转动。在附件头出现故障的现场，可以明显看到松刀活塞和拉爪导向杆的端部已经融化连接在一起，并且呈现螺旋状是由于高速转动造成的。

##### 2. 原理分析

在松刀过程中，将压力油注入油缸，在电力的作用下推动松刀活塞将推力传递至拉爪导向杆，从而压缩弹簧使得拉爪受到拉力的作用而松开。之后由机器自动控制刀具的更换，在刀具进入追空后，将压力油从油缸中推出，在上诉步骤的完全相反操作中，完成机械的还原，此时松刀活塞和拉爪导向杆并没有出现相互碰撞的现象。所以从设计原点出发，两者在加工过程中的移动并不会相互干涉，但在实际应用中，若油缸内压力油推出的不完全，那么松刀活塞和拉爪导向杆就会保持相互挤压的状态，在附件头加工时的旋转就会导致松刀活塞和拉爪导向杆在接触中摩擦，从而出现焊死的情况。

目前使用的液压式松拉机构的结构过于紧凑，虽然从造价成本上有所节约，但零件之间的距离过于紧凑，尤其是松刀活塞和拉爪导向杆的间距，虽然在设计过程按照理论模拟运行过程两者是不会出现接触的，但实际使用过程液压机构的运作受到很多因素影响，普遍是由于压力油的挤出不完全，从而导致两者间距缩小，并在高速转动的摩擦下发生焊死<sup>[2]</sup>。

##### 3. 故障处理

现在对液压机构进行故障处理的方法过于复杂，首

先是更换损坏零件, 还需要添加对压力油的自动注入推出进行监视的设备, 光是这些进行维修就需要对内部几十个零件进行更新布置, 据统计进行维修需要的时间大概在6个月左右。而且在修理过程中无法检测机构能正常运行, 经常出现零件松动的情况、无法精准检修, 最终影响加工精度。因此在实际处理中, 不会考虑重新购入一台新机构。

在综合性考虑下, 曾出现过采用机械式松拉刀, 将原有液压机构卸载掉的方案, 但在应用过程中发现这样的设备并不方便人工操作, 并且刀具锥柄由于频繁切换刀具而破损加快, 经济成本直线上升, 无法满足加工中心的进度和精准度的要求。之后, 只更换拉刀机构为机械拉爪式, 在实际应用中发现换刀不会造成刀具锥柄的损坏, 且切换刀具速度更快, 加工的精准度也得到了保证。并且即便某处出现故障, 在更换更新零件时, 用时只需要七天, 人工成本也明显降低。

## (二) 拉爪与拉钉组合机构

### 1. 故障现象

在加工过程中会出现机械手拔刀卡住或装刀位置出错的问题, 需要手动调整后才能准确复位, 并且之后出现的频率增加, 通过手动复原已经无法实现, 从而需要维护才能正常工作。根据专业人士的统计, 出现卡刀、装刀出错的原因普遍是拉爪打开不完全导致拉钉在进出孔位时不丝滑。而无法完全打开拉爪则是因为拉杆推动附件头拉钉下移的位移较小导致的。在刀具松紧过程中系统是否报警具有不同的含义, 若没有报警, 则说明电路并未发生故障, 而发生问题是由于拉爪和拉钉造成的。现阶段对机床内部结构的研究尚有限, 即使出现问题也不知道哪里是故障点, 而实际最常用的方法就是使用厂家配送的调整垫, 刚开始还有明显效果, 但过后就会出现同样的问题。当出现调整垫也不好使的情况后, 由专业人员进行调试, 会发现拉刀力度不够, 无法将附件头稳住<sup>[3]</sup>。

由此可知, 调整垫可以弥补拉杆下移的距离, 但由于栏杆的最大距离是固定的, 即便调整垫将拉杆的移动距离调整一部分, 但在拉爪回拉拉钉时, 仍然无法完全拉开, 换句话说就是刀具控制的附件头只可以拉到一定位置, 从而导致拉拔刀具时无法复位的情况。因此调整垫并不能从根本上解决故障的处理, 必须对机床内部结构进行充分研究才能找到根本解决办法。

### 2. 原理分析

处理拉爪与拉钉组合机构出现的故障, 必须将整个

机械打开研究分析故障原因。经目前的实践经验可以知道, 拉杆无法拉动拉爪是由于推力圆柱滚子轴承的轴承这个零件损坏, 导致滚子溜出去, 从而导致栏杆的拉动距离缩小, 进而精细拉爪与拉钉组合机构。在轴承没有滚子的情况下, 一旦启动机器便会导致活塞和拉杆在附件头旋转时相互摩擦, 从而导致拉杆的拉动距离越来越小, 这也就是为什么使用调整垫后依然会出现刀具无法复位的情况, 说白了就是治标不治本。

### 3. 故障处理

发现造成故障的根本原因和位置, 就可以动手对损坏部分进行修复或者更换。通过安装适合的滚子作为轴承, 并对螺丝的松紧进行合适的控制, 避免太紧造成活塞无法旋转。在修理过程中, 应将机器的内部构造绘制出来, 并将故障部位进行标注, 以便同行互相交流沟通, 避免以后出现其他问题时都无从下手, 影响加工进度。

## 四、拉刀机构的设计改造

### (一) 改造原则

影响加工精度的主要因素包含拉刀机构的回转精度, 所以在进行设计改造时, 就必须保证拉刀机构的回转精度。在这个基础上, 通过将原来的拉刀机构改成机械拉爪式拉刀机构, 并将原本的滚子轴承换为圆锥型, 从而增加了轴向封盖的距离, 与此同时将各旋转零件如齿轮等的回转速率保持一致, 在保证回转精度的同时, 将使拉杆的刚性进一步提高。

### (二) 工作原理

对拉刀机构的设计改造只抛弃了液压机构, 在换刀时就需要人工操作, 用专用的扳手将螺丝松开后, 再使用六边扳手将拉杆逆时针旋转到刀具松跨且不会掉落的状态, 然后就拉爪式拉刀松开后就可以更换刀具, 并按照上述步骤的完全相反操作就能完成换刀。在附件头运作过程中, 圆锥滚子轴承的轴向移动距离增加起到了关键作用, 不仅能保证拉刀回转的稳定性, 还能保证整个机构的正常运行, 即便出现零件卡顿也能由于其移动距离而复位, 并且还能将螺母自动锁死, 保证刀具不会出现松落或者摇晃的情况, 确保了加工精度。

### (三) 改造对比

对附件头进行设计改造后, 其回转精度达到了行业要求。一般影响附件头精度的原因有两个, 一是轴承回转精度较低, 二是主轴倾斜。经过对比实验, 在同样影响因素下改造前后的附件头精度存在明显差距, 首先是圆度是0.04:0.008, 同轴度是0.15:0.02 (数值越小误差越小), 由此可以看出改造后的附件头回转精度明显低于改

造前。

因此这样的设计改造是科学合理的,但仍需要在实际应用中观察是否会出现新的问题和故障。

#### 五、结束语

龙门镗铣加工中心肩负着重要产品的零件生产工作,其加工水平和发展状况可以作为衡量国家工业水平的重要标志,但我国无论是机械设备的创新还是技术的跟进都与国外相差较大。在国民经济的持续发展和国产数控机床需求大增的双支持下,都应该加强对龙门镗铣加工

中心的技术更新。本文就镗铣附件头的设计改造和故障处理出发,旨在为国产研发龙门镗铣加工中心提供帮助。

#### 参考文献:

[1]陈叶,郭旭红. 龙门镗铣床附件铣头夹持系统的设计[J]. 2022(3).

[2]徐岩峰. GMB125 龙门镗铣加工中心传动轴典型故障分析[J]. 2022(7).

[3]甄亚涛. 数控龙门铣附件头自动装卸及转位功能实现[J]. 设备管理与维修, 2020(5):3.