

高精度重载静压中心架优化设计研究

齐重数控装备股份有限公司 (黑龙江齐齐哈尔 161005) 王伟顺 陈栋梁 运同树 吴 鹏

在加工大型轴类零件时,零件受自身的重量和长度的影响,会产生一定的挠度变形,导致主轴处于偏心旋转状态,从而产生切削振动,影响零件的加工精度,即使在粗加工时,挠度变形产生的影响也是不可忽略的,在这种情况下,加工轴类零件就要考虑采用辅助支撑。对于重型机床而言,一般采用静压中心架进行支撑。

1. 静压中心架的特点

静压中心架与液体静压径向轴承在设计、原理及性能等诸多方面有类似之处,具有如下的特点:

(1) 摩擦阻力小。静压中心架为纯液体润滑,摩擦仅由压力润滑油层的黏性引起。润滑油的黏性阻力远远小于干摩擦、半干摩擦产生的阻力和滚动摩擦的阻力,故工件和轴瓦接触表面之间的摩擦阻力小,在中低转速下由摩擦阻力引起的功率消耗小,传动效率高。

(2) 使用寿命长。工件和轴瓦由一层润滑油膜将接触表面隔开,摩擦副表面间不会直接接触,因此无论是长期工作或频繁的启动、停止,摩擦副表面都不会发生磨损,故能长时间保证精度。

(3) 转速范围广。静压中心架在各种相对运动速度下都能保持液体润滑作用和承载能力,油膜刚度受相对运动速度的变化影响较小。无论工件从低速至高速下以正向或反向转动,支承均能获得良好的性能。

(4) 抗振性能好。静压中心架油腔内的润滑油层具有良好的吸振能力,使工件转动平稳。

(5) 工件回转精度高。润滑油膜具有平均误差的作用,从而能减少工件和轴瓦制造不精确产生误差造成的不良影响。

(6) 适应性好。通过适当的选择油腔、封油边的尺寸结构和供油流量,能使静压中心架的承载能力达到所需要的指标。利用油膜厚度的大小来控制工作状态,使之能工作在最合理的条件下,实现高加工精度的要求。

2. 静压中心架的支承原理

本课题研究的静压中心架采用的是恒流量供油系统。使用这种供油方式不需要使用节油器,但每一个油腔都需要有一个流量相同的油泵。如图1所示,油泵将恒定流量的润滑油直接送入静压中心架各个油腔中。

压力油在流动过程中会受到工件与轴瓦的微小间隙中产生的液阻作用。理论和实践证明:油路中的压力、流量、和液阻三者间的关系同电路中电压、电流和电阻三者的关系相同,这样就可以利用电路中的规律来研究油路系统。与电路中的欧姆定律类似,有如下关系:

$$Q(\text{流量}) = P(\text{油压}) / R(\text{液阻})$$

在油腔间隙的液阻作用下润滑油在各油腔形成的液压力,即承载力,将轴类零件浮起并处于静压中心架的中心位置,此时工件和轴瓦之间各处的间隙相同,均为 h_0 ,各油腔的压力均为 P_0 ,工件受到各油腔的承载力互相平衡。

根据液体流动连续性方程可知,任何时候从油

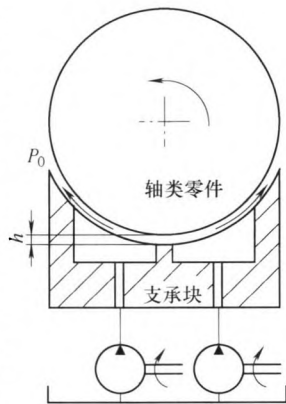


图 1

泵输出的润滑油流入静压中心架一个油腔的流量,恒等于静压中心架一个油腔往外流出的流量。因此当工件和轴瓦之间的间隙 h 变小,出油液阻随之变大,油腔压力也会相应变大,反之当间隙 h 变大,油腔压力则变小。油腔压力是随着载荷和工件重量的增减而变化的。

3. 静压中心架的结构设计

静压中心架结构如图 2 所示。每套中心架采用上下分体式结构, 上下体的联接通过螺栓和定位键实现。本静压中心架用于 HT630 $\times$ 120/120L—NC 机床, 可支承的工件直径范围为 400 ~ 600mm, 对应不同直径的工件, 需要选择不同半径的轴瓦支承块进行支承。



图 2

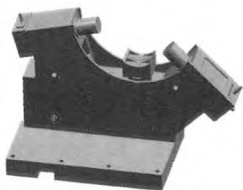


图 2

每套静压中心架有三个支承，每个支承上有一个支承块，工件的重量主要由静压中心架的中间支承块支承，两侧支承块主要起调整工件中心位和辅助工件定位的作用，中间支承块为静压瓦，两侧支承块为卸荷滑动瓦。中间支承块下面有一球面瓦，可以自动调整支承块实现 360° 任意方向的摆动，以适应工件中心线因工件重量引起的挠度变化以及切削力引起的前后左右方向的变形。中间支承块高低调整靠中间套筒下面的液压缸驱动实现，液压缸外装有锁紧螺母，由电动机驱动锁紧螺母将中间套筒锁紧。为了适应大型工件中心调整的准确性，在三个支承瓦的调整上设有手动微调机构。

4. 中间支承块的油腔结构

中间支承块的油腔结构如图 3 所示。单油腔静压支承不能抵抗偏载荷, 静压支承一般都是多油腔设计。根据油腔间是否相通可以分为: 多油垫静压支承和多油腔支承。油腔间有回油槽的支承叫做多油垫静压支承, 油腔之间油腔支承。

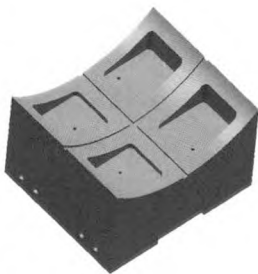


图 3

为了便于加工、装配和维修，油腔通常开在固定件上，通常静压支承油腔结构形式包括如下几种：

(1) 等深度油腔。这种结构形式油腔摩擦功率小, 轴承温升低, 多用于转速高、主轴系统自重较小的中小型车床。

(2) 圆弧形油腔。圆弧矩形油腔加工比较方便, 通常用于小型车床。

(3) 油槽形油腔。这种形式的油腔静止时接触面积大, 抗振性好, 但摩擦功率大, 通常用于主轴自重较大且转速较低的车床。

(4) 平底深油腔。这种油腔结构加工较槽式油腔容易,能支承重载荷,轴承温升较低,通常用于重型车床。

静压中心架应用场合为重型数控镗车床，工件重量大，采用的是平底深油腔的四油垫结构形式。这种结构形式可以实现在水平和垂直两个方向上有效的支承，承载能力大大加强，最大可承载有效载荷 150t 的工件。

5. 结语

笔者公司在重载机床上使用了大量的静压技术,静压中心架就是其中一个非常重要的组件,它具有无磨损、精度高、寿命长及运行稳定等特点。国家重大专项产品 HT630 × 120/120L—NC 主要用于大型转子等轴类零件的加工,笔者公司为其配备了 4 套静压中心架,目前使用状态良好,该项技术的成功运用,彻底打破了发达国家在该项技术上的垄断,为我国造船、核电、运功等领域的高速发展提供了有力的技术支持。**MW** (收稿日期: 20130915)

北一刘海旺荣膺 2013 年度
中国经济年度人物特别奖

北京北一机床股份有限公司重型制造部高级技师、部件工部主任带班刘海旺同志，作为重型机床摆角头装配、调试的一线带头人，荣膺2013年度第14届中国经济年度人物特别奖。由中央电视台主办的中国经济年度人物评选创办于2000年，被誉为中国经济领域的“奥斯卡”。刘海旺作为中国技术工人的代表登上该领奖台，不仅是他个人的殊荣，更是对中国技术工人默默奉献的肯定。