

在万能磨床上进行精密磨削

四平市东风收获机械有限公司 (吉林 136001) 车 影

鉴于我公司机加分厂的 M131 万能外圆磨床在精度和性能方面已达不到产品图样规定的精度要求,经我公司设备管理人员研究决定将其改制,改制后采用粗粒度砂轮细修进行精密磨削实验,终于磨出了表面粗造度 $R_a 0.1 \mu\text{m}$ 级的试件,其形状误差均在 0.001mm 以内。以下分几方面谈谈我们的体会。

一、机床修理

对机床总的要求是其精度达到或稍高于产品出厂标准。其中以下两点最为重要。

1. 保证机床低速性能稳定

只有采用较低的工作台移动速度来修整砂轮才能得到磨粒的微刃性和微刃的等高性。我们对 M131 进行改制后,能保证工作台在 $5\text{mm}/\text{min}$ 以下移动时速度均匀,性能稳定,满足了精密磨削的要求。在改制时我们主要从提高液压系统的驱动刚度和减少工作台摩擦力两方面着手。

(1) 提高液压系统的驱动刚度 在磨床液压系统内的液压油,可以近似认为是不可压缩的,只要系统内不进入空气,就可以保持液压系统的刚度。根据分析空气是从以下两个区域进入系统的。

① 低压区的泄露 在液压泵吸油腔和吸油管内的压力低于大气压时,称为低压区,工作台易出现“爬行”现象。其主要因素:零件的连接与配合处有泄露,工作台运动时液压泵一方面工作,另一方面便从泄露处大量吸入空气。为消除泄露,不让空气进入油液内。对此,我们做了以下工作。

a. 液压泵的泄漏大都发生在工作轴的密封处,故此处应用柔软而有弹性的橡胶油封。

b. 管接头处应紧密旋紧,必要时可涂上密封胶等填料,使密封可靠。

c. 滤油器经过清洗不得堵塞。

d. 使滤油器的进油口和液压泵的水平高度差小于 500mm ,并在滤油器与油管之间装上隔板,防止排油飞溅,形成泡沫,被液压泵吸入。

e. 回油管口必须处于油面以下,以防停机时

空气侵入。

② 高压区泄露 a. 液压泵压油腔以上的部分工作时,油压压力大于大气压,称为高压区。因为 M131 已出厂 30 多年,故各阀体存在不同程度的泄露,液压系统工作停止一段时间后就会从泄露处进入空气。因空气比油轻,工作时空气均集中到系统的最高部位,即液压缸内,使工作台产生“爬行”。为此我们在开始工作时,让工作台开足全程,快速空载 $5 \sim 10$ 次,把空气排除。

b. 我们检修了液压系统,清理了阻尼孔,特别检修溢流阀中弹簧性能,保持稳压。

(2) 降低各摩擦面间的摩擦阻力 ① 提高工作台与床身导轨面的接触质量。先将床身粗铲,把砂轮座、操纵箱、罩壳等都装在床身上,再精刮达到机床的精度要求,然后在工作台与床身之间加入氧化铬粉配研。使导轨副由点接触变成面接触,大大降低了摩擦系数。

② 改善导轨的润滑效果 如果导轨副之间润滑油太少,处于干摩擦状态就会产生“爬行”;如果润滑油的压力过高,油量过大,又会使工作台在运动时不均衡地漂浮在床身上,降低运动的平稳性。要保证工作台平稳的运行,采取以下措施:

a. 床身导轨上通润滑油孔直油槽的长度增大,使其大于工作台导轨上 S 形油槽的一个波距。这样可以保证工作台处在床身任何位置时,润滑油都经过床身的直油槽进到工作台导轨的 S 形油槽,并传递到整个导轨副上进行润滑。避免了导轨副上因失油而产生干摩擦。

b. 工作台导轨面的油槽两端各开一条宽、深各为 0.5mm 的槽,并使槽与大气相通,这样一方面可以排除油槽内的空气,另一方面当润滑油压力过高时,还可以从此处泄露以防工作台漂浮,提高工作台运动的稳定性。

c. 选用合适的润滑参数:精密磨削时,选润滑油压力为 $0.08\text{MPa}/\text{cm}^2$,流量 $0.5\text{L}/\text{min}$ 。保证了工作台的稳定运行。

③ 精心装配和安装。



将活塞杆调直到全长直线度小于 0.1mm。同时将液压缸两端的密封圈调到既能用手平稳拉动活塞杆又不使液压缸漏油。在安装液压缸时, 保证其上母线和侧母线与导轨的平行度全长小于 0.02mm。

④床身导轨的几何精度及安装调整精度必须稍高于出厂标准。

⑤控制工作台液压缸内孔的圆柱度, 避免间隙时大时小而使工作台“爬行”。

2. 尽可能把机床的振动控制在最小

笔者认为, 影响磨削零件几何精度和表面粗糙度的主要因素是磨削中的振动。因而要减小振动, 首先必须减少引起振动的交变应力和改善机床的动态特性。系统的振动包括强迫振动和自激振动。

(1) 强迫振动能源的减少 强迫振动是由周期性干扰力引起的, 因此对几种构件做了以下改善:

①对砂轮做静平衡。因为砂轮不平衡是引起强迫振动的主要原因。

②对砂轮电动机及风扇、皮带轮一起做动平衡, 使平衡力矩在 0.01 ~ 0.02Nm。

③修复砂轮主轴时, 使装砂轮和皮带轮部位与轴承支撑处的同轴度为 0.001mm。

④选择合适的砂轮, 严格控制磨削用量并对砂轮及时修整以减少切削力, 减弱振动。因为砂轮与工件间的间断磨削力是产生振动的振源。

⑤将冷却箱、油箱移出床身外。

(2) 改善系统的动态特征。

①增大系统的刚度。

a. 提高轴承刚度。严格控制砂轮主轴与轴承的间隙。

b. 砂轮法兰盘锥孔与主轴锥度要配合良好, 其接触面积达 85% 以上, 且大端处接触面积略大。

c. 提高尾架刚度。尾座体修复研磨, 使其形状误差在 0.002mm 以内。

d. 提高头架刚度。我们采取整体研磨棒研磨, 并在轴承下方刮出存油点。

e. 适当加大工件的中心孔, 并在车床上进行研磨, 以提高其几何精度和降低表面粗糙度。

f. 若工件在两顶尖支撑下磨削, 则其鸡心夹头的拨棍一定要用橡胶包住, 以增大接触刚度。

②增大系统的衰减系统。

a. 所有电动机、油泵和机床之间都加了隔振垫。

b. 保证工作台与床身的导轨副在任何时候都处于液体摩擦状态。

c. 尽量降低工件的转速。

二、砂轮的选择及修整

(1) 正确选用金刚石粗粒度砂轮进行精密磨削时, 金刚石是保证砂轮修整质量的重要因素。所选用的金刚石越尖, 修整出来的砂轮表面也就越平整光滑, 粗糙度也就愈小。

(2) 安装砂轮时, 为减少振动, 金刚石安装在工作台比装在尾座上为好。

(3) 精修砂轮时, 工作台速度越慢, 磨粒产生的新的微刃就越多, 同时切削抗力也就越小, 又减弱了自激振动, 保证了砂轮的修整质量。

(4) 修整砂轮的背吃刀量和次数。

(5) 精修砂轮时必须一次, 并且只能一次无进给地光修整。

三、磨削工艺

(1) 精密磨削过程中, 主要控制小的磨削力和小的磨削热。

(2) 磨削用量: 工件线速度 12m/min 左右; 工作台速度 50m/min 左右; 砂轮的线速度 12 ~ 14m/min; 横向进给量 0.002 ~ 0.003mm; 横进给次数为 2 ~ 3 次; 无进给光磨一次。

(3) M131 上实现精密磨削时应正确掌握“吃”第一刀。先准备一点浓度合适的硫酸铜溶液, 用棉花签在旋转的工件上涂上一圈, 此时硫酸铜呈兰色。我们看着这一圈兰色进刀, 当兰色开始变白色时, 即说明纵向走了一刀。实践证明, 这样吃”第一刀是可靠的。

(4) 使用切削液应注意切削液的流量、压力必须充足; 要保持清洁; 在冷却箱内放置磁铁, 以吸收铁末等杂质。

(5) 先空运转 10 ~ 20min, 以使机床处于热平衡状态方可进行磨削。

总之, 我们在 M131 上采取上述措施后用 70 # 粒度的白刚玉砂轮磨出的试件, 合乎机床出厂标准, 实现了在万能外圆磨床上进行精密磨削。

(收稿日期: 20030617)