



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113866030 B

(45) 授权公告日 2024. 11. 12

(21) 申请号 202111171579.4

G01N 3/56 (2006.01)

(22) 申请日 2021.10.08

G01N 3/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113866030 A

(56) 对比文件

CN 103969141 A, 2014.08.06

CN 111300144 A, 2020.06.19

(43) 申请公布日 2021.12.31

审查员 顾园园

(73) 专利权人 杭州电子科技大学

地址 310018 浙江省杭州市下沙高教园区2号大街

(72) 发明人 倪敬 王阳 姜勃凯 何勤松
李斌 蒙臻

(74) 专利代理机构 浙江千克知识产权代理有限公司 33246

专利代理师 周雷雷

(51) Int. Cl.

G01N 3/36 (2006.01)

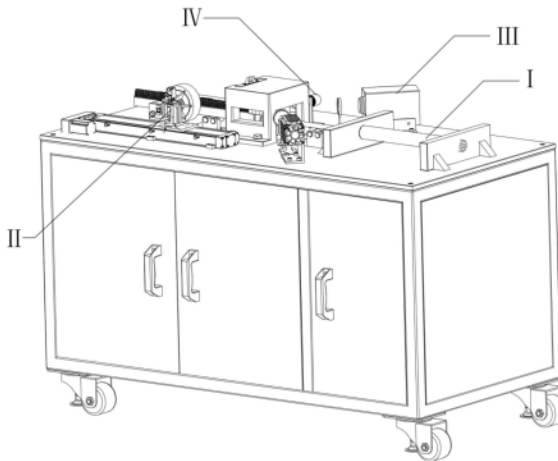
权利要求书3页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法与装置

(57) 摘要

本发明公开了一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法与装置,通过构造被加工工件材质非均匀特性,模拟精密复杂拉刀真实工况下的拉削状态,对拉刀施加交变冲击负载,温度检测模块检测拉削时被拉削区域的加工温度,并通过机器视觉检测刀齿磨损和破损,通过线偏振激光检测加工工件表面精度演变特性,从而建立拉刀使用寿命公式,进而根据拉刀使用寿命公式预测在保证加工工件精度前提下的精密复杂拉刀寿命。本发明具有更高的试验效率,自动化程度高,并可以实时采集分析拉削力、拉削温度等参数,测量精度高,结构简单,操作方便的特点。



1. 一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法,其特征在于:该方法具体步骤如下:

步骤一、将拉刀支撑辊子架一和拉刀支撑辊子架二均固定于底板上,拉刀支撑辊子架三与三向力传感器固定,三向力传感器固定于底板上;然后,将测试拉刀穿过固定于底板上的工件固定架,支撑在拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三上,并与液压缸的活塞杆固定;接着,PLC经电液伺服阀控制液压站的流量和压力从而驱动液压缸,使液压缸的活塞杆复位;同时,PLC经驱动器驱动Z轴微调滑台和X轴调整滑台,使视觉检测相机复位;

步骤二、将由尺寸相同且随机并排放置贴合在一起的多个不同材料工件组成的工件组合件固定在工件固定架的卡槽内;

步骤三、PLC驱动X轴调整滑台,使视觉检测相机在拉刀正上方沿拉刀方向移动;视觉检测相机拍摄拉刀刀齿的图像,并上传至PC;PC对图像进行处理,并检测开始拉削前拉刀的未磨损状态;

步骤四、进行拉刀保精度寿命加速测试试验,具体如下:PC设定好拉削速度V,并将信号发送给PLC,PLC经电液伺服阀驱动液压缸的活塞杆运动一个周期,液压缸带动拉刀拉削工件组合件;三向力传感器将拉削时的拉削力数据信号依次经放大器和数据采集仪发送给PC,温度检测模块将拉削区域的温度数据信号发送给PC,PC记录该次拉削时的温度、压力以及拉削长度;拉削完成后,液压缸驱动拉刀复位;

步骤五、PLC驱动X轴调整滑台,视觉检测相机拍摄拉刀刀齿的图像,并上传至PC处理;PC将本次处理结果中拉刀各刀齿的齿高与拉刀未磨损状态对应刀齿的齿高进行对比,得到拉刀拉削后磨损量最大刀齿的磨损深度w;

步骤六、精度检测模块通过偏振激光散射检测方法测量工件组合件加工后的表面粗糙度,若表面粗糙度满足要求则PC发送信号给PLC,重复步骤四,直到工件组合件加工后的表面粗糙度不满足要求时,将全部运动周期的拉削长度之和记为拉刀寿命L,并将该次拉削后的磨损深度w作为评判拉刀失效的评价标准,然后执行下一步;

步骤七、将拉削后失效的拉刀从液压缸上拆卸下,将拉削加工后的工件组合件从工件固定架上拆下来;然后,将新的未经拉削加工的工件组合件固定在工件固定架上,新的工件组合件中各工件材料排布方式与原来拉削加工后的工件组合件中各工件材料排布方式不完全相同;最后,在同一批次拉刀中选取新的一把穿过工件固定架,支撑在拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三上,并与液压缸的活塞杆固定;

步骤八、重复一次步骤三到步骤六;

步骤九、将两个工件组合件测得的拉刀磨损深度分别记为 w_1 和 w_2 ,拉刀寿命分别记为 L_1 和 L_2 ,拉削过程中拉削区域的平均温度分别记为 T_1 和 T_2 ,拉削过程中平均拉削力分别记为 P_1 和 P_2 ,代入拉刀使用寿命公式(1)中联立求解得到修正系数a和b的值;

步骤十、根据拉刀使用寿命公式预测在保证加工工件精度前提下的精密复杂拉刀寿命;

其中,拉刀使用寿命公式如下:

$$L = w / (aPe^{-b/T}) \quad (1)$$

式(1)中,L为拉刀使用寿命,w为拉刀的磨损深度,P为拉削过程中平均拉削力,T为拉削过程中拉削区域的平均温度,e为自然对数的底。

2. 根据权利要求1所述的一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法,其特征在于:步骤三和步骤五中PC对图像进行处理的过程如下:

- ①对采集到的拉刀刀齿图像进行高斯滤波处理;
- ②对高斯滤波处理后的图像通过加权平均值法进行灰度处理;
- ③对灰度处理后的图像进行二值化处理;
- ④对二值化处理后的图像进行边缘检测;
- ⑤对边缘检测后的图像进行轮廓检测,并进一步得到拉刀各刀齿的齿高。

3. 根据权利要求1所述的一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法,其特征在于:步骤六中的偏振激光散射检测方法,具体如下:

S1:激光发生器发射出的检测激光束通过起偏器变成线偏振激光,偏振状态为S偏振;线偏振激光先通过偏振分光镜,再由透镜聚焦到工件组合件的被加工表面;经过工件组合件被加工表面散射后的线偏振光发生退偏,变成包含S偏振光和P偏振光的组合光;

S2:当组合光被透镜收集后回到偏振分光镜,大部分S偏振光被偏振分光镜反射并经透镜重新回到工件组合件的被加工表面;P偏振光和剩余部分S偏振光被偏振分光镜反射后经过格兰镜,格兰镜的摆放使得P偏振光透过,S偏振光被格兰镜吸收,P偏振光经过格兰镜后被光电探测器收集并发送至PC;

S3:重新回到工件组合件被加工表面的S偏振光再次发生散射变成组合光,然后重复步骤S2的光路传输;

S4:S偏振光经过工件组合件的被加工表面多次散射后,反映工件组合件被加工表面各位置表面粗糙度的P偏振光均被光电探测器收集发送至PC;PC通过分析P偏振光信号大小分布规律,得到工件组合件被加工表面各位置的表面粗糙度。

4. 根据权利要求1所述的一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法,其特征在于:步骤十中根据拉刀使用寿命公式预测在保证加工工件精度前提下的精密复杂拉刀寿命的过程具体如下:

首先将评判拉刀失效的评价标准对应的磨损深度 w 直接作为待预测寿命拉刀的磨损深度;然后进行一次拉削,得到拉削过程中平均拉削力 P 以及拉削过程中拉削区域的平均温度 T ;最后,将 w 、 P 、 T 、 a 和 b 带入公式(1)得到该拉刀的使用寿命 L 。

5. 一种精密复杂拉刀保精度寿命预测装置,包括拉削实验模块,其特征在于:还包括视觉检测模块、精度检测模块和温度检测模块;所述的拉削实验模块包括液压缸、三向力传感器、工件支撑架、工件组合件和工件固定块;液压缸的缸体、拉刀支撑辊子架一和拉刀支撑辊子架二均固定于底板上;拉刀支撑辊子架三通过连接板与三向力传感器固定连接,三向力传感器和工件固定架均固定于底板上;所述的拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三沿液压缸的活塞杆轴向间距设置,所述工件固定架、拉刀支撑辊子架三和三向力传感器的竖直中心线对齐设置;拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三的顶部均铰接有辊子;所述的工件组合件包括尺寸相同且随机并排放置贴合在一起的多个不同材料工件,且至少设有各工件排放顺序不同的两个工件组合件;所述的工件固定架开设有放置工件组合件的卡槽内;

所述的视觉检测模块包括X轴调整滑台、Z轴微调滑台、视觉检测相机和光源;X轴调整滑台的底座固定于底板上,X轴调整滑台与液压缸的活塞杆平行;Z轴微调滑台的底座与X轴

调整滑台的滑动平台固定,Z轴微调滑台竖直设置;所述的视觉检测相机固定于Z轴微调滑台的滑动平台上;

所述的精度检测模块包括固定于底板上的激光发生器、起偏器、偏振分光镜、透镜、格兰镜和光电探测器;激光发生器、起偏器、偏振分光镜和透镜位于液压缸一侧,格兰镜和光电探测器位于液压缸另一侧;激光发生器、起偏器、偏振分光镜和透镜依次排成一条直线,且透镜最靠近工件组合件设置;光发生器、起偏器、偏振分光镜和透镜排成的直线与格兰镜和光电探测器排列成的直线成 90° ,且与液压缸的活塞杆成 45° ;该两条直线的交点位于工件组合件上;偏振分光镜的中心线与激光发生器、起偏器和透镜排成的直线成 45° 角;格兰镜比光电探测器靠近工件组合件。

6.根据权利要求5所述的一种精密复杂拉刀保精度寿命预测装置,其特征在于:所述的温度检测模块采用红外温度仪,固定于工件固定架一侧。

7.根据权利要求5所述的一种精密复杂拉刀保精度寿命预测装置,其特征在于:所述的光源通过卡箍卡紧在视觉检测相机的镜头尾部。

8.根据权利要求5所述的一种精密复杂拉刀保精度寿命预测装置,其特征在于:所述的拉刀支撑辊子架二比拉刀支撑辊子架一远离液压缸设置,且拉刀支撑辊子架二的外围设有集屑箱。

一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法与装置

技术领域

[0001] 本发明涉及拉刀寿命检测领域,具体涉及一种附加冲击载荷的精密复杂拉刀保精度寿命预测方法与装置。

背景技术

[0002] 拉削加工由于其高精度和高效率的特点,广泛应用于工业生产大批量零部件加工中。航空航天、燃气轮机等精密工业产品加工所需的精密复杂拉刀更是实现高效精密制造的核心。随着航空航天领域对关键元件精度要求的进一步提升,对加工其所需的精密复杂拉刀也提出了极为苛刻的寿命稳定性要求,拉刀寿命直接关系到所加工部件的精度。因此,亟需设计一种精密复杂拉刀保精度寿命的加速测试装置。

[0003] 目前,国内外针对拉刀的寿命测试提出了大量的方法与装置,如授权公告号“CN109648397B”的发明提出了一种本发明公开了基于刀齿刃带宽度与拉削负载相关性的拉刀寿命预测方法,该方法包括:建立拉刀拉削过程中负载变化情况的数据库;根据步骤一建立的数据库预测已拉削次数未知的被测拉刀的剩余寿命;通过对两个参数的优化,能够建立精准的拉削负载计算模型,从而提高寿命预测的精度。授权公告号“CN110744358B”的发明提出了一种刀具寿命的确定方法,该方法通过刀具寿命预实验得到预估寿命,然后通过刀具寿命试验测得不同情况下刀具磨损量与刀具寿命判据进行对比,最终得到实际最准确最真实的刀具寿命值。以上方法与装置均只是对理想的无冲击拉削状态进行了寿命预测,未考虑影响拉刀寿命的冲击振动等影响因素。精密复杂拉刀在进行拉削加工时,拉刀的寿命受到多种影响因素的影响,其中,由于被加工工件材料内部硬度不均匀,极易引起拉削系统的冲击振动,严重影响加工质量与拉刀的寿命。因此,现有的测试方法不适用于精密复杂拉刀的保精度寿命加速测试,设计一种精密复杂拉刀的保精度寿命预测方法与装置迫在眉睫。

发明内容

[0004] 本发明针对当前精密复杂拉刀寿命测试技术的不足,基于冲击切削载荷加速降低刀具精度寿命原理,提供了一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法与装置。该发明是一种通过构造被加工工件材质非均匀特性,实现在拉刀刀齿表面施加交变冲击载荷的拉刀寿命加速测试方法;是一种通过监测拉削载荷与加工温度演变特性的刀具寿命加速测试方法;是一种通过施加交变冲击载荷结合加工温度得到拉刀使用寿命公式的磨损深度评价标准和修正系数后,再通过拉刀使用寿命公式预测特定加工温度、交变冲击载荷下拉刀寿命的方法;是一种通过机器视觉分析刀齿磨损和破损、加工工件表面精度演变特性的方法;是一种集多材质工件组装设计、切削温度检测、刀齿和工件表面机器视觉检测于一体的精密复杂刀具保精度寿命加速测试装置。

[0005] 本发明一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法,具体步骤如下:

[0006] 步骤一、将拉刀支撑辊子架一和拉刀支撑辊子架二均固定于底板上,拉刀支撑辊

子架三与三向力传感器固定,三向力传感器固定于底板上;然后,将测试拉刀穿过固定于底板上的工件固定架,支撑在拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三上,并与液压缸的活塞杆固定;接着,PLC经电液伺服阀控制液压站的流量和压力从而驱动液压缸,使液压缸的活塞杆复位;同时,PLC经驱动器驱动Z轴微调滑台和X轴调整滑台,使视觉检测相机复位。

[0007] 步骤二、将由尺寸相同且随机并排放置贴合在一起的多个不同材料工件组成的工件组合件固定在工件固定架的卡槽内。

[0008] 步骤三、PLC驱动X轴调整滑台,使视觉检测相机在拉刀正上方沿拉刀方向移动;视觉检测相机拍摄拉刀刀齿的图像,并上传至PC;PC对图像进行处理,并检测开始拉削前拉刀的未磨损状态。

[0009] 步骤四、进行拉刀保精度寿命加速测试试验,具体如下:PC设定好拉削速度V,并将信号传送给PLC,PLC经电液伺服阀驱动液压缸的活塞杆运动一个周期,液压缸带动拉刀拉削工件组合件;三向力传感器将拉削时的拉削力数据信号依次经放大器和数据采集仪传送给PC,温度检测模块将拉削区域的温度数据信号传送给PC,PC记录该次拉削时的温度、压力以及拉削长度;拉削完成后,液压缸驱动拉刀复位。

[0010] 步骤五、PLC驱动X轴调整滑台,视觉检测相机拍摄拉刀刀齿的图像,并上传至PC处理;PC将本次处理结果中拉刀各刀齿的齿高与拉刀未磨损状态对应刀齿的齿高进行对比,得到拉刀拉削后磨损量最大刀齿的磨损深度w。

[0011] 步骤六、精度检测模块通过偏振激光散射检测方法测量工件组合件加工后的表面粗糙度,若表面粗糙度满足要求则PC发送信号给PLC,重复步骤四,直到工件组合件加工后的表面粗糙度不满足要求时,将全部运动周期的拉削长度之和记为拉刀寿命L,并将该次拉削后的磨损深度w作为评判拉刀失效的评价标准,然后执行下一步。

[0012] 步骤七、将拉削后失效的拉刀从液压缸上拆卸下,将拉削加工后的工件组合件从工件固定架上拆下来;然后,将新的未经拉削加工的工件组合件固定在工件固定架上,新的工件组合件中各工件材料排布方式与原来拉削加工后的工件组合件中各工件材料排布方式不完全相同;最后,在同一批次拉刀中选取新的一把穿过工件固定架,支撑在拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三上,并与液压缸的活塞杆固定。

[0013] 步骤八、重复一次步骤三到步骤六。

[0014] 步骤九、将两个工件组合件测得的拉刀磨损深度分别记为 w_1 和 w_2 ,拉刀寿命分别记为 L_1 和 L_2 ,拉削过程中拉削区域的平均温度分别记为 T_1 和 T_2 ,拉削过程中平均拉削力分别记为 P_1 和 P_2 ,代入拉刀使用寿命公式(1)中联立求解得到修正系数a和b的值。

[0015] 步骤十、根据拉刀使用寿命公式预测在保证加工工件精度前提下的精密复杂拉刀寿命。

[0016] 其中,拉刀使用寿命公式如下:

[0017]
$$L = w / (aPe^{-b/T}) \quad (1)$$

[0018] 式(1)中,L为拉刀使用寿命,w为拉刀的磨损深度,P为拉削过程中平均拉削力,T为拉削过程中拉削区域的平均温度,e为自然对数的底。

[0019] 优选地,步骤三和步骤五中PC对图像进行处理的过程如下:

[0020] ①对采集到的拉刀刀齿图像进行高斯滤波处理;

[0021] ②对高斯滤波处理后的图像通过加权平均值法进行灰度处理;

[0022] ③对灰度处理后的图像进行二值化处理;

[0023] ④对二值化处理后的图像进行边缘检测;

[0024] ⑤对边缘检测后的图像进行轮廓检测,并进一步得到拉刀各刀齿的齿高。

[0025] 优选地,步骤六中的偏振激光散射检测方法,具体如下:

[0026] S1:激光发生器发射出的检测激光束通过起偏器变成线偏振激光,偏振状态为S偏振;线偏振激光先通过偏振分光镜,再由透镜聚焦到工件组合件的被加工表面;经过工件组合件被加工表面散射后的线偏振光发生退偏,变成包含S偏振光和P偏振光的组合光;

[0027] S2:当组合光被透镜收集后回到偏振分光镜,大部分S偏振光被偏振分光镜反射并经透镜重新回到工件组合件的被加工表面;P偏振光和剩余部分S偏振光被偏振分光镜反射后经过格兰镜,格兰镜的摆放使得P偏振光透过,S偏振光被格兰镜吸收,P偏振光经过格兰镜后被光电探测器收集并发送至PC;

[0028] S3:重新回到工件组合件被加工表面的S偏振光再次发生散射变成组合光,然后重复步骤S2的光路传输;

[0029] S4:S偏振光经过工件组合件的被加工表面多次散射后,反映工件组合件被加工表面各位置表面粗糙度的P偏振光均被光电探测器收集发送至PC;PC通过分析P偏振光信号大小分布规律,得到工件组合件被加工表面各位置的表面粗糙度。

[0030] 优选地,步骤十中根据拉刀使用寿命公式预测在保证加工工件精度前提下的精密复杂拉刀寿命的过程具体如下:

[0031] 首先将评判拉刀失效的评价标准对应的磨损深度 w 直接作为待预测寿命拉刀的磨损深度;然后进行一次拉削,得到拉削过程中平均拉削力 P 以及拉削过程中拉削区域的平均温度 T ;最后,将 w 、 P 、 T 、 a 和 b 带入公式(1)得到该拉刀的使用寿命 L 。

[0032] 本发明一种精密复杂拉刀保精度寿命预测装置,包括拉削实验模块、视觉检测模块、精度检测模块和温度检测模块。所述的拉削实验模块包括液压缸、三向力传感器、工件固定架、工件组合件和工件固定块;液压缸的缸体、拉刀支撑辊子架一和拉刀支撑辊子架二均固定于底板上;拉刀支撑辊子架三通过连接板与三向力传感器固定连接,三向力传感器和工件固定架均固定于底板上;所述的拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三沿液压缸的活塞杆轴向间距设置,所述工件固定架、拉刀支撑辊子架三和三向力传感器的竖直中心线对齐设置;拉刀支撑辊子架一、拉刀支撑辊子架二和拉刀支撑辊子架三的顶部均铰接有辊子;所述的工件组合件包括尺寸相同且随机并排放置贴合在一起的多个不同材料工件,且至少设有各工件排放顺序不同的两个工件组合件;所述的工件固定架开设有放置工件组合件的卡槽内。

[0033] 所述的视觉检测模块包括X轴调整滑台、Z轴微调滑台、视觉检测相机和光源;X轴调整滑台的底座固定于底板上,X轴调整滑台与液压缸的活塞杆平行;Z轴微调滑台的底座与X轴调整滑台的滑动平台固定,Z轴微调滑台竖直设置;所述的视觉检测相机固定于Z轴微调滑台的滑动平台上。

[0034] 所述的精度检测模块包括固定于底板上的激光发生器、起偏器、偏振分光镜、透镜、格兰镜和光电探测器;激光发生器、起偏器、偏振分光镜和透镜位于液压缸一侧,格兰镜和光电探测器位于液压缸另一侧;激光发生器、起偏器、偏振分光镜和透镜依次排成一条直

线,且透镜最靠近工件组合件设置;激光发生器、起偏器、偏振分光镜和透镜排成的直线与格兰镜和光电探测器排列成的直线成 90° ,且与液压缸的活塞杆成 45° ;该两条直线的交点位于工件组合件上;偏振分光镜的中心线与激光发生器、起偏器和透镜排成的直线成 45° 角;格兰镜比光电探测器靠近工件组合件。

[0035] 优选地,所述的温度检测模块采用红外温度仪,固定于工件固定架一侧。

[0036] 优选地,所述的光源通过卡箍卡紧在视觉检测相机的镜头尾部。

[0037] 优选地,所述的拉刀支撑辊子架二比拉刀支撑辊子架一远离液压缸设置,且拉刀支撑辊子架二的外围设有集屑箱。

[0038] 本发明具有的有益效果:

[0039] 本发明通过构造被加工工件材质非均匀特性,模拟精密复杂拉刀真实工况下的拉削状态,对拉刀施加交变冲击负载,并通过机器视觉检测刀齿磨损和破损,通过线偏振激光检测加工工件表面精度演变特性,具有更高的试验效率,自动化程度高,并可以实时采集分析拉削力、拉削温度等参数,测量精度高,结构简单,操作方便的特点。

附图说明

[0040] 图1为本发明装置的整体结构示意图;

[0041] 图2为本发明装置的整体结构俯视图;

[0042] 图3为本发明中拉削实验模块的结构示意图;

[0043] 图4为本发明中精度检测模块通过激光偏振散射测量工件组合件表面粗糙度的原理图。

具体实施方式

[0044] 下面结合附图对本发明做进一步描述。

[0045] 如图1所示,一种精密复杂拉刀保精度寿命预测装置,包括拉削实验模块I、视觉检测模块II、精度检测模块III和温度检测模块IV;拉削实验模块I用于驱动拉刀完成拉削试验过程,并收集拉削试验时的拉削力;视觉检测模块II用于对拉刀刀齿的磨损进行检测;精度检测模块III主要检测工件被拉削表面的表面粗糙度;温度检测模块IV主要用于检测拉削时被拉削区域的加工温度。

[0046] 如图2和3所示,拉削实验模块I包括液压缸1、三向力传感器5、工件固定架7、工件组合件8和工件固定块9;液压缸1的缸体、拉刀支撑辊子架一2和拉刀支撑辊子架二4均固定于底板上;拉刀支撑辊子架三3通过连接板与三向力传感器5固定连接,三向力传感器5和工件固定架7均固定于底板上;拉刀支撑辊子架一2、拉刀支撑辊子架二4和拉刀支撑辊子架三3沿液压缸1的活塞杆轴向间距设置,工件固定架7、拉刀支撑辊子架三3和三向力传感器5的竖直中心线对齐设置;拉刀支撑辊子架一2、拉刀支撑辊子架二4和拉刀支撑辊子架三3的顶部均铰接有辊子;工件组合件8包括尺寸相同且随机并排放置贴合在一起的多个不同材料工件;工件组合件8嵌入工件固定架7开设的卡槽内,并通过与工件固定架7固定的工件固定块9压紧;多个不同材料工件能够对拉刀施加交变冲击载荷。

[0047] 如图2所示,视觉检测模块II包括X轴调整滑台10、Z轴微调滑台11、视觉检测相机12和光源13;X轴调整滑台10的底座固定于底板上,X轴调整滑台10与液压缸1的活塞杆平

行;Z轴微调滑台11的底座与X轴调整滑台10的滑动平台固定,Z轴微调滑台11竖直设置;视觉检测相机12固定于Z轴微调滑台11的滑动平台上;其中,X轴调整滑台10和Z轴微调滑台11均采用电动滑台;X轴调整滑台10主要用于调整视觉检测相机12在X方向的位置,Z轴微调滑台11用于调整视觉检测相机12在Z方向的位置,视觉检测相机12用于拍摄拉刀刀齿的图像并上传至PC,光源13主要为视觉检测相机12补光。

[0048] 如图2和4所示,精度检测模块Ⅲ包括固定于底板上的激光发生器14、起偏器15、偏振分光镜16、透镜17、格兰镜18和光电探测器19;激光发生器14、起偏器15、偏振分光镜16和透镜17位于液压缸1一侧,格兰镜18和光电探测器19位于液压缸1另一侧;激光发生器14、起偏器15、偏振分光镜16和透镜17依次排成一条直线,且透镜17最靠近工件组合件设置;激光发生器14、起偏器15、偏振分光镜16和透镜17排成的直线与格兰镜18和光电探测器19排列成的直线成 90° ,且与液压缸1的活塞杆成 45° ;该两条直线的交点位于工件组合件上;偏振分光镜16的中心线与激光发生器14、起偏器15和透镜17排成的直线成 45° 角;格兰镜18比光电探测器19靠近工件组合件。

[0049] 作为一个优选实施例,温度检测模块Ⅳ采用红外温度仪20;红外温度仪20通过固定支架固定于工件固定架17一侧。

[0050] 作为一个优选实施例,光源13通过卡箍卡紧在视觉检测相机12的镜头尾部。

[0051] 作为一个优选实施例,拉刀支撑辊子架二4比拉刀支撑辊子架一2远离液压缸1设置,且拉刀支撑辊子架二4的外围设有集屑箱21,用于收集拉削下来的工件碎屑。

[0052] 一种精密复杂拉刀保精度寿命预测方法,具体步骤如下:

[0053] 步骤一、将拉刀支撑辊子架一2和拉刀支撑辊子架二4均固定于底板上,拉刀支撑辊子架三3与三向力传感器5固定,三向力传感器5固定于底板上;然后,将测试拉刀6穿过固定于底板上的工件固定架7,支撑在拉刀支撑辊子架一2、拉刀支撑辊子架二4和拉刀支撑辊子架三3上,并与液压缸1的活塞杆固定;接着,PLC经电液伺服阀控制液压站的流量和压力从而驱动液压缸1,使液压缸1的活塞杆复位;同时,PLC经驱动器驱动Z轴微调滑台11和X轴调整滑台10,使视觉检测相机12复位。

[0054] 步骤二、将由尺寸相同且随机并排放置贴合在一起的多个不同材料工件组成的工件组合件8固定在工件固定架7的卡槽内。

[0055] 步骤三、PLC驱动X轴调整滑台10,使视觉检测相机12在拉刀正上方沿拉刀方向移动;视觉检测相机12拍摄拉刀刀齿的图像,并上传至PC;PC对图像进行处理,并检测开始拉削前拉刀的未磨损状态。

[0056] 步骤四、进行拉刀保精度寿命加速测试试验,具体如下:PC设定好拉削速度V,并将信号发送给PLC,PLC经电液伺服阀驱动液压缸1的活塞杆运动一个周期,液压缸1带动拉刀6拉削工件组合件8;三向力传感器5将拉削时的拉削力数据信号依次经放大器和数据采集仪发送给PC,温度检测模块将拉削区域的温度数据信号发送给PC,PC记录该次拉削时的温度、压力以及拉削长度(液压缸1的活塞杆运动行程,即活塞杆运动周期的一半);拉削完成后,液压缸1驱动拉刀6复位。

[0057] 步骤五、PLC驱动X轴调整滑台10,视觉检测相机12拍摄拉刀刀齿的图像,并上传至PC处理;PC将本次处理结果中拉刀各刀齿的齿高与拉刀未磨损状态对应刀齿的齿高进行对比,得到拉刀拉削后磨损量最大刀齿的磨损深度w。

[0058] 步骤六、精度检测模块Ⅲ通过偏振激光散射检测方法测量工件组合件加工后的表面粗糙度,若表面粗糙度满足要求则PC发送信号给PLC,重复步骤四,直到工件组合件加工后的表面粗糙度不满足要求时,将全部运动周期的拉削长度之和记为拉刀寿命L,并将该次拉削后的磨损深度w作为评判拉刀失效的评价标准,然后执行下一步。

[0059] 步骤七、将拉削后失效的拉刀6从液压缸1上拆卸下,将拉削加工后的工件组合件8从工件固定架7上拆下来;然后,将新的未经拉削加工的工件组合件8固定在工件固定架7上,新的工件组合件8中各工件材料排布方式与原来拉削加工后的工件组合件8中各工件材料排布方式不完全相同;最后,在同一批次拉刀6中选取新的一把穿过工件固定架7,支撑在拉刀支撑辊子架一2、拉刀支撑辊子架二4和拉刀支撑辊子架三3上,并与液压缸1的活塞杆固定。

[0060] 步骤八、重复步骤三到步骤六。

[0061] 步骤九、将两个工件组合件8测得的拉刀磨损深度分别记为 w_1 和 w_2 ,拉刀寿命分别记为 L_1 和 L_2 ,拉削过程中拉削区域的平均温度分别记为 T_1 和 T_2 ,拉削过程中平均拉削力分别记为 P_1 和 P_2 ,代入拉刀使用寿命公式(1)中联立求解得到修正系数a和b的值。

[0062] 步骤十、根据拉刀使用寿命公式预测在保证加工工件精度前提下的精密复杂拉刀寿命。

[0063] 其中,拉刀使用寿命公式如下:

[0064]
$$L = w / (aPe^{-b/T}) \quad (1)$$

[0065] 式(1)中,L为拉刀使用寿命,w为拉刀的磨损深度,P为拉削过程中平均拉削力,T为拉削过程中拉削区域的平均温度,e为自然对数的底。

[0066] 作为一个优选实施例,步骤三和步骤五中PC对图像进行处理的过程如下:

[0067] ①对采集到的拉刀刀齿图像进行高斯滤波处理;

[0068] ②对高斯滤波处理后的图像通过加权平均值法进行灰度处理;

[0069] ③对灰度处理后的图像进行二值化处理;

[0070] ④对二值化处理后的图像进行边缘检测;

[0071] ⑤对边缘检测后的图像进行轮廓检测,并进一步得到拉刀各刀齿的齿高。

[0072] 作为一个优选实施例,如图4所示,步骤六中的偏振激光散射检测方法,具体如下:

[0073] S1:激光发生器14发射出的检测激光束通过起偏器15变成线偏振激光,偏振状态为S偏振;线偏振激光先通过偏振分光镜16,再由透镜17聚焦到工件组合件8的被加工表面;经过工件组合件8被加工表面散射后的线偏振光发生退偏,变成包含S偏振光和P偏振光的组合光;

[0074] S2:当组合光被透镜17收集后回到偏振分光镜16,大部分S偏振光被偏振分光镜16反射并经透镜17重新回到工件组合件8的被加工表面;P偏振光和剩余部分S偏振光被偏振分光镜16反射后经过格兰镜18,格兰镜18的摆放使得P偏振光透过,S偏振光被格兰镜18吸收,P偏振光经过格兰镜18后被光电探测器19收集并发送至PC;

[0075] S3:重新回到工件组合件8被加工表面的S偏振光再次发生散射变成组合光,然后重复步骤S2的光路传输;

[0076] S4:S偏振光经过工件组合件8的被加工表面多次散射后,反映工件组合件8被加工表面各位置表面粗糙度的P偏振光均被光电探测器19收集发送至PC;PC通过分析P偏振光信

号大小分布规律,得到工件组合件8被加工表面各位置的表面粗糙度。

[0077] 作为一个优选实施例,步骤十中根据拉刀使用寿命公式预测在保证加工工件精度前提下的精密复杂拉刀寿命的过程具体如下:

[0078] 首先将评判拉刀失效的评价标准对应的磨损深度 w 直接作为待预测寿命拉刀的磨损深度;然后进行一次拉削,得到拉削过程中平均拉削力 P 以及拉削过程中拉削区域的平均温度 T ;最后,将 w 、 P 、 T 、 a 和 b 带入公式(1)得到该拉刀的使用寿命 L 。

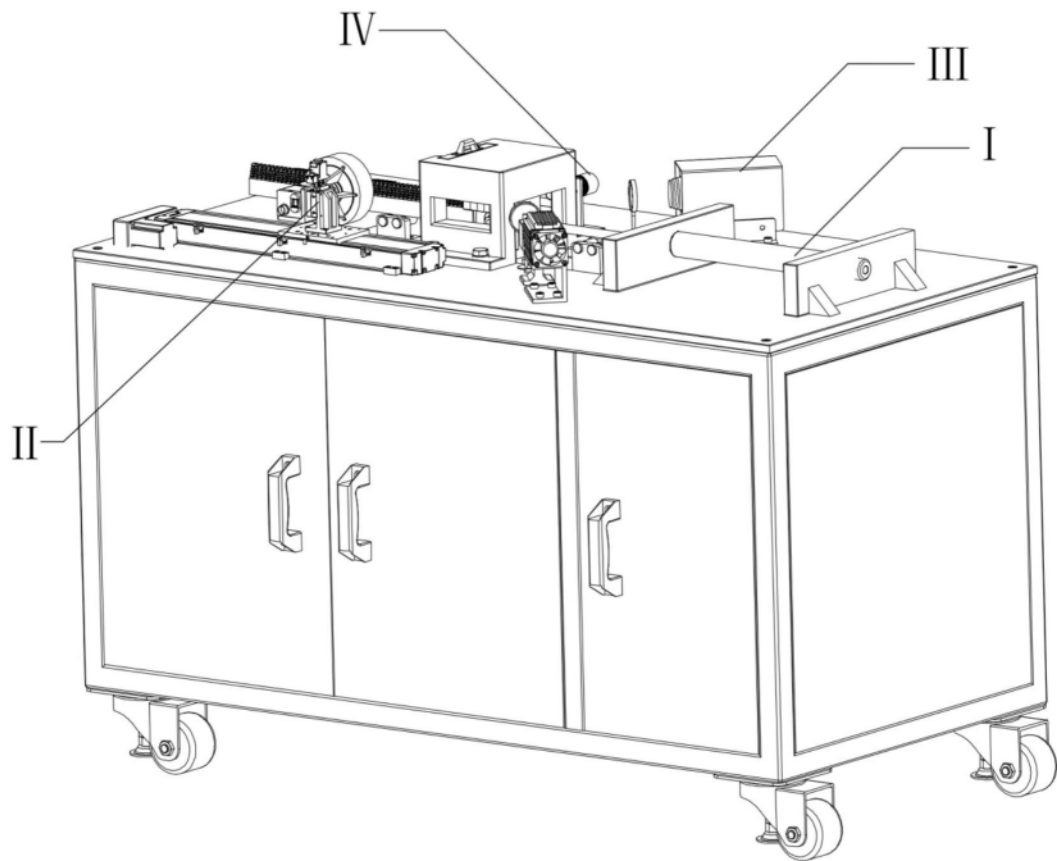


图1

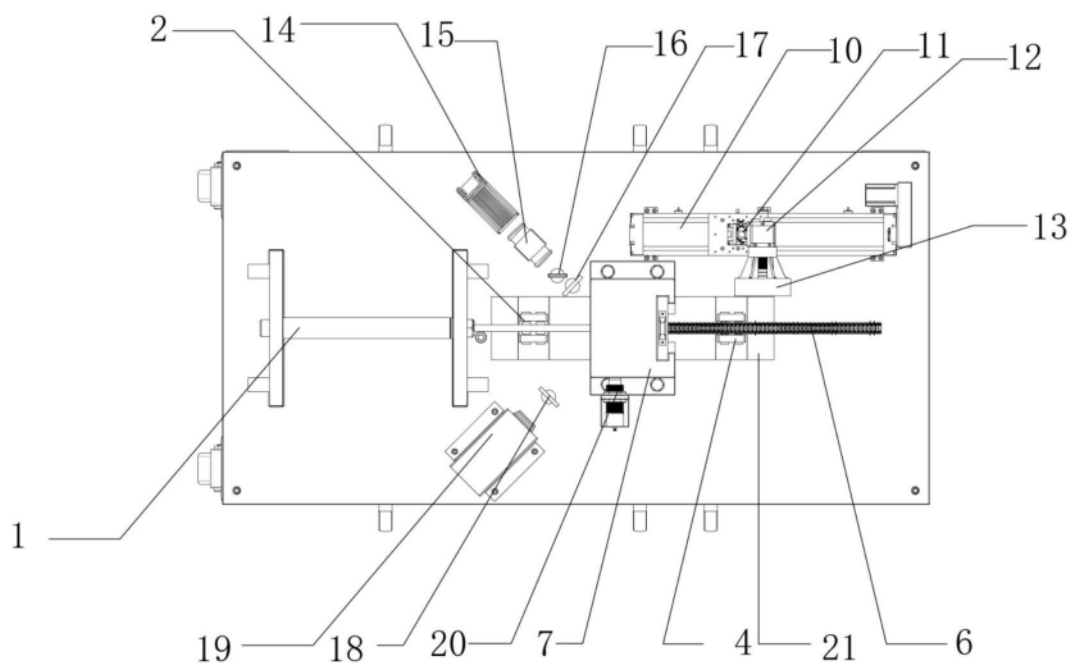


图2

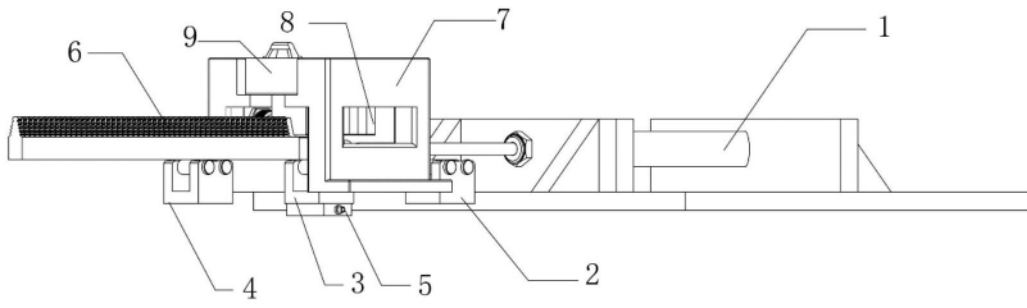


图3

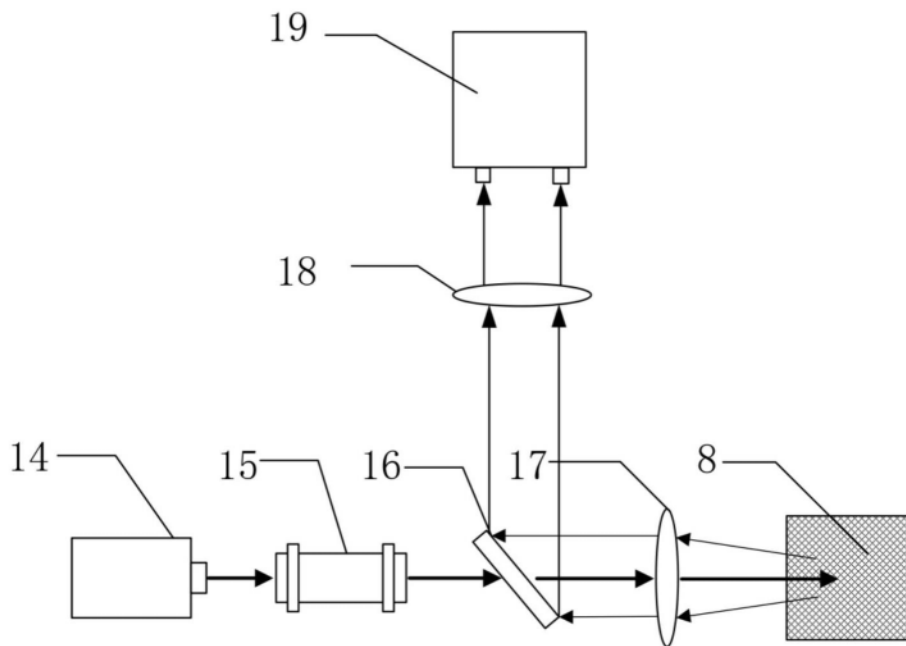


图4