



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105563243 B

(45)授权公告日 2017. 12. 29

(21)申请号 201511004352.5

B24B 47/20(2006.01)

(22)申请日 2015.12.29

B24B 49/00(2012.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105563243 A

(43)申请公布日 2016.05.11

(73)专利权人 长春工业大学

地址 130012 吉林省长春市延安大街2055号

(72)发明人 马海涛 吉日嘎兰图 倪留强

(74)专利代理机构 长春市四环专利事务所(普通合伙) 22103

代理人 张建成

(51)Int.Cl.

B24B 3/36(2006.01)

B24B 51/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 204711817 U, 2015.10.21,

CN 102513884 A, 2012.06.27,

CN 102513883 A, 2012.06.27,

CN 103419076 A, 2013.12.04,

JP H08174379 A, 1996.07.09,

JP 2014061568 A, 2014.04.10,

审查员 张超

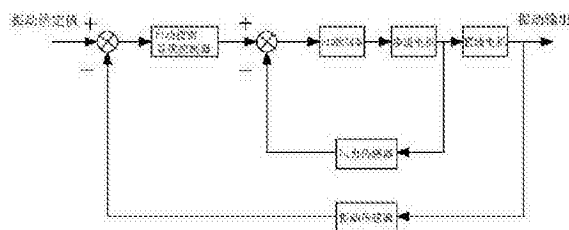
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种光栅刻划刀具刃磨振动控制方法

(57)摘要

本发明公开了一种光栅刻划刀具刃磨振动控制方法,该方法针对光栅刻划刀具刃磨过程的振动控制,采用串级控制方法,内环采用PID控制算法控制步进电机移动配重向左或向右运动,控制刀具向磨盘施加的研磨载荷大小;外环采用自动搜索寻优算法控制直线电机向上或向下移动,控制刀具进给量,进而控制刃磨过程中刀具的振动,该方法实现了刀具振动在线实时控制,提高了刀具刃口表面光洁度和刃口质量及刃磨效率。



1. 一种光栅刻划刀具刃磨振动控制方法,该方法包括以下步骤:

(1)、通过调整刀具进给量和刀具向磨盘施加的研磨载荷大小进而控制刀具振动,刀具的进给量调整由进给机构完成,进给机构由直线电机、气浮导轨、连接机构和刀架组成,矩形气浮导轨因其摩擦系数极小,所以为刀具进给提供了精确导向,直线电机具有微米级进给量,满足刀具微进给要求;刀具载荷大小调整由刀具施载机构完成,刀具施载机构由固定自重端和可调配重端构成,固定自重端包括刀具摆轴、调角机构及气浮导轨;可调配重端包括配重块、丝杠、导轨及步进电机;刀具向磨盘施加的研磨载荷是由配重机构实现的,配重机构是利用杠杆原理设计的,杠杆一端为固定自重端,杠杆另一端为可调配重端,杠杆固定自重端的力臂是固定长度,刀具向磨盘上施加载荷大小的调整是由步进电机通过丝杠及导轨移动配重块,调节力臂的长度实现的,在刃磨过程中,进给机构和刀具施载机构根据计算机发出的控制命令相互协调工作,实现刀具振动的控制;

(2)、针对刃磨过程刀具振动进行控制:首先对刀具振动信号进行精确测量与提取,测量刀具振动信号采用振动传感器,振动传感器安装在刀架上,采用小波包方法对采集到的振动信号进行精确提取;

(3)、通过调整刀具进给量及刀具向磨盘施加的研磨载荷大小进而控制刀具振动,因此需要检测刀具与磨盘之间的相互作用力即载荷大小,采用压力传感器间接测量载荷大小,压力传感器安装在直线电机支撑端,在刀具研磨过程中,载荷大小能根据杠杆原理及压力传感器测量值通过计算得出;

(4)、整个系统由计算机自动控制,刃磨过程刀具振动控制采用串级控制方法,内环采用PID控制算法,外环采用自动搜索寻优算法;内环采用PID控制算法的具体工作过程如下:压力传感器按固定的采样周期实时测量直线电机支撑端的压力值,根据压力传感器实时测量值计算得出实际载荷值,实际载荷值与给定值进行做差比较,将偏差值送至PID控制器,经PID计算后控制器将结果送至步进电机,步进电机根据控制命令带动配重块向左或向右移动,从而调整刀具向磨盘施加的研磨载荷大小;外环采用自动搜索寻优算法调整配置位置的工作过程如下:外环给定值是理想刀具振动值,振动传感器按照采样周期采集振动信号,采集的信号经过硬件滤波及软件滤波精确提取后,提取出实际刀具振动值,实际刀具振动值与给定值进行做差比较,如果偏差绝对值超出振动阈值,直接发出控制命令给刀架进行退刀操作;如果偏差绝对值小于振动阈值但大于正常值,将偏差值送给自动搜索寻优控制器,控制器发出控制命令给直线电机,先使其正转,即刀具向上移动,如果此时刀具振动在减小,继续上移,直到振动减小到误差允许范围内为止,如果正转时刀具振动在增加,立刻使其反转,即刀具向下移动,如果此时刀具振动在减小,继续下移,直到振动减小到误差允许范围内为止,通过自动搜索寻优方法调整刀具进给量,从而调整刀具振动的大小;刀具振动的调整一直进行到刀具刃磨结束,通过这样的方案保持刀具研磨过程的稳定性。

一种光栅刻划刀具刃磨振动控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种光栅刻划刀具刃磨振动控制方法。

背景技术

[0002] 天然金刚石具有硬度高、耐磨性好、摩擦因子低等优良特征,可刃磨出极高的刃口峰锐度、刃口圆轮廓度,因此,现行的光栅刻划刀具采用的材质是天然金刚石,但天然金刚石所具有的质脆、易崩裂、高温下易产生热化学磨损和扩散磨损等特殊的物理化学特性给金刚石刀具的精密研磨带来一定困难。机械刃磨机理可以看出,不合理的工艺参数可能导致刀具在刃磨过程中主要以微小裂纹的脆性断裂方式去除材料,从而影响刀具刃磨质量。刀具研磨的工艺经验表明,在光栅刻划刀具刃磨过程中,刃磨设备和刀具都会产生一些重要信号,如力、振动、声音、温度等,它们在一定程度上反映了刀具刃磨过程的特征,尤其是刃磨过程中刀具的振动,会使刃磨的刀具和磨盘之间产生多余的相对运动,这种相对运动会直接影响刀具的峰锐度和表面光洁度,因此,监测刃磨过程中刀具的振动并将这种振动控制在一定范围内,对提高刀具刃磨质量意义重大。中国工程物理研究院为了提高系统的低频隔振性能,主动隔振器采用了预测函数控制的自适应控制算法,以适应控制过程的实时性和鲁棒性要求,并针对金刚石刀具研磨过程中外部扰动的周期性特点,利用迭代学习控制算法对主动控制的位移量进行了修正。论文对控制算法的稳定性和鲁棒性进行了数学证明,并通过Matlab仿真和建立综合控制实验系统验证了系统的实际控制能力。实验结果表明,系统对于20~160Hz频率范围内不同频率的外部力扰动都具有明显的衰减作用,衰减幅度都超过了30%。但是在实验装置中,运动平台的响应速度较低,控制系统采样周期较长,受这些因素影响,系统的控制性能难以有效提高。实际应用时,需要改进和完善实验装置相关元器件配置,以更好地满足金刚石刀具研磨加工的工艺需求。由于高精度金刚石刀具的刃磨技术涉及到航空、航天等领域超精密零件的关键加工技术,世界各国都对该项技术封锁保密,有关这方面的文献叙述也相对较少。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提供一种光栅刻划刀具刃磨振动控制方法。

[0004] 本发明针对光栅刻划刀具刃磨过程中刀具振动对刃磨质量有重大影响这一问题,在深入分析刃磨过程刀具产生振动机理的基础上,通过在线实时调整刀具进给量与刀具向磨盘施加的研磨载荷大小,进而调整刀具的振动,刀具振动采用串级控制方法,内环采用PID算法控制刀具向磨盘施加的研磨载荷大小,外环采用自动搜索寻优算法控制刀具的进给量,双环共同作用控制刃磨过程中刀具的振动,该方法能够实现刀具振动在线实时控制,大大减小刃磨过程刀具的振动,提高刀具刃口表面光洁度和刃口质量及刃磨效率。

[0005] 本发明之方法包括以下步骤:

[0006] 1、通过调整刀具进给量和刀具向磨盘施加的研磨载荷大小进而控制刀具振动,刀具的进给量调整由进给机构完成,进给机构由直线电机、气浮导轨、连接机构和刀架组成,

矩形气浮导轨因其摩擦系数极小,所以为刀具进给提供了精确导向,直线电机具有微米级进给量,满足刀具微进给要求;刀具载荷大小调整由刀具施载机构完成,刀具施载机构由固定自重端和可调配重端构成,固定自重端包括刀具摆轴、调角机构及气浮导轨;可调配重端包括配重块、丝杠、导轨及步进电机;刀具向磨盘施加的研磨载荷是由配重机构实现的,配重机构是利用杠杆原理设计的,杠杆一端为固定自重端,杠杆另一端为可调配重端,杠杆固定自重端的力臂是固定长度,刀具向磨盘上施加载荷大小的调整是由步进电机通过丝杠及导轨移动配重块,调节力臂的长度实现的,在刃磨过程中,进给机构和刀具施载机构根据计算机发出的控制命令相互协调工作,实现刀具振动的控制。

[0007] 2、针对刃磨过程刀具振动进行控制:首先对刀具振动信号进行精确测量与提取,测量刀具振动信号采用振动传感器,安装在刀架上,采用小波包方法对采集到的振动信号进行精确提取。

[0008] 3、通过调整刀具进给量及刀具向磨盘施加的研磨载荷大小进而控制刀具振动,因此需要检测刀具与磨盘之间的相互作用力即载荷大小,采用压力传感器间接测量载荷大小,压力传感器安装在直线电机支撑端,在刀具研磨过程中,载荷大小能根据杠杆原理及压力传感器测量值通过计算得出。

[0009] 4、整个系统由计算机自动控制,刃磨过程刀具振动控制采用串级控制方法,内环采用PID控制算法,外环采用自动搜索寻优算法。内环采用PID控制算法的具体工作过程如下:压力传感器按固定的采样周期实时测量直线电机支撑端的压力值,根据压力传感器实时测量值计算得出实际载荷值,实际载荷值与给定值进行做差比较,将偏差值送至PID控制器,经PID计算后控制器将结果送至步进电机,步进电机根据控制命令带动配重块向左或向右移动,从而调整刀具向磨盘施加的研磨载荷大小;外环采用自动搜索寻优算法调整配置位置的工作过程如下:外环给定值是理想刀具振动值,振动传感器按照采样周期采集振动信号,采集的信号经过硬件滤波及软件滤波精确提取后,提取出实际刀具振动值,实际刀具振动值与给定值进行做差比较,如果偏差绝对值超出振动阈值,直接发出控制命令给刀架进行退刀操作;如果偏差绝对值小于振动阈值但大于正常值,将偏差值送给自动搜索寻优控制器,控制器发出控制命令给直线电机,先使其正转,即刀具向上移动,如果此时刀具振动在减小,继续上移,直到振动减小到误差允许范围内为止,如果正转时刀具振动在增加,立刻使其反转,即刀具向下移动,如果此时刀具振动在减小,继续下移,直到振动减小到误差允许范围内为止,通过自动搜索寻优方法调整刀具进给量,从而调整刀具振动的大小;刀具振动的调整一直进行到刀具刃磨结束,通过这样的方案保持刀具研磨过程的稳定性。

[0010] 因此,针对光栅刻划刀具刃磨过程的振动控制,采用串级控制方法,内环采用PID控制算法控制步进电机移动配重块向左或向右运动,控制刀具向磨盘施加的研磨载荷大小;外环采用自动搜索寻优算法控制直线电机向上或向下移动,控制刀具进给量,进而控制刃磨过程中刀具的振动,该方法实现了刀具振动在线实时控制,提高了刀具刃口表面光洁度和刃口质量及刃磨效率。

[0011] 本发明的有益效果是:

[0012] 1、本发明针对光栅刻划刀具刃磨过程中刀具振动的问题,采用串级控制方法、PID控制算法、自动搜索寻优算法相结合的控制方法精确控制刃磨过程中刀具的进给量和刀具向磨盘施加的研磨载荷大小,进而控制刃磨过程中刀具的振动,该方法实现了刀具振动在

线实时控制,提高了刀具刃口表面光洁度和刃口质量及刃磨效率。

[0013] 2、本发明针对光栅刻划刀具刃磨过程中刀具振动的问题,通过调整刃磨过程中刀具的进给量和刀具向磨盘施加的研磨载荷大小,进而控制刀具振动,刀具的进给量调整由进给机构完成,刀具载荷大小调整由刀具施载机构完成,进给机构和刀具施载机构在计算机控制下协调工作,较大程度提高了刀具振动控制精度。

附图说明

[0014] 图1本发明串级控制系统的组成框图。

具体实施方式

[0015] 请参阅图1所示,本发明之方法包括以下步骤:

[0016] 1、通过调整刀具进给量和刀具向磨盘施加的研磨载荷大小进而控制刀具振动,刀具的进给量调整由进给机构完成,进给机构由直线电机、气浮导轨、连接机构、刀架组成,其中高精度、高刚度的矩形气浮导轨因其摩擦系数极小,所以为刀具进给提供了精确导向,直线电机具有微米级进给量,满足刀具微进给要求;刀具载荷大小调整由刀具施载机构完成,刀具施载机构由固定自重端和可调配重端构成,固定自重端包括刀具摆轴、调角机构及气浮导轨;可调配重端包括配重块、丝杠、导轨及步进电机;刀具向磨盘施加的研磨载荷是由配重机构实现的,配重机构是利用杠杆原理设计的,杠杆一端为固定自重端,杠杆另一端为可调配重端,杠杆固定自重端的力臂是固定长度,刀具向磨盘上施加载荷大小的调整是由步进电机通过丝杠及导轨移动配重块,调节力臂的长度实现的,在刃磨过程中,进给机构和刀具施载机构根据计算机发出的控制命令相互协调工作,实现刀具振动的控制。

[0017] 2、针对刃磨过程刀具振动进行控制:首先对刀具振动信号进行精确测量与提取,根据实际情况,测量刀具振动信号采用振动传感器,安装在刀架上,采用小波包方法对采集到的振动信号进行精确提取。

[0018] 3、通过调整刀具进给量及刀具向磨盘施加的研磨载荷大小进而控制刀具振动,因此需要检测刀具与磨盘之间的相互作用力即载荷大小,采用压力传感器间接测量载荷大小,压力传感器安装在直线电机支撑端,在刀具研磨过程中,载荷大小能根据杠杆原理及压力传感器测量值通过计算得出。

[0019] 4、整个系统由计算机自动控制,刃磨过程刀具振动控制采用串级控制方法,内环采用PID控制算法,外环采用自动搜索寻优算法。内环采用PID控制算法的具体工作过程如下:压力传感器按固定的采样周期实时测量直线电机支撑端的压力值,根据压力传感器实时测量值计算得出实际载荷值,实际载荷值与给定值进行做差比较,将偏差值送至PID控制器,经PID计算后控制器将结果送至步进电机,步进电机根据控制命令带动配重块向左或向右移动,从而调整刀具向磨盘施加的研磨载荷大小;外环采用自动搜索寻优算法调整配置位置的工作过程如下:外环给定值是理想刀具振动值,振动传感器按照采样周期采集振动信号,采集的信号经过硬件滤波及软件滤波(小波包方法)精确提取后,提取出实际刀具振动值,实际刀具振动值与给定值进行做差比较,如果偏差绝对值超出振动阈值,直接发出控制命令给刀架进行退刀操作;如果偏差绝对值小于振动阈值但大于正常值,将偏差值送给自动搜索寻优控制器,控制器发出控制命令给直线电机,先使其正转,即刀具向上移动,如

果此时刀具振动在减小,继续上移,直到振动减小到误差允许范围内为止,如果正转时刀具振动在增加,立刻使其反转,,即刀具向下移动,如果此时刀具振动在减小,继续下移,直到振动减小到误差允许范围内为止,通过自动搜索寻优方法调整刀具进给量,从而调整刀具振动的大小;刀具振动的调整一直进行到刀具刃磨结束,通过这样的方案保持刀具研磨过程的稳定性。

[0020] 因此,针对光栅刻划刀具刃磨过程的振动控制,采用串级控制方法,内环采用PID控制算法控制步进电机移动配重块向左或向右运动,控制刀具向磨盘施加的研磨载荷大小;外环采用自动搜索寻优算法控制直线电机向上或向下移动,控制刀具进给量,进而控制刃磨过程中刀具的振动,该方法实现了刀具振动在线实时控制,提高了刀具刃口表面光洁度和刃口质量及刃磨效率。

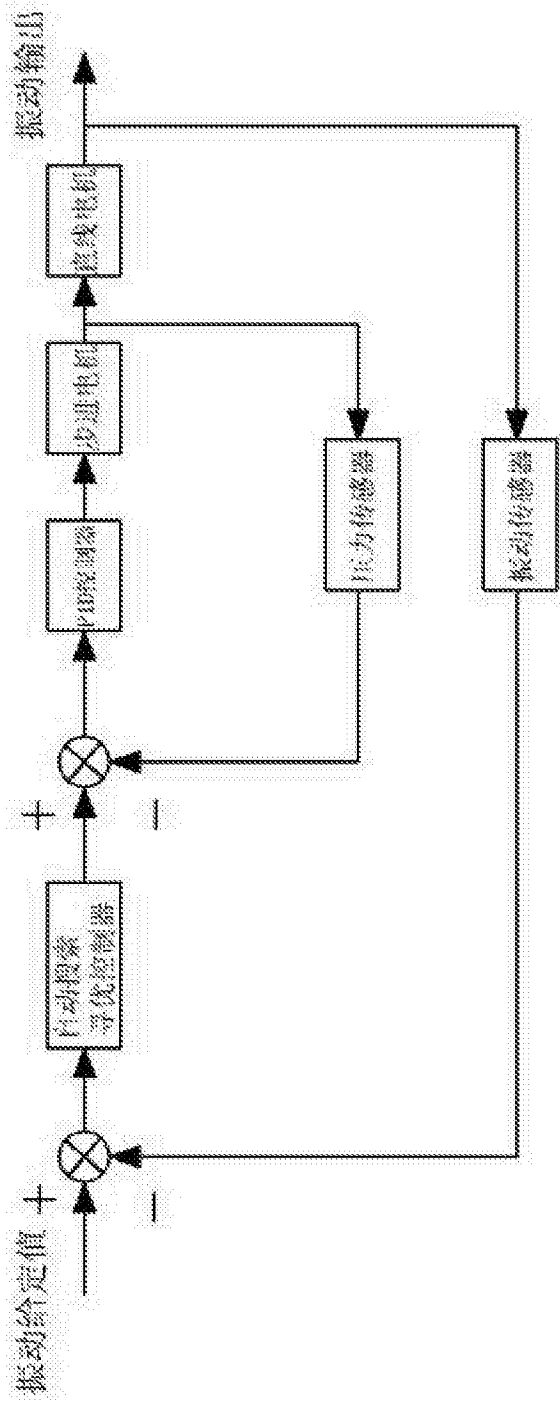


图1