



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114055321 B

(45) 授权公告日 2024.04.19

(21) 申请号 202111309515.6

(22) 申请日 2021.11.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114055321 A

(43) 申请公布日 2022.02.18

(73) 专利权人 深圳华数机器人有限公司
地址 518000 广东省深圳市南山区高新区
南区华中科技大学深圳产学研基地大
楼A座十一层

(72) 发明人 周盈 熊清平 李杰 潘权
陈华志 刘雄飞

(74) 专利代理机构 深圳市金笔知识产权代理事
务所(特殊普通合伙) 44297
专利代理师 胡清方 彭友华

(51) Int. Cl.
B24B 29/02 (2006.01)
B24B 41/00 (2006.01)
B24B 49/16 (2006.01)
B24B 51/00 (2006.01)

(56) 对比文件

- CN 102059653 A, 2011.05.18
- CN 103121184 A, 2013.05.29
- CN 105945729 A, 2016.09.21
- CN 106707963 A, 2017.05.24
- CN 110434753 A, 2019.11.12
- CN 110597183 A, 2019.12.20
- CN 112953317 A, 2021.06.11
- DE 4108391 A1, 1992.09.17
- JP 2003311592 A, 2003.11.05
- JP 2005279882 A, 2005.10.13
- KR 940008088 B1, 1994.09.02
- US 2004245950 A1, 2004.12.09
- US 2005253539 A1, 2005.11.17
- US 2019126433 A1, 2019.05.02
- US 3394501 A, 1968.07.30

周盈;陈飞.全自动玻璃磨边机数控系统开发.现代制造技术与装备.2020,(02),全文.(续)

审查员 杨毅成

权利要求书2页 说明书5页 附图2页

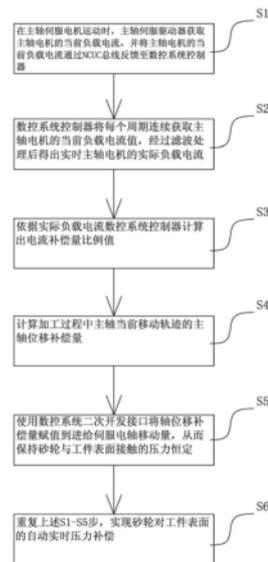
(54) 发明名称

基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法

(57) 摘要

一种基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法,包括如下步骤:S1、在主轴伺服电机运动时,获取主轴电机的当前负载电流,并将当前负载电流反馈至数控系统控制器;S2、数控系统控制器将每个周期连续获取主轴电机的当前负载电流值,经过滤波处理后得出实时主轴电机的实际负载电流;S3、依据实际负载电流数控系统控制器计算出电流补偿量比例值;S4、计算加工过程中主轴当前移动轨迹的主轴位移补偿量;S5、将轴位移补偿量赋值到进给伺服电轴移动量,从而保持压力恒定;S6、重复上述S1-S5步,实现砂轮对工件表面的自动实时压力补偿。本发明具有无需改造机械设备或补偿装置,能够较快适用于

平面打磨抛光的场合。



CN 114055321 B

[接上页]

(56) 对比文件

赵飞;梅雪松;李光东;陶涛;姜歌东. 数控成型磨齿机加工误差在线监测及补偿. 机械工程学

报. 2013, (01), 全文.

张国龙;杨桂林;邓益民;张杰;朱任峰. 磨抛机器人气电力控末端执行器负载特性. 船舶工程. 2020, (06), 全文.

1.一种基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法,其特征在于:包括如下步骤:

S1、在主轴伺服电机运动时,主轴伺服驱动器获取主轴伺服电机的当前负载电流,并将主轴伺服电机的当前负载电流通过NCUC总线反馈至数控系统控制器;

S2、数控系统控制器将每个周期连续获取主轴伺服电机的当前负载电流值,经过滤波处理后得出实时主轴伺服电机的实际负载电流;

S3、依据实际负载电流,数控系统控制器计算出电流补偿量比例值;

S4、计算加工过程中主轴当前移动轨迹的主轴位移补偿量;

S5、使用数控系统二次开发接口将主轴位移补偿量赋值到进给伺服电轴移动量,从而保持砂轮与工件表面接触的压力恒定;

S6、重复上述S1-S5步,实现砂轮对工件表面的自动实时压力补偿;

所述S2中的实际负载电流 $_real_I$ 满足下述条件:

$$_real_I = (Kr * real_I) + (Ky * real_I[1])$$

其中, $Kr = FilterTs / (FilterTs + FilterTf)$;

$Ky = FilterTf / (FilterTs + FilterTf)$;

$FilterTf = lvbo_data * FilterTs$

上式中, $lvbo_data$ 为电流滤波系数, $FilterTs$ 为采样时间间隔,以毫秒为单位; Kr 为采样时间间隔系数; $FilterTf$ 为采样时间周期; Ky 为采样时间周期系数; $real_I$ 为当前负载电流, $real_I[1]$ 上一个周期当前电流。

2.根据权利要求1所述的基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法,其特征在于:上述S1步中的当前负载电流 $real_I$ 满足下述条件:

$$real_I = I_L / transI + floatI$$

其中, I_L 为获取轴反馈力矩电流, $transI$ 为电流转换系数, $floatI$ 为零点漂移电流。

3.根据权利要求1或2所述的基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法,其特征在于:上述S3中的所述电流补偿量比例值 $setp$ 的计算方式为:

若当前负载电流 $real_I$ 与上一个周期当前电流 $real_I[1]$ 偏差为0,则所述电流补偿量比例值 $setp$ 为0,不进行补偿;

若当前负载电流 $real_I$ 与上一个周期当前电流 $real_I[1]$ 存在偏差时,比例环节才起作用;

所述电流补偿量比例值 $setp$ 按下述方式计算;

若实际负载电流 $_real_I$ 大于零点漂移电流 $floatI$,但小于当前负载电流 $real_I$ 时,加大切削量;则:

$$step = (L - K) / _real_I;$$

若实际负载电流 $_real_I$ 大于当前负载电流 $real_I$ 时,则减小切削量;

则:

$$step = (K - L) / _real_I;$$

式中, L 为补偿步长, K 为单步补偿量;

若实际负载电流 $_real_I$ 等于当前负载电流 $real_I$ 时,则切削量不变。

4.根据权利要求1或2所述的基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法,其特征在于:上述S4中的计算加工过程中主轴当前移动轨迹的主轴位移补偿量的计算方式为:

按电流补偿量比例值step计算主轴位移补偿量Zfeed,
 $Z_{\text{feed}} = (\text{real_I} - _real_I) * \text{step}$;即当前负载电流real_I与实际负载电流_real_I之差乘以电流补偿量比例值setp。

基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种打磨抛光压力实时补偿方法,尤其是一种基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法。

背景技术

[0002] 在制造业加工过程中,工件的抛光存在大量的需求。抛光过程中,影响加工质量的因素有:磨轮与工件之间的直压力,磨轮与工件接触时的运转速度,磨轮与工件的材料特性,加工工艺流程与合适的工艺参数,原始工件的一致性,以及加工设备的稳定性等。显然,磨轮与工件之间的直压力,磨轮与工件接触时的运转速度在加工过程中的保持恒定是主要的关键,如果保持压力及速度稳定,就能使工件加工品质稳定一致,合适的压力与速度就可以保证加工精度及高效。

[0003] 为了达到合适的压力与速度,目前有以下解决方案:

[0004] 一是通过在设备治具下方增加液压压力补偿装置,实时检测压力的大小反馈至控制系统,从而达到自动实时补偿压力的作用。

[0005] 二是通过在设备主轴处增加气动装置补偿机构,实时检测气压压力的大小反馈至控制系统,控制砂轮打磨抛光的进给量,实现砂轮对工件表面的受力均匀,保证抛光效果。

[0006] 三是通过采集主轴电机的负载电流,使用数字模拟量模块装置反馈电流至控制系统,控制系统负载电流大小来控制砂轮轴的加工进给量,实现自动实时补偿压力。

[0007] 目前第一种方式需要增加液压压力补偿装置;第二种方式需要增加气动装置补偿机构;第三种方式需要增加数字模拟量模块装置。虽然,这三种方式都可以实现自动实时压力补偿功能,能适当地提高打磨抛光加工工件质量。但是,上述无论是哪种方式都需要对机械设备进行机构改造,这样,加大了机械设备的装配难度,增加了设备成本。

发明内容

[0008] 为了克服上述问题,发明向社会提供一种无需增加任何附加装置,就可以实现对打磨抛光压力实时补偿的基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法。

[0009] 本发明的技术方案是:提供一种基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法,包括如下步骤:

[0010] S1、在主轴伺服电机运动时,主轴伺服驱动器获取主轴电机的当前负载电流,并将主轴电机的当前负载电流通过NCUC总线反馈至数控系统控制器;

[0011] S2、数控系统控制器将每个周期连续获取主轴电机的当前负载电流值,经过滤波处理后得出实时主轴电机的实际负载电流;

[0012] S3、依据实际负载电流数控系统控制器计算出电流补偿量比例值;

[0013] S4、计算加工过程中主轴当前移动轨迹的主轴位移补偿量;

[0014] S5、使用数控系统二次开发接口将轴位移补偿量赋值到进给伺服电轴移动量,从而保持砂轮与工件表面接触的压力恒定;

[0015] S6、重复上述S1-S5步,实现砂轮对工件表面的自动实时压力补偿。

[0016] 作为对本发明的改进,上述S1步中的当前负载电流(real_I)满足下述条件:

[0017] $real_I = I_L / transI + floatI$

[0018] 其中, I_L 为获取轴反馈力矩电流, $transI$ 为电流转换系数, $floatI$ 为零点漂移电流。

[0019] 作为对本发明的改进,上述S2中的实际负载电流(_real_I)满足下述条件:

[0020] $_real_I = (Kr * real_I) + (Ky * real_I[1])$

[0021] 其中, $Kr = FilterTs / (FilterTs + FilterTf)$;

[0022] $Ky = FilterTf / (FilterTs + FilterTf)$;

[0023] $FilterTf = lvbo_data * FilterTs$

[0024] 上式中, $lvbo_data$ 为电流滤波系数, $FilterTs$ 为采样时间间隔,以毫秒为单位; Kr 为采样时间间隔系数; $FilterTf$ 为采样时间周期; Ky 为采样时间周期系数; $real_I$ 为当前电流, $real_I[1]$ 上一个周期当前电流。

[0025] 作为对本发明的改进,上述S3中的所述电流补偿量比例值(setp)的计算方式为:

[0026] 若当前电流(real_I)与上一个周期当前电流(real_I[1])偏差为0,则所述电流补偿量比例值(setp)为0,不进行补偿;

[0027] 若当前电流(real_I)与上一个周期当前电流(real_I[1])存在偏差时,比例环节才起作用,;

[0028] 所述电流补偿量比例值(setp)按下述方式计算;

[0029] 若实际负载电流(_real_I)大于零点漂移电流(floatI),但小于当前电流(real_I)时,加大切削量;则:

[0030] $step = (L - K) / _real_I$;

[0031] 若实际负载电流(_real_I)大于当前电流(real_I)时,则减小切削量;则:

[0032] $step = (K - L) / _real_I$;

[0033] 式中, L 为补偿步长, K 为单步补偿量;

[0034] 若实际负载电流(_real_I)等于当前电流(real_I)时,则切削量不变。

[0035] 作为对本发明的改进,上述S4中的计算加工过程中主轴当前移动轨迹的主轴位移补偿量的计算方式为:

[0036] 按电流补偿量比例值(step)计算轴位移补偿量(Zfeed),

[0037] $Zfeed = (real_I - _real_I) * step$;即当前电流(real_I)与实际负载电流(_real_I)之差乘以电流补偿量比例值(setp)。

[0038] 本发明与现有技术相比,具有如下优点:一是无需修改机械设备的机构,降低机械装备难度;二是无需增加传感器装置,极大降低设备成本;三是自动实时检测压力,提高加工工艺效果和生产效率;四是具有广泛的应用市场,能够较快适用于平面打磨抛光的场合。本发明提供的压力实时补偿方法,控制系统是通过工业NCUC总线直接获取主轴上的进给轴电机的负载电流,系统经过控制算法计算,实现压力实时补偿,无需改造机械设备或补偿装置,能够较快适用于平面打磨抛光的场合。

附图说明

- [0039] 图1是本发明的流程方框示意图。
 [0040] 图2是本发明中使用的数控系统的压力补偿参数界面。
 [0041] 图3是本发明中使用的数控系统的数控系统滤波系数界面。

具体实施方式

[0042] 为了使发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对发明进行详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释发明,并不用于限定发明。

[0043] 请参见图1,图1揭示的是一种基于数控系统的打磨抛光压力实时补偿方法,包括如下步骤:

[0044] S1、在主轴伺服电机运动时,主轴伺服驱动器获取主轴电机的当前负载电流,并将主轴电机的当前负载电流通过NCUC总线反馈至数控系统控制器;

[0045] S2、数控系统控制器将每个周期连续获取主轴电机的当前负载电流值,经过滤波处理后得出实时主轴电机的实际负载电流;

[0046] S3、依据实际负载电流数控系统控制器计算出电流补偿量比例值;

[0047] S4、计算加工过程中主轴当前移动轨迹的主轴位移补偿量;

[0048] S5、使用数控系统二次开发接口将轴位移补偿量赋值到进给伺服电轴移动量,从而保持砂轮与工件表面接触的压力恒定;

[0049] S6、重复上述S1-S5步,实现砂轮对工件表面的自动实时压力补偿。

[0050] 优选的,上述S1步中的当前负载电流(real_I)满足下述条件:

[0051] $real_I = I_L / transI + floatI$

[0052] 其中, I_L 为获取轴反馈力矩电流, $transI$ 为电流转换系数, $floatI$ 为零点漂移电流。

[0053] 优选的,上述S2中的实际负载电流(_real_I)满足下述条件:

[0054] $_real_I = (Kr * real_I) + (Ky * real_I[1])$

[0055] 其中, $Kr = FilterTs / (FilterTs + FilterTf)$;

[0056] $Ky = FilterTf / (FilterTs + FilterTf)$;

[0057] $FilterTf = lvbo_data * FilterTs$

[0058] 上式中, $lvbo_data$ 为电流滤波系数, $FilterTs$ 为采样时间间隔,以毫秒为单位; Kr 为采样时间间隔系数; $FilterTf$ 为采样时间周期; Ky 为采样时间周期系数; $real_I$ 为当前电流, $real_I[1]$ 上一个周期当前电流。

[0059] 优选的,上述S3中的所述电流补偿量比例值(setp)的计算方式为:

[0060] 若当前电流(real_I)与上一个周期当前电流(real_I[1])偏差为0,则所述电流补偿量比例值(setp)为0,不进行补偿;

[0061] 若当前电流(real_I)与上一个周期当前电流(real_I[1])存在偏差时,比例环节才起作用,;

[0062] 所述电流补偿量比例值(setp)按下述方式计算;

[0063] 若实际负载电流(_real_I)大于零点漂移电流(floatI),但小于当前电流(real_

I)时,加大切削量;则:

[0064] $step = (L - K) / _real_I$;

[0065] 若实际负载电流($_real_I$)大于当前电流($real_I$)时,则减小切削量;则:

[0066] $step = (K - L) / _real_I$;

[0067] 式中,L为补偿步长,K为单步补偿量;

[0068] 若实际负载电流($_real_I$)等于当前电流($real_I$)时,则切削量不变。

[0069] 优选的,上述S4中的计算加工过程中主轴当前移动轨迹的主轴位移补偿量的计算方式为:

[0070] 按电流补偿量比例值($step$)计算轴位移补偿量($Zfeed$),

[0071] $Zfeed = (real_I - _real_I) * step$;即当前电流($real_I$)与实际负载电流($_real_I$)之差乘以电流补偿量比例值($setp$)。

[0072] 使用数控系统二次开发接口将偏移量赋值到当前加工程序G代码中,通过数控系统开发接口将轴位移补偿量 $Zfeed$ 赋值到轴移动量。

[0073] 实时更新轴的运动轨迹,砂轮与工件表接触的压力恒定,实现自动实时压力补偿。

[0074] 本发明在数控系统中具体操作时,可以按照图2和图3所示的方式操作。

[0075] 参见图2,图2是本发明中使用的数控系统的压力补偿参数界面。

[0076] 在数控系统压力补偿界面分别输入相关参数:

[0077] R偏差:作用在抛光进刀位置,防止抛光轮挤入过大,填入正值时在进刀瞬间补偿往反方向偏移,此参数一般填0,不启用。

[0078] R最小值:启用补偿时,抛光轮接触到工件表面的最小压力值的电流,防止磨轮半径过小引起危险。当抛光轮半径小于该值时,停止补偿。

[0079] 额定电流:玻璃抛光力度合适压力时加工界面上的电流显示值,额定电流设定越大,补偿力度越大。额定电流的值应大于空转电流值,根据实际情况适当调整。

[0080] 电流模参:确定补偿的灵敏度,值越小则载灵敏,

[0081] 欠流补偿峰值:砂轮需要靠近工件,限制靠近的单个偏移补偿的最大值。

[0082] 过流补偿峰值:砂轮需要远离工件,限制远离的单个偏移补偿的最大值。

[0083] 参见图3,图3是本发明中使用的数控系统的数控系统滤波系数界面。

[0084] 图3中,在数控系统滤波系数界面分别设定相关参数;

[0085] 滤波系数:起到使电流显示值平稳显示的作用,连续取“滤波系数”个电流值,取其平均值显示到主界面中。

[0086] 过补偿电流:过补偿的判断值,当实际电流I值达到或者超过过补偿电流时,系统以相比正常补偿量还快的速度往背离工件方向偏移轨迹,实际电流值小于过补偿电流时,到正常方式进行补偿。

[0087] 最大加工电流:用于防止主轴过载。

[0088] 电流转换系数:系统接收到主轴驱动器显示界面电流参数转换。

[0089] 零点漂移电流:起到平衡电流误差的作用,当主轴停止时,可通过填入零点漂移电流值校正电流显示误差。

[0090] 空载电流:不同的主轴转速会有不一样的主轴负载电流,一般填入抛光加工所用到的主轴转速对应的无负载时电流值。

[0091] 在不脱离发明思想的情况下,凡应用发明说明书及附图内容所做的各种等效变化,均理同包含于发明的权利要求范围内。

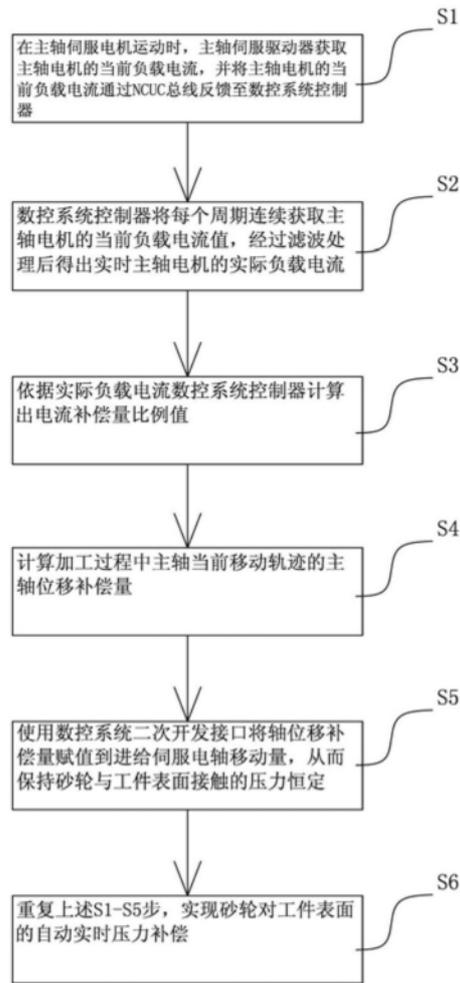


图1

补偿号	R偏差	R最小值	额定电流	电流模参	欠流补偿峰值	过流补偿峰值
1	0.0000	20.0000	7.0000	0.1000	0.0200	0.0300
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
4	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
5	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
6	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
7	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
8	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

T		机床实际	相对实际	工件实际
0000 (当前刀)	X	0.0000	20.0000	0.0000
	Y1	0.0000	0.0000	0.0000
	Z2	0.0000	0.0000	0.0000

\$1

图2

序号	滤波系数	过补偿电流	最大加上电流	电流转换系数	零点漂移电流	空载电流
1	500.0000	8.0000	10.0000	1000.0000	0.5000	0.0000
2	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
3	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

T		机床实际	相对实际	工件实际
0000 (当前刀)	X	0.0000	20.0000	0.0000
	Y1	0.0000	0.0000	0.0000
	Y2	0.0000	0.0000	0.0000
0000 (预选刀)	Z1	0.0000	0.0000	0.0000
	Z2	0.0000	0.0000	0.0000

\$1

图3