



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118003146 A

(43) 申请公布日 2024. 05. 10

(21) 申请号 202410089615.X

(22) 申请日 2024.01.22

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路800号

(72) 发明人 周明东 金隼 罗磊 金一涵

魏创 唐钰哲

(74) 专利代理机构 上海旭诚知识产权代理有限

公司 31220

专利代理师 郑立

(51) Int. Cl.

B23Q 17/12 (2006.01)

权利要求书1页 说明书4页 附图2页

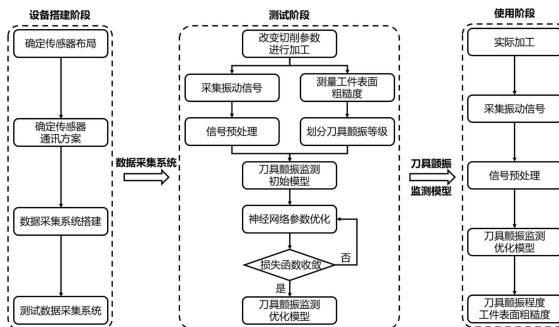
(54) 发明名称

一种高精坐标镗床刀具颤振智能监控方

法

(57) 摘要

本发明公开了一种高精坐标镗床刀具颤振智能监控方法,包括:步骤1、搭建坐标镗床刀具颤振监测系统;步骤2、建立刀具颤振监测模型;步骤3、采集刀具参数,获取刀具的颤振状态。本发明通过确定镗床颤振等级,对加工参数调节提供制造,避免工件质量受颤振影响,提高坐标镗床加工精度。



1. 一种高精坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,包括:
步骤1、搭建坐标镗床刀具颤振监测系统;
步骤2、建立刀具颤振监测模型;
步骤3、采集刀具参数,获取刀具的颤振状态。
2. 如权利要求1所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,所述步骤1包括:
在所述坐标镗床上布设加速度传感器;
将所述加速度传感器连接至通讯系统;
对所述加速度传感器和通讯系统进行测试。
3. 如权利要求2所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,在所述坐标镗床的电主轴和直线轴轴承座上沿空间垂直方向布设三个所述加速度传感器。
4. 如权利要求2所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,所述通讯系统包括电连接的PLC、Anybus模块、数控系统和计算机。
5. 如权利要求1所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,所述步骤2包括:
步骤2.1、根据刀具振动数据,建立刀具颤振监测初始模型;
步骤2.2、对所述初始模型进行神经网络参数优化,建立刀具颤振监测优化模型。
6. 根据权利要求5所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,所述步骤2.1包括:
将所述坐标镗床在不同切削参数下加工工件;
采集所述坐标镗床的第一振动信号;
对所述第一振动信号进行预处理;
测量被加工的工件表面的粗糙度;
划分所述坐标镗床的刀具的颤振等级;
基于深度学习神经网络搭建所述初始模型。
7. 根据权利要求6所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,所述切削参数包括主轴转速、进给速度、背吃刀量。
8. 根据权利要求6所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,所述颤振等级分为无明显振动、轻微振动、颤振。
9. 根据权利要求5所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,所述步骤3包括:
将所述坐标镗床对毛坯结构进行加工;
采集所述坐标镗床的第二振动信号;
对所述第二振动信号处理后输入所述优化模型,获取刀具的颤振状态。
10. 根据权利要求9所述的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,其特征在于,对所述第二振动信号处理时,设定处理长度,将完整的第二振动信号截断为特定长度的时域振动信号,对时域振动信号进行滤波,再提取时频特征参数。

一种高精度坐标镗床刀具颤振智能监控方法

技术领域

[0001] 本发明涉及刀具颤振监测技术领域,尤其涉及一种高精度坐标镗床刀具颤振智能监控方法。

背景技术

[0002] 坐标镗床是一种高精度、高效率的金属加工设备,广泛应用于各种机械制造和加工行业。它的结构特点是有坐标位置的精密测量装置,可用于加工高精度孔或孔系。在坐标镗床上还可进行钻孔、扩孔、铰孔、铣削、精密刻线和精密划线等工作,也可作孔距和轮廓尺寸的精密测量。坐标镗床适于在工具车间加工钻模、镗模和量具等,也用在生产车间加工精密工件,是一种用途较广泛的高精度机床。

[0003] 刀具颤振是加工过程中一种常见的自激振动现象,通常是由于刀具与工件间的相互作用引起的。刀具颤振不仅影响加工表面的质量,还可能导致刀具的早期磨损和设备的不稳定性。因此,对刀具颤振进行有效监测和控制对于提高加工精度和延长刀具寿命至关重要。

[0004] 目前,针对坐标镗床刀具颤振的监测方法存在一些挑战。首先,由于刀具颤振的频率和振幅通常在高速加工过程中发生变化,传统的监测方法难以实时捕捉和准确识别颤振的特征。其次,不同工件和加工条件下刀具颤振的表现也各异,需要一种通用而灵活的监测方案以适应不同加工场景。

[0005] 因此,本领域的技术人员致力于提供一种高精度坐标镗床刀具颤振智能监控方法,实现对刀具颤振的灵活监测。

发明内容

[0006] 有鉴于现有技术上的缺陷,本发明所要解决的技术问题是如何提供一种能够实现对坐标镗床的刀具颤振进行灵活监测的颤振监测方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种高精度坐标镗床刀具颤振智能监控方法,包括:

[0008] 步骤1、搭建坐标镗床刀具颤振监测系统;

[0009] 步骤2、建立刀具颤振监测模型;

[0010] 步骤3、采集刀具参数,获取刀具的颤振状态。

[0011] 进一步地,所述步骤1包括:

[0012] 在所述坐标镗床上布设加速度传感器;

[0013] 将所述加速度传感器连接至通讯系统;

[0014] 对所述加速度传感器和通讯系统进行测试。

[0015] 优选地,在所述坐标镗床的电主轴和直线轴轴承座上沿空间垂直方向布设三个所述加速度传感器。

[0016] 优选地,所述通讯系统包括电连接的PLC、Anybus模块、数控系统和计算机。

- [0017] 进一步地,所述步骤2包括:
- [0018] 步骤2.1、根据刀具振动数据,建立刀具颤振监测初始模型;
- [0019] 步骤2.2、对所述初始模型进行神经网络参数优化,建立刀具颤振监测优化模型。
- [0020] 进一步地,所述步骤2.1包括:
- [0021] 将所述坐标镗床在不同切削参数下加工工件;
- [0022] 采集所述坐标镗床的第一振动信号;
- [0023] 对所述第一振动信号进行预处理;
- [0024] 测量被加工的工件表面的粗糙度;
- [0025] 划分所述坐标镗床的刀具的颤振等级;
- [0026] 基于深度学习神经网络搭建所述初始模型。
- [0027] 优选地,所述切削参数包括主轴转速、进给速度、背吃刀量。
- [0028] 优选地,所述颤振等级分为无明显振动、轻微振动、颤振。
- [0029] 进一步地,所述步骤3包括:
- [0030] 将所述坐标镗床对毛坯结构进行加工;
- [0031] 采集所述坐标镗床的第二振动信号;
- [0032] 对所述第二振动信号处理后输入所述优化模型,获取刀具的颤振状态。
- [0033] 进一步地,对所述第二振动信号处理时,设定处理长度,将完整的第二振动信号截断为特定长度的时域振动信号,对时域振动信号进行滤波,再提取时频特征参数。
- [0034] 本发明至少具有如下有益技术效果:
- [0035] 本发明提供的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,考虑坐标镗床加工过程的特殊性,有针对性地布置加速度传感器,采集主轴和直线轴振动信号,基于深度学习模型,搭建振动信号和颤振等级映射关系,能够辅助指导调节加工参数,避免工件质量受颤振影响,有效提高坐标镗床精度。本发明基于刀具颤振在实际加工过程中的影响划分刀具颤振等级,能够更好地辅助制定解决方案,提高镗床加工效率。
- [0036] 以下将结合附图对本发明的构思、具体结构及产生的技术效果作进一步说明,以充分地了解本发明的目的、特征和效果。

附图说明

- [0037] 图1是本发明实施例的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法流程示意图;
- [0038] 图2是本发明实施例的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法的加速度传感器示意图。

具体实施方式

- [0039] 以下介绍本发明的优选实施例,使其技术内容更加清楚和便于理解。本发明可以通过许多不同形式的实施例来得以体现,本发明的保护范围并非仅限于文中提到的实施例。
- [0040] 在附图中,结构相同的部件以相同数字标号表示,各处结构或功能相似的组件以相似数字标号表示。附图所示的每一组件的尺寸和厚度是任意示出的,本发明并没有限定每个组件的尺寸和厚度。为了使图示更清晰,附图中有些地方适当夸大了部件的厚度。

[0041] 本发明提供了高精度坐标镗床刀具颤振智能监控方法,考虑坐标镗床加工过程中的特殊性,有针对性地布置加速度传感器,采集坐标镗床的振动信号;基于刀具颤振对实际加工过程造成的影响划分刀具颤振等级,从而更好地确定刀具在加工过程中的颤振状态。

[0042] 本发明提供的高精度坐标镗床刀具颤振智能监控方法,主要分为三个阶段:搭建坐标镗床刀具颤振监测系统;建立刀具颤振监测模型;采集刀具参数,获取刀具的颤振状态。在系统搭建阶段,根据坐标镗床结构确定振动传感器测量方向及位置,再根据实际传感器种类和数量确定通讯方案,最后将传感器信号输入到通讯系统的终端。在监测模型建立阶段,通过调节坐标镗床的主轴转速、进给速度和背吃刀量三个参数,形成尽量多的组合,在多种参数组合下进行加工,同时测量工件表面粗糙度,据此划分颤振等级,根据振动信号和颤振情况建立颤振数据集,对刀具颤振监测模型进行训练。在监测阶段,采集实际加工过程中坐标镗床的振动数据,输入监测模型,得到颤振等级,作为坐标镗床颤振状态的判定依据。

[0043] 如图1所示,本发明的高精度坐标镗床刀具颤振智能监控方法的一个具体实施例如下。

[0044] 首先,搭建坐标镗床刀具颤振监测系统。本步骤具体包括:

[0045] 在坐标镗床上布设加速度传感器:根据高精度坐标镗床的实际结构,在其电主轴和直线轴的轴承座位置布置三个加速度传感器,分别沿着X、Y、Z三个相垂直的方向,保证在加工过程中对整个镗床动件振动情况的完全采集,保证后续刀具颤振监测的准确性。

[0046] 将加速度传感器连接至通讯系统:通讯系统包括西门子PLC、Anybus模块、数控系统和计算机;加速度传感器实时监测目标数据,并通过profinet总线协议将数据传递给PLC,避免因使用模拟信号带来的干扰与信号失真,再经由Anybus模块将通过profinet总线协议传输来的信号转换为ethercat总线协议信号,最后将转换后的信号传入数控系统。

[0047] 对加速度传感器和通讯系统进行测试:将加速度传感器安装到高精度坐标镗床轴承座之后,再将加速度传感器接线至通讯系统,从数控系统端接收加速度传感器实时信号;连接完成之后进行简单件的加工,采集一段时间内各处加速度传感器信号,修改信号采集频率,对其数据采集功能进行测试。

[0048] 然后,建立刀具颤振监测模型。本实施例建立的监测模型包括刀具颤振监测初始模型和刀具颤振监测优化模型,具体过程如下:

[0049] 将坐标镗床在不同切削参数下加工:为对刀具颤振监测初始模型进行训练,需要尽可能复现刀具颤振各等级所对应的机床振动信号和工件表面粗糙度状态;考虑符合实际加工过程同时也能满足刀具需求的切削参数,本实施例的切削参数如下:主轴转速900-1260rpm,进给速度360-2000mm/min,背吃刀量0.5-2.0mm。

[0050] 采集坐标镗床的第一振动信号:基于加速度传感器分布和通讯系统,在不同的主轴转速、进给速度和背吃刀量组合下,实现不同的刀具颤振程度,进而通过加速度传感器采集数据,搭建第一振动信号数据集;将所有加速度传感器在加工时间内的振动信号输入到采集终端计算机后,输出成CSV文件。

[0051] 对第一振动信号进行预处理:对每个加速度传感器在一段时间内的振动信号进行截断,获取各段加工信号的同时对其进行滤波降噪,最后提取该段信号的时频特征。将较长的信号总结为较少的特征参数,能够有效减少刀具颤振监测模型的复杂度,提高计算效率、

缩短计算时长。

[0052] 测量被加工的工件表面的粗糙度:利用表面粗糙度仪,在工件表面测量3-5个测点的表面粗糙度后取平均值,作为该工件在特定加工条件下的表面粗糙度值。

[0053] 划分坐标镗床的刀具的颤振等级:基于实际加工需求设定刀具无明显颤振和轻微颤振判定的表面粗糙度阈值 Ra_1 ,当实际的 $Ra > Ra_1$ 时判定刀具轻微振动,否则刀具无明显振动;测量振纹出现的最小表面粗糙度 Ra_2 ,当实际的 $Ra > Ra_2$ 时,刀具发生颤振,否则刀具轻微振动。

[0054] 基于深度学习神经网络搭建初始模型:基于深度学习神经网络搭建刀具颤振监测初始模型,初始模型各节点参数均为初始值,可基于实际的数据集继续训练。

[0055] 建立刀具颤振监测优化模型:设定神经网络对应的损失函数定义以及优化器,随机运行神经网络优化算法,利用优化器输入数据集,对神经网络进行训练进而优化各节点参数;在多次优化后,损失函数将收敛,据此判断刀具颤振监测初始模型是否训练完成;当损失函数收敛时,判断刀具颤振监测初始模型已得到优化,否则继续循环优化神经网络参数。

[0056] 最后,采集刀具参数,获取刀具的颤振状态。本步骤具体如下:

[0057] 将坐标镗床对毛坯结构进行加工:按照实际毛坯结构以及最终所需工件结构设计所需的加工工艺,以及各工艺对应的加工参数,包括主轴转速、进给速度和背吃刀量等;确定了实际加工工艺参数后,即可进行工件加工。

[0058] 采集坐标镗床的第二振动信号:加工过程中,镗床电主轴和直线轴在X、Y、Z三个方向的第二振动信号被采集并储存到CSV文件中,后续数据处理过程中从该CSV文件导入振动信号。

[0059] 对第二振动信号处理后输入优化模型,获取刀具的颤振状态:针对已经采集到的第二振动信号,设定处理长度,将完整振动信号截断成为特定长度的时域振动信号,进而对该段时域振动信号进行滤波并提取时频特征参数,后续将该特征参数输入刀具颤振监测优化模型后,基于测试阶段训练结果,该优化模型能输出刀具颤振程度和工件表面粗糙度预测值,用于辅助工程师判断,确定是否需要修改切削参数或停机维护,以对加工过程进行修正。

[0060] 本发明的高精密坐标镗床刀具颤振智能监控方法,使用加速度传感器进行振动信号采集,加速度传感器如图2所示,其具有传感器本体2和加速度信号传输口1,传感器本体2固定在躺床的主轴或直线轴上,加速度信号传输口1接电缆,振动信号经加速度信号传输口1输出。

[0061] 以上详细描述了本发明的较佳具体实施例。应当理解,本领域的普通技术人员无需创造性劳动就可以根据本发明的构思作出诸多修改和变化。因此,凡本技术领域中技术人员依本发明的构思在现有技术的基础上通过逻辑分析、推理或者有限的实验可以得到的技术方案,皆应在由权利要求书所确定的保护范围内。

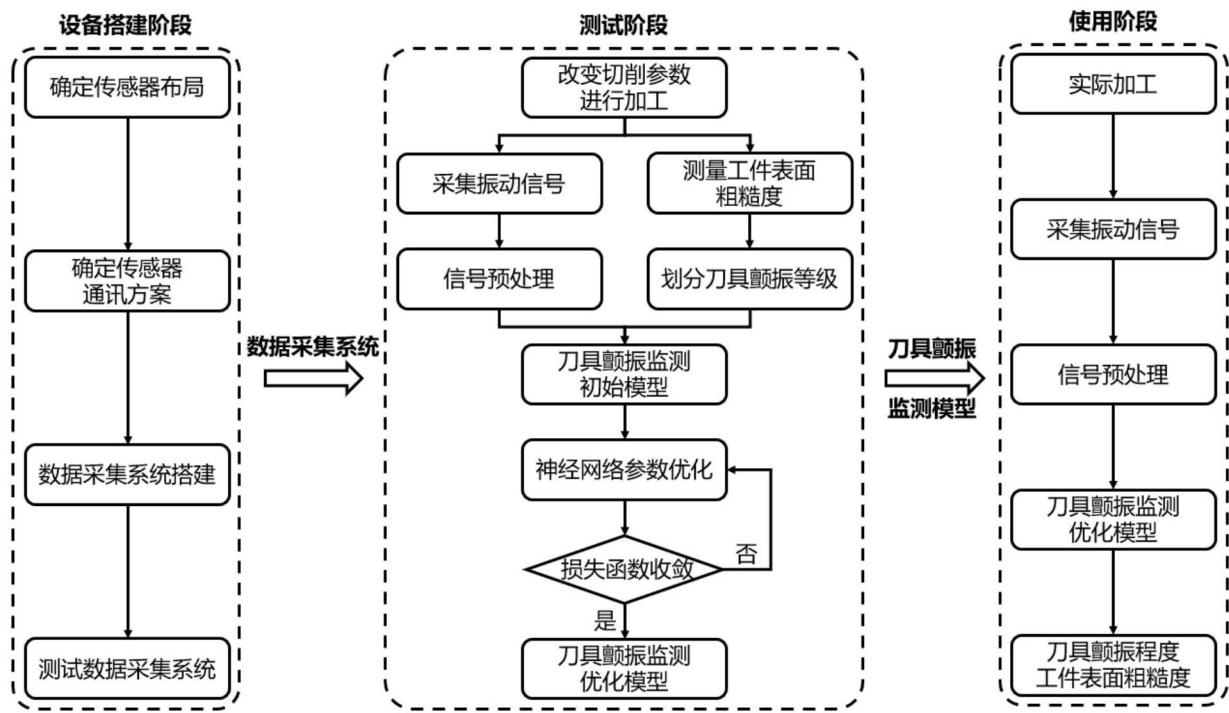


图1

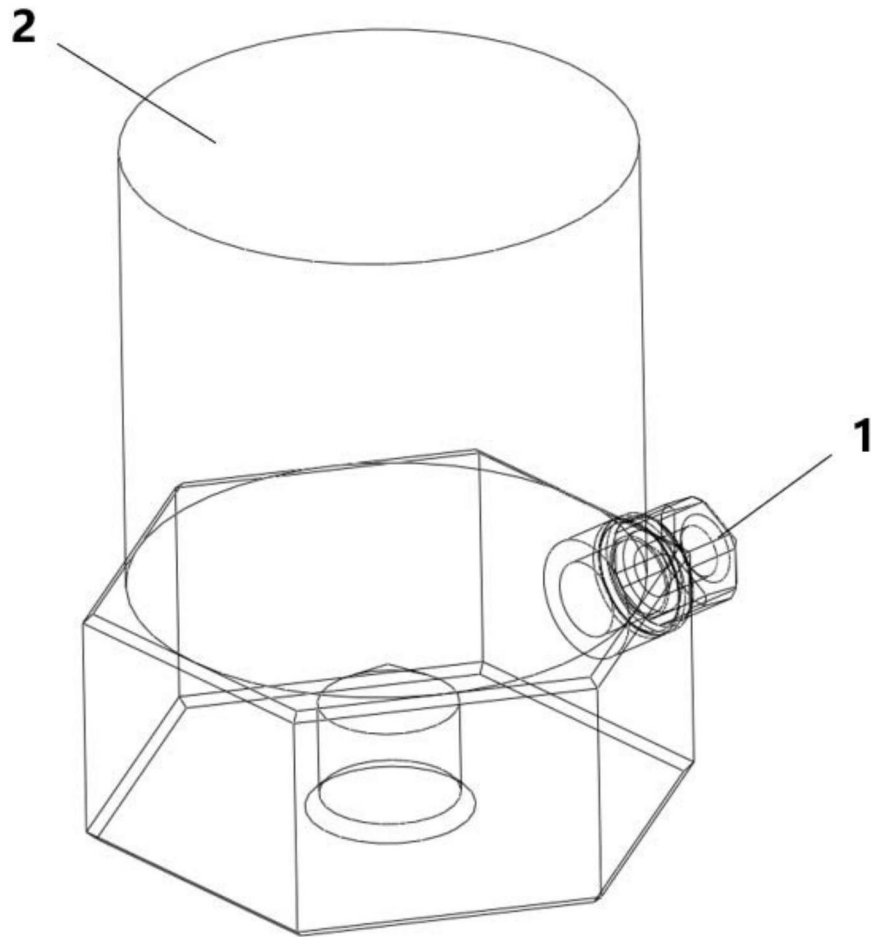


图2