



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108426665 A

(43)申请公布日 2018.08.21

(21)申请号 201810462724.6

(22)申请日 2018.05.15

(71)申请人 中国工程物理研究院激光聚变研究
中心

地址 621000 四川省绵阳市绵山路64号

(72)发明人 周炼 韦前才 袁志刚 赵世杰
李洁 陈贤华 谢瑞清 张清华
王健 刘民才 许乔

(74)专利代理机构 成都希盛知识产权代理有限
公司 51226

代理人 蒲敏

(51)Int.Cl.

G01L 5/00(2006.01)

G01B 7/02(2006.01)

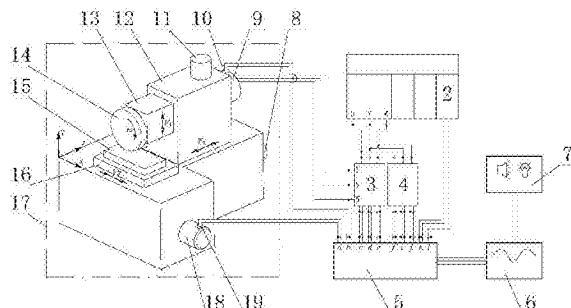
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线
监测与报警装置

(57)摘要

本发明提供一种基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置，包括电流传感器、电压传感器、数据采集转换系统、工业PC机、声光报警器、主轴转速传感器、进给速度传感器和网络传输系统。本发明通过对数控系统运行参数的读取，获得光学元件的磨削加工工艺参数，通过对光学元件磨削加工过程中，机床主轴伺服电流、电压的测量，获得主轴的有功功率，结合对主轴转速的测量，得到磨削过程中砂轮受到的磨削阻力矩，从而间接反映在当前磨削工艺条件下砂轮的磨损状态。当磨削阻力矩大于该工艺条件下设定的报警阈值时，发出声光报警，提醒操作人员及时更换或修整砂轮。



1. 基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置，其特征在于：包括电流传感器(3)、电压传感器(4)、数据采集转换系统(5)、工业PC机(6)、声光报警器(7)、主轴转速传感器(10)、进给速度传感器(19)和网络传输系统；其中，

所述电流传感器(3)，用于测量磨削机床的主轴伺服电机(9)运转过程中的输入电流，并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统(5)；

所述电压传感器(4)，用于测量磨削机床的主轴伺服电机(9)运转过程中的输入电压，并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统(5)；

所述主轴转速传感器(10)，用于测量光学元件(15)加工过程中的主轴(13)的转速，并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统(5)；

所述进给速度传感器(19)，用于测量光学元件(15)加工过程中的X轴伺服电机(18)的旋转速度，并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统(5)，经数据采集转换系统(5)转换为工作台(16)的实际进给速度；

所述数据采集转换系统(5)，对所测得的数据进行存储，并转换为数字信号传输至工业PC机(6)；

所述工业PC机(6)，接收上述信号后，通过公式1计算得到砂轮磨削元件过程中的阻力矩M_g；

$$M_g = \frac{P_g}{\omega} = \frac{P_E - P_f}{\omega} \approx 30 \frac{U_u I_u \cos \varphi + U_v I_v \cos \varphi + U_w I_w \cos \varphi}{\pi n} \quad (1)$$

式1中：

M_g为磨削阻力矩；

P_g为磨削元件时的功率；

P_E为输入主轴的电功率；

U_u、U_v、U_w为测量得到的输入主轴的三相相电压；

I_u、I_v、I_w为测量得到的输入主轴的三相相电流；

$\varphi=60^\circ$ ，为相位角；

ω 、n为测量得到的主轴转速；

P_f为主轴运转的损耗功率；

所述工业PC机(6)将磨削阻力矩M_g与预设在工业PC机(6)内的信息数据库里的对应工艺条件下的磨削阻力矩对比，当砂轮的磨损状态超过数据库里设定的阈值时，工业PC机(6)输出报警信号，并传输至声光报警器(7)；

所述声光报警器(7)，发出报警信息，提醒更换或修整砂轮。

2. 如权利要求1所述的基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置，其特征在于：所述P_f相对于磨削加工功率比较小，可以忽略不计。

3. 如权利要求1所述的基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置，其特征在于：所述预设在工业PC机(6)内的信息数据库中包含不同磨削深度、不同光栅步距、不同主轴转速和进给速度的工艺条件下，对应砂轮不同磨损状态时主轴的磨削阻力矩。

4. 如权利要求1所述的基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置，其特征在于：所述工业PC机(6)读取机床数控执行模块(2)的数据，获得实际磨削加工过程中的磨削深度和光栅步距。

基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置

技术领域

[0001] 本发明涉及光学超精密加工的智能监测与控制领域,特别涉及一种磨削砂轮磨损状态的在线监测识别与报警装置。

背景技术

[0002] 砂轮作为超精密磨削加工的刀具,其磨损状态对元件的加工质量有重要影响,尤其是在脆硬光学材料的超精密磨削加工方面。脆硬光学材料超精密磨削的金刚石砂轮的磨损形式主要表现为磨粒磨耗磨损,砂轮磨损后,材料的微观去除机理发生变化,同时也导致磨削力的增加,这直接影响了光学元件的加工精度与亚表面缺陷质量。为批量获得质量稳定的光学元件,需要对磨削过程中的砂轮磨损状态进行实时监测,当磨损超过预设阈值后,需要及时对砂轮进行更换或修整,恢复其加工性能。

[0003] CN106826565A公布了一种利用磨削力监控砂轮磨损与磨削烧伤的方法,该方法通过实时采集磨削力信号的离散时间序列,并通过时域频域分析,获得磨削力信号的峭度、波形指标、峰值指标、脉冲指标等重要特征参数,识别砂轮的不同磨损程度,并控制磨削烧伤。对于大口径光学元件的超精密加工过程砂轮磨损的在线监测,需要使用大尺寸、高精度的多通道测力仪器,成本较高,在批量化制造领域中推广应用存在一定的局限性。

[0004] CN105215852A公开了一种砂轮磨损及G比率的测量装置与方法,利用声发射信号在线监测系统,检测砂轮的磨损状态,并且当磨损状态信号超过计算机预设定阈值时,发出报警信号。该装置利用声发射信号,定性地获取砂轮的磨损状态,由于在磨削过程中环境干扰信号的存在,使得测量结果的精确度不足,在微量切削的超精密光学加工领域难以进行推广。

[0005] CN104476398A公开了一种数控卧轴平面磨床砂轮磨损动态补偿方法,通过测量主轴(磨头)电机用于磨削的有功功率,间接计算出砂轮的磨损量,实现数控卧轴平面磨床砂轮磨损动态补偿。该发明针对的是砂轮径向几何尺寸磨损的间接测量,磨床主轴有功功率受加工参数等的影响,在使用之前需要用户按实际情况输入砂轮磨损系数k。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是提供一种基于主轴磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置,可提高大口径脆硬光学元件超精密磨削加工质量及其稳定性。

[0007] 本发明解决技术问题所采用的技术方案是:基于磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置,包括电流传感器、电压传感器、数据采集转换系统、工业PC机、声光报警器、主轴转速传感器、进给速度传感器和网络传输系统;其中,

[0008] 所述电流传感器,用于测量磨削机床的主轴伺服电机运转过程中的输入电流,并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统;

[0009] 所述电压传感器,用于测量磨削机床的主轴伺服电机运转过程中的输入电压,并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统;

[0010] 所述主轴转速传感器,用于测量光学元件加工过程中的主轴的转速,并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统;

[0011] 所述进给速度传感器,用于测量光学元件加工过程中的X轴伺服电机的旋转速度,并将测得的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统,经数据采集转换系统转换为工作台的实际进给速度;

[0012] 所述数据采集转换系统,对所测得的数据进行存储,并转换为数字信号传输至工业PC机;

[0013] 所述工业PC机,接收上述信号后,通过公式1计算得到砂轮磨削元件过程中的阻力矩M_g;

[0014]

$$M_g = \frac{P_g}{\omega} = \frac{P_E - P_f}{\omega} \approx 30 \frac{U_x I_y \cos \varphi + U_y I_x \cos \varphi + U_z I_z \cos \varphi}{\pi n} \quad (1)$$

[0015] 所述工业PC机将磨削阻力矩M_g与预设在工业PC机内的信息数据库里的对应工艺条件下的磨削阻力矩对比,当砂轮的磨损状态超过数据库里设定的阈值时,工业PC机输出报警信号,并传输至声光报警器;

[0016] 所述声光报警器,发出报警信息,提醒更换或修整砂轮。

[0017] 进一步的,所述P_f相对于磨削加工功率比较小,可以忽略不计。

[0018] 进一步的,所述预设在工业PC机内的信息数据库中包含不同磨削深度、不同光栅步距、不同主轴转速和进给速度的工艺条件下,对应砂轮不同磨损状态时主轴的磨削阻力矩。

[0019] 进一步的,所述工业PC机读取机床数控执行模块的数据,获得实际磨削加工过程中的磨削深度和光栅步距。

[0020] 本发明的有益效果是:通过对数控系统运行参数的读取,获得光学元件的磨削加工工艺参数,通过对光学元件磨削加工过程中,机床主轴伺服电流、电压的测量,获得主轴的有功功率,结合对主轴转速的测量,得到磨削过程中砂轮受到的磨削阻力矩,从而间接反映在当前磨削工艺条件下砂轮的磨损状态。当磨削阻力矩大于该工艺条件下设定的报警阈值时,此时砂轮已经磨损而不能继续用于元件的磨削加工,该装置将发出声光报警,提醒操作人员及时更换或修整砂轮。本发明可以在线实时反映砂轮的磨损状态与加工性能,不受元件几何尺寸的影响,同时也可对元件与砂轮之间的接触状态进行监测,具有抗干扰能力强、辨识准确率高、便于实现等优点,为操作人员的磨削加工提供工艺指导。

附图说明

[0021] 图1是本发明装置工作示意图。

[0022] 图2是实施例中电流传感器测量得到的输入电流示意图。

[0023] 图3是实施例中电压传感器测量得到的输入电压示意图。

[0024] 图4是实施例中主轴转速传感器测量得到的主轴旋转速度示意图。

[0025] 图5是实施例中进给速度传感器测量得到的进给速度示意图。

具体实施方式

[0026] 本发明装置与大口径光学元件超精密磨削机床集成在一起,实现超硬磨料金刚石砂轮磨损状态的在线监测与报警,如图1所示,大口径光学元件超精密磨床17包括Z轴伺服电机8、主轴伺服电机9、Y轴伺服电机11、机床立柱12、主轴13、砂轮14、工作台16和X轴伺服电机18。本发明的基于主轴磨削阻力矩实时测量的砂轮磨损在线监测与报警装置包括电流传感器4、电压传感器4、进给速度传感器19、主轴转速传感器10、数据采集转换系统5、工业PC机6、声光报警器7和网络传输系统。

[0027] 其中,所述电流传感器3,用于测量磨削机床的主轴伺服电机9运转过程中的输入电流,并将测量得到的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统5。

[0028] 所述电压传感器4,用于测量磨削机床的主轴伺服电机9运转过程中的输入电压,并将测量得到的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统5。

[0029] 所述主轴转速传感器10,用于测量光学元件15加工过程中的主轴13的转速,并将测量得到的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统5。

[0030] 所述进给速度传感器19,用于测量光学元件15加工过程中的X轴伺服电机18的旋转速度,并将测量得到的模拟信号通过网络传输系统传递至数据采集转换系统5,经数据采集转换系统5转换为工作台16的实际进给速度;

[0031] 所述数据采集转换系统5,对上述传感器所测得的数据进行存储,并转换为数字信号传输至工业PC机6。

[0032] 所述工业PC机6,接收上述电流、电压、转速数据和进给速度信号后,通过公式1计算得到砂轮磨削元件过程中的阻力矩M_g。

[0033]

$$M_g = \frac{P_g}{\omega} = \frac{P_E - P_f}{\omega} \approx 30 \frac{U_u I_u \cos \varphi + U_v I_v \cos \varphi + U_w I_w \cos \varphi}{\pi n} \quad (1)$$

[0034] 式1中:

[0035] M_g为磨削阻力矩;

[0036] P_g为磨削元件时的功率;

[0037] P_E为输入主轴的电功率;

[0038] U_U、U_V、U_W为测量得到的输入主轴的三相相电压;

[0039] I_U、I_V、I_W为测量得到的输入主轴的三相相电流;

[0040] φ=60°,为相位角;

[0041] ω、n为测量得到的主轴转速;

[0042] P_f为主轴运转的损耗功率,相对于磨削加工功率来说,比较小,可以忽略不计。

[0043] 上述公式中无进给速度,测量进给速度的目的是为了判断在该进给速度的加工工艺下,砂轮受到的磨削阻力矩M_g是否大于设定的阈值,以此判断砂轮是否磨损。

[0044] 所述工业PC机6通过读取机床数控执行模块2的数据,获得实际磨削加工过程中的磨削深度和光栅步距,并调用预设在工业PC机6内的信息数据库(该数据库中包含了不同磨削深度、不同光栅步距、不同主轴转速和进给速度的工艺条件下,对应砂轮不同磨损状态时主轴的磨削阻力矩),将当前实际砂轮的磨削阻力矩M_g与信息数据库里的对应工艺条件下的磨削阻力矩对比,确定当前砂轮的磨损状态。当砂轮的磨损状态超过数据库里设定的阈值时,则认为砂轮已经钝化,工业PC机6输出报警信号,并传输至声光报警器7,发出报警信

息,提醒操作人员更换或修整砂轮。

[0045] 实施例:

[0046] 本实施例利用1800#树脂结合剂金刚石砂轮磨削熔石英光学元件,加工过程中工艺设定参数为:主轴转速为1432r/min,进给速度为5000mm/min,每刀磨削深度为 $8\mu\text{m}$,光栅步距为8mm,并采用本发明装置实时监测砂轮磨损状态。

[0047] 本发明基于现有的光学超精密磨削机床,如图1所示。

[0048] 电流传感器3采用霍尔式三相交流电流变送传感器,将测量得到的输入主轴伺服电机9的三相交流电流,输出为DC 4~20mA的模拟电流,如图2所示,测量过程中对原始设备电路无影响。

[0049] 电压传感器4将测量得到的输入主轴伺服电机9的三相交流电压,输出为DC 4~20mA的模拟电流,如图3所示。

[0050] 主轴转速传感器10采用光点码盘式转速传感器,将测量得到的主轴13旋转的实际速度,输出为DC 4~20mA的模拟电流,如图4所示。

[0051] 进给速度传感器19采用光点码盘式转速传感器,将测量得到的X轴伺服电机18实际旋转速度,输出为DC 4~20mA的模拟电流,并经数据采集转换系统5转换为工作台16的实际进给速度,如图5所示。

[0052] 将上述采集得到的输入电流、输入电压、主轴旋转速度、加工进给速度模拟信号传输至数据采集转换系统5,转换为数字信号后再传输至工业PC机6,工业PC机6根据输入的数据,按照公式1计算得到实时磨削阻力矩 M_g 。工业PC机6通过读取数控执行模块2中的数据,自动获得当前加工状态下每刀磨削深度和光栅步距,并与预存于工业PC机内部的砂轮磨损信息数据库对比,判断实时磨削阻力矩是否超过当前工艺条件下设定的阈值,以此判断砂轮是否钝化。若磨削阻力矩超过设定阈值,输出声光报警信号,提醒操作人员更换或修整砂轮,保证光学元件15的磨削安全。

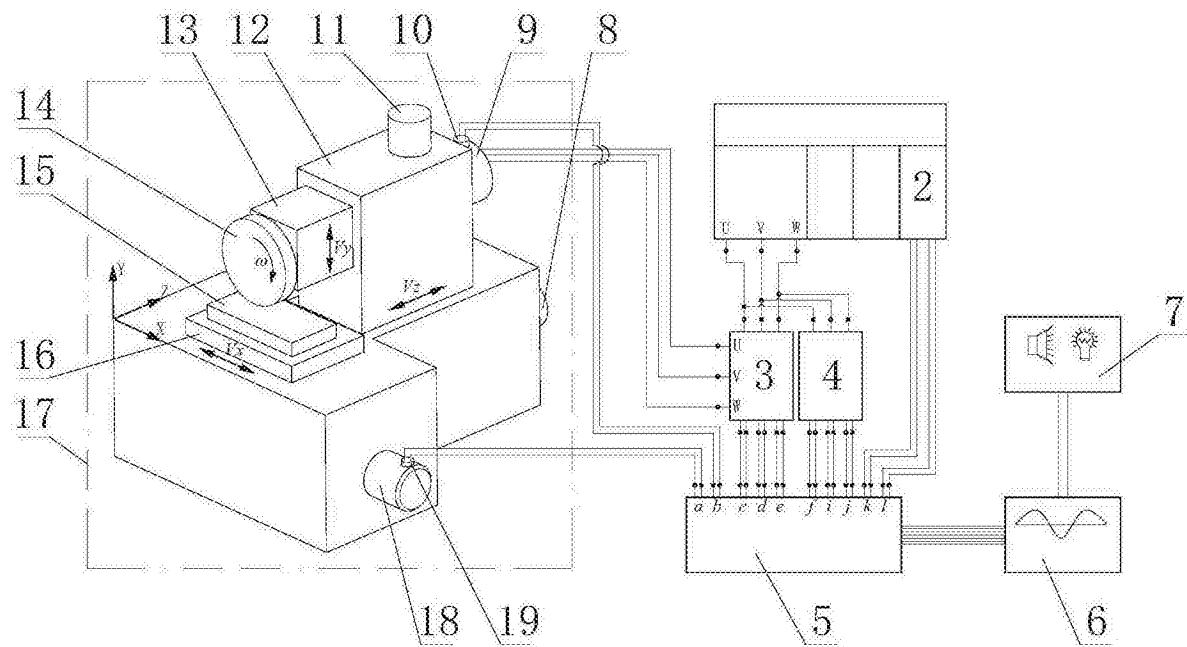


图1

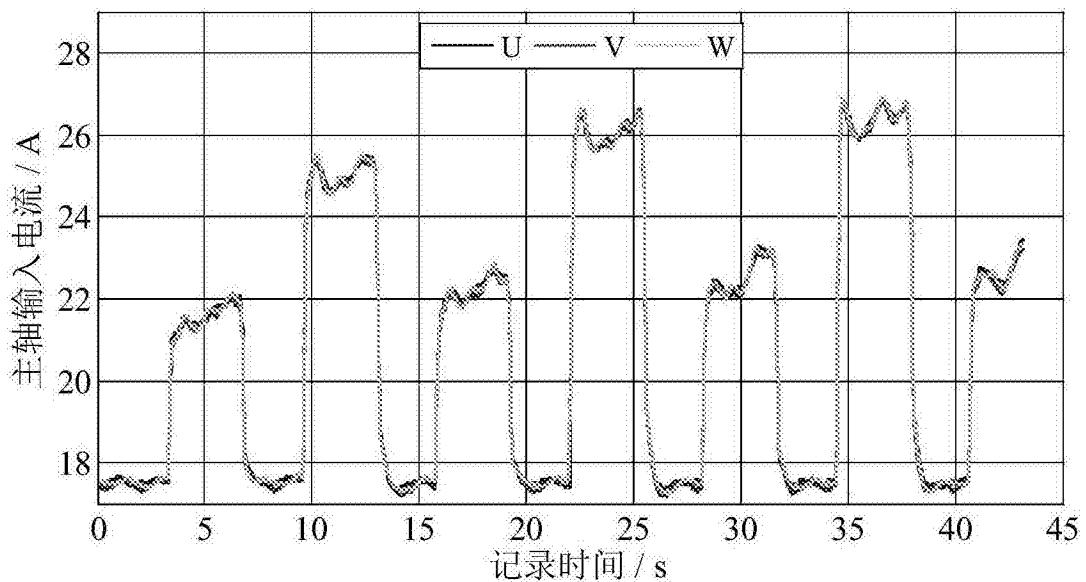


图2

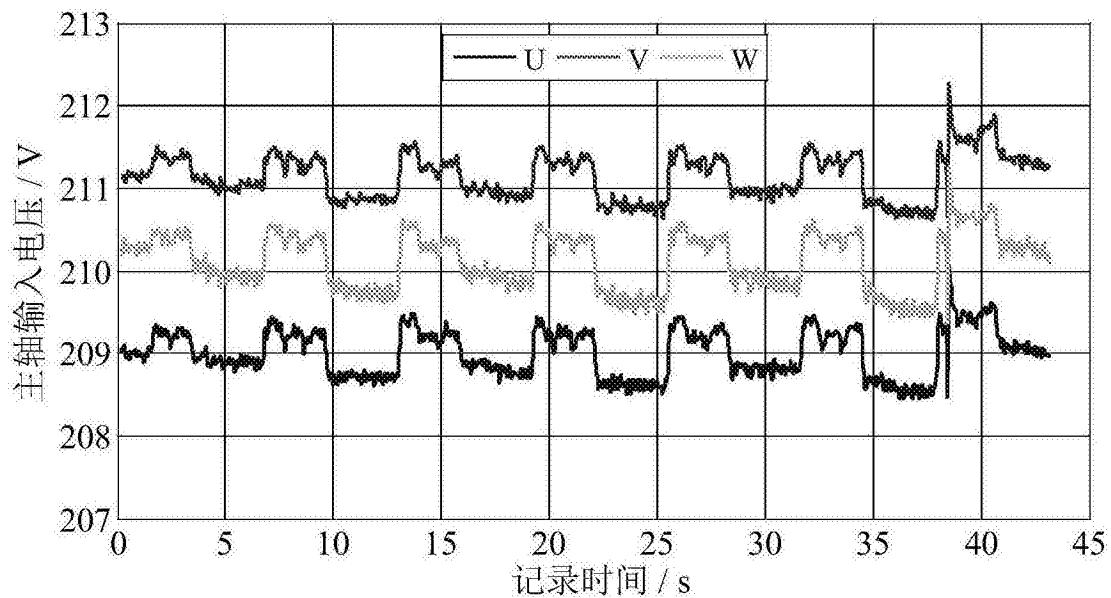


图3

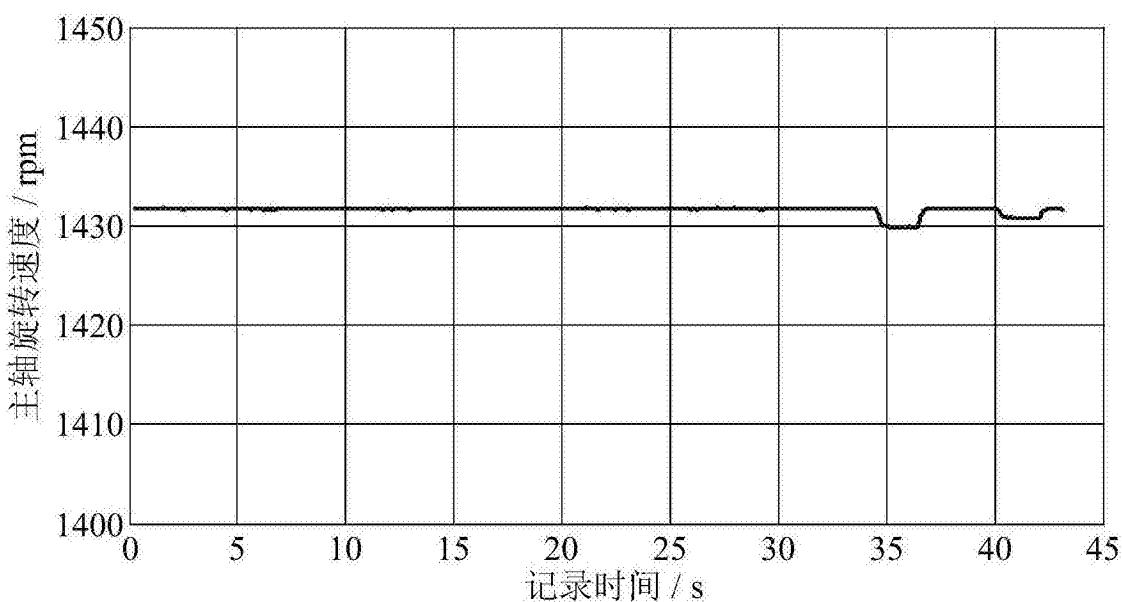


图4

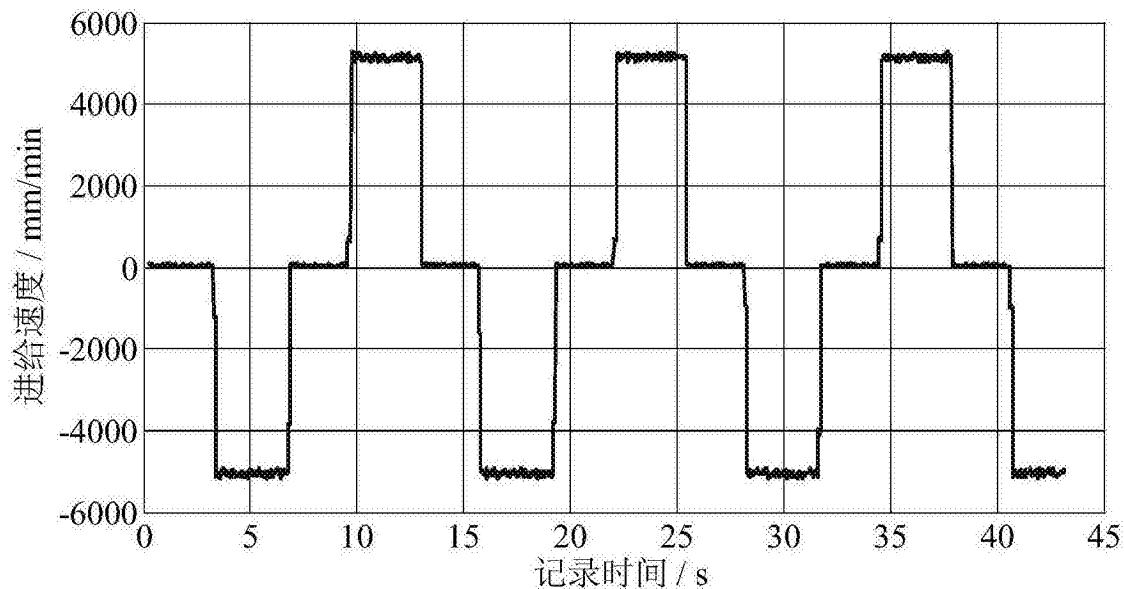


图5