

[研究·设计]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.01.010

基于 LabVIEW 的磨球机振动信号分析系统

安 平, 赵文宏, 谢良江, 陈 泽

(浙江工业大学 机械工程学院, 浙江 杭州 310014)

摘 要:轴承球的精度在轴承中起着至关重要的作用,为了得到高精度的轴承球,需要实时监测磨球机的加工状态,而振动信号是反映轴承球研磨状态的重要参数。文中介绍基于 LabVIEW 平台磨球机振动信号采集、分析处理系统。该数据采集分析系统是由 LabVIEW、加速度传感器和数据采集卡组成,该系统能够采集并分析磨球机研磨轴承球时产生的振动信号,从而实现对轴承球的加工精度的实时监测。

关 键 词:轴承球; 振动; 数据采集; LabVIEW 软件

中图分类号:TH133.33;TP274

文献标志码:A

文章编号:1005-2895(2014)01-0042-03

Analysis System for Vibration Signal of Ball Rubbing Machine Based on the LabVIEW Software

AN Ping, ZHAO Wenhong, XIE Liangjiang, CHEN Ze

(College of Mechanical Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: The accuracy of bearing ball plays a very important role in the bearing. In order to get bearing ball with high precision, we need real-time monitoring process status of ball rubbing machine, and vibration signal is an important parameter which can reflect the status of bearing ball. The system of vibration signal collecting, analysis and processing of ball rubbing machine was introduced based on LabVIEW. This system is composed of LabVIEW software, acceleration transducer and data acquisition card, which is able to collect and analyze vibration signals when ball rubbing machine grinding bearing ball, whereby the real-time monitoring machining accuracy of the bearing ball can be achieved.

Key words: bearing ball; vibration; data acquisition; LabVIEW

轴承在各个行业的应用非常广泛,在汽车行业、航天制造业、钟表业、精密仪器加工业等可靠性要求高的行业,一般会要求轴承的质量达到“零缺陷”^[1]。特别在高速度、高载荷以及安全系数要求较高的场合,对轴承的质量要求更加苛刻。而轴承球是轴承的主要组成部分之一,为了得到高精度的轴承球,需要实时监测轴承球在加工时的状态。

振动信号作为磨球机在研磨球时所产生的一种重要参数,可以作为分析轴承球在加工时状态的重要依据。随着计算机技术的发展,越来越多的人通过 LabVIEW 软件来对机械振动进行采集和分析。LabVIEW 是美国国家仪器公司推出的一种图形化编程语言,作为数据采集和仪器控制的软件,被广泛应用

于工业界、学术界和研究性实验室^[2]。LabVIEW 有丰富的函数、工具包、软件包、数值分析、信号处理、设备驱动等功能,还有应用于专业领域的专业模块^[3]。它解决了文本语言存在的编程难、调试过程繁琐、开发周期长、对编程人员要求高等问题。它在研究、开发、生产和测试工作中得到了广泛应用。

文章介绍的磨球机振动信号的采集与分析系统是利用计算机与 LabVIEW 技术,借助加速度传感器和数据采集卡等基本硬件,实现对振动信号的实时监测与分析处理。

1 系统的整体组成

整个检测和分析系统有硬件和软件两部分构成,它的主要工作流程是加速度传感器从机器的上磨盘采

收稿日期:2013-06-14;修回日期:2013-07-26

作者简介:安平(1988),男,山东济宁人,硕士研究生,主要研究方向为超精密加工技术及装备。E-mail: 569733431@qq.com

集信号传送到数据采集卡,数据采集卡采集到的数据直接传送到计算机,通过计算机上 LabVIEW 软件的分析、计算和处理,在 LabVIEW 前面板上呈现出信号^[4]。系统方案流程图如图 1 所示。

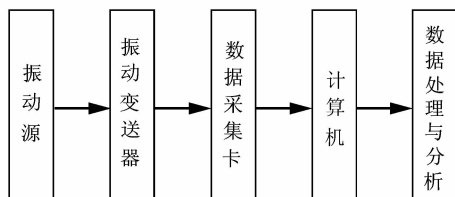


图 1 系统方案流程图

Figure 1 System flow chart

2 系统硬件组成

系统的硬件主要由加速度传感器、数据采集卡和计算机组成。

加速度传感器:系统采用的是 DB-ZD-Y 型压电式一体化振动变送器。DB-ZD-Y 型压电式一体化振动变送器是将压电加速度传感器、低噪声电荷放大器、精密测量电路集成在一起的振动测量系统。其结构中没有可移动部件,不会退化和磨损。具有比磁电式速度传感器响应频率范围大、机械运动部件不易损坏、传感器质量小、动态特性优良、可长期可靠工作等优点^[5]。采用压电式一体化振动变送器可以将传感器与变送器合二为一,这样系统中就可以不用再添加信号调理电路,使加速度传感器直接输出标准 4 ~ 20 mA 电流信号,直接传送到数据采集卡。

数据采集卡是用来将传感器产生的信号传输到计算机里的装置。系统采用的是美国国家虚拟仪器公司的 NI-USB-6501 数据采集卡。NI-USB-6501 是一款便携式数字 I/O 设备,具有全速 USB(12 Mbit/s)的总线接口、24 个数字 I/O 线,1 个 32 位计数器及内置可拆卸连接器,更容易的连接螺丝端子、过压保护,8.5 mA 电流驱动器等。

3 系统软件的功能

系统的主要的目的是对振动信号进行采集和分析,根据图像化编程的模块化和结构化的思想,把整个程序分成多个模块以方便更改与编写。主要的功能模块有信号发生及滤波、时域分析、频域分析、时频分析及历史数据查询。该程序的整个功能如图 2 所示。

3.1 信号发生与滤波

信号发生与滤波模块的主要功能是采集振动信号和仿真各种虚拟振动信号,并通过虚拟滤波器对信号进行滤波。信号采集部分设置了采集通道的选择、采

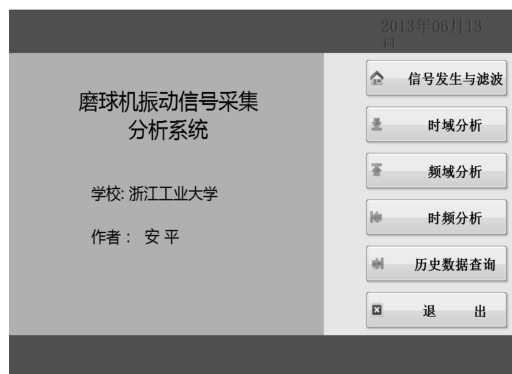


图 2 系统的主界面

Figure 2 Main interface of the system

样率、采样点数等各种参数的选择,方便用户对各种信号进行采集和仿真。信号的滤波就是为了消除振动中产生的各种干扰信号,可以通过使用程序 Filters 中提供的 Lowpass, Highpass, Butterpass 与 Butterstop 滤波器来实现对振动信号的滤波^[6]。功能界面如图 3 所示。

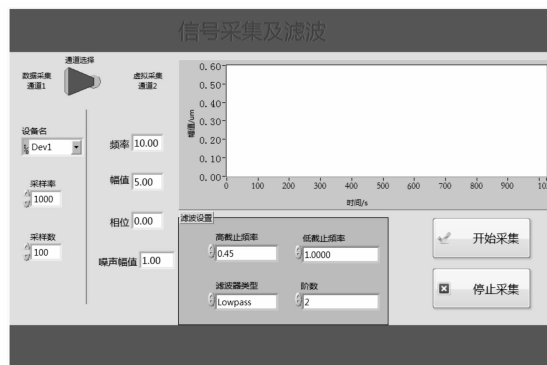


图 3 信号采集与滤波界面

Figure 3 Interface of the data acquisition and filtration

3.2 信号分析

信号分析处理主要分为 3 个部分:时域分析、频域分析和时频分析。根据程序模块化编程的思想,把 3 个分析模块分别做成 3 个子程序,这就实现了每个模块功能的单独开发。

1) 时域分析。可以对信号的统计特性、波形、幅值及相关的进行分析,时域分析具有直观、明确等特点,可以清晰地观察到磨球机在加工球的过程中机器运转的状态^[7]。

2) 频域分析。将信号通过傅里叶变换,把它的时域描述转换成频域描述。该系统主要采用了功率谱和 FFT 分析,通过对振动信号进行频谱分析可求得各个频率成分和频率分布范围。

3) 时频分析。提供了时间域与频率域的联合分布信息,清楚地描述了信号频率随时间变化的关

系^[8]。利用时频分布来分析信号,能给出各个时刻的瞬时频率及其幅值,并且能够进行滤波和时变信号研究。该系统通过窗口傅立叶变换来对信号进行时频研究。

4 振动测试及分析

文中将系统应用于磨球机的振动信号的检测和分析,并针对振动信号的特点来判别精密球的加工状态^[9]。该系统在磨球机上进行试验,采集了试验参数:磨盘转速为 25 r/min,振动信号设定采样率为 2 000 Hz,采样点数为 1 024。振动信号的原始数据如图 4 所示,相应的时域与频域分析如图 5 与图 6 所示,相应的时频分析如图 7 所示。

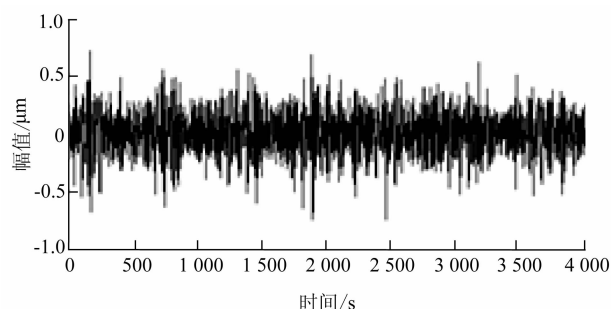


图 4 振动原始数据图

Figure 4 Vibration raw data chart

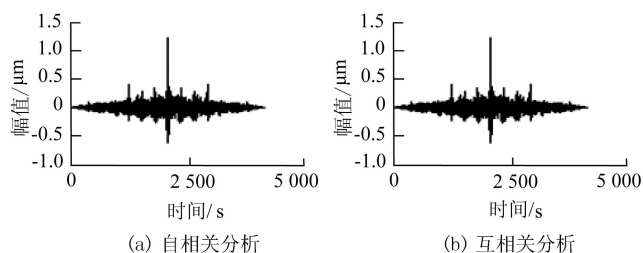


图 5 时域相关分析

Figure 5 Time-domain correlation analysis

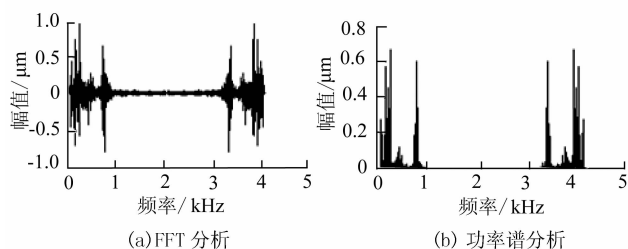


图 6 频域分析图

Figure 6 Frequency domain analysis chart

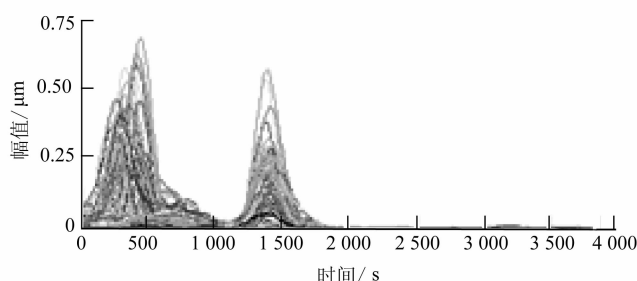


图 7 时频分析图

Figure 7 Time-frequency analysis chart

5 结语

该系统的主要特点是通过简单的硬件搭建和 LabVIEW 编程,实现实时的监测与分析磨球机的振动信号。系统使用方便、操作简单,功能都以模块化的形式出现,为以后软件功能的改进提供了便利。随着虚拟仪器的开发以及分析软件的完善,可以更好地发现磨球机在加工过程中出现的问题,实时地监测磨球机在磨球过程中的各种参数^[10],为加工出高精度的轴承球打下了基础。

参考文献:

- [1] 王振华. 如何看待中国滚动轴承行业的现状及发展方向[J]. 轴承, 2004(3): 37-40.
- [2] REYTRAVIS J, KRING J. LabVIEW for everyone: graphical programming made easy and fun[M]. 3rd ed. Prentice Hall, 2005.
- [3] BISHOP R H. LabVIEW8 实用教程[M]. 乔瑞萍, 林欣, 译. 北京: 电子工业出版社, 2008: 1-7.
- [4] 侯国屏, 王坤. LabVIEW7.1 编程与虚拟仪器设计[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.
- [5] 徐科军. 传感器与检测技术[M]. 北京: 电子工业出版社, 2008.
- [6] 卢伯英. 数字信号处理[M]. 北京: 中国铁道出版社, 2005.
- [7] 程志明. 信号采集系统的设计与实现[D]. 北京: 北京工业大学, 2001.
- [8] 王剑. 基于 LabVIEW 的数据采集及分析系统的开发[D]. 哈尔滨: 哈尔滨理工大学, 2004.
- [9] 夏其表. 精密球体研磨加工的在线监测与优化控制[D]. 杭州: 浙江工业大学, 2008.
- [10] 赵文宏, 楼一兵, 赵蓉, 等. 精密球体研磨机压力控制系统设计[J]. 机电工程, 2011, 28(1): 111-114.