

基于 LabVIEW 的滑动轴承故障声发射检测系统研究

靳倩, 李录平, 黄琪, 饶洪德

(长沙理工大学能源与动力工程学院, 湖南长沙 410076)

摘要: LabVIEW 采用图形化编程语言进行模块化设计, 它所构建的虚拟检测系统具有程序易于拓展、功能易于升级的优点。针对已有的声发射检测仪不能专门针对滑动轴承故障的声发射信号特征参数做出检测的缺点, 以 LabVIEW 为软件平台, 开发了滑动轴承故障声发射检测系统, 并验证了该系统的有效性。

关键词: LabVIEW; 滑动轴承; 声发射; 数据采集; 信号处理

中图分类号: TP273 文献标识码: A 文章编号: 1002-1841(2008)11-0039-03

Research on AE Test System for Failure of Sliding Bearings Based on LabVIEW

JIN Qian, LI Lu-ping, HUANG Qi, RAO Hong-de

(Institute of Energy and Power Engineering, Changsha University of Science and Technology, Changsha 410076, China)

Abstract: LabVIEW uses the graphical modular programming language to design the modularized program. The virtual test system constructed by LabVIEW has the strong point of the facility to extend the program and to upgrade the function. Aiming at the defect that the existing AE test instrument cannot specially detect the AE signal parameters for the failure of the sliding bearings, taking LabVIEW as the software platform, the AE test system for the failure of the sliding bearings was developed and the efficiency of the system is proved.

Key words: LabVIEW; sliding bearings; acoustic emission; data acquisition; signal processing

0 引言

滑动轴承是汽轮发电机组等大型旋转机械的重要部件, 其安全稳定性对整个机组有重要的影响。声发射信号对轴承工作状态有响应时间短, 变化敏感度高, 抗干扰性能好, 传感器安装方便等优点。目前国内外所开发的声发射检测仪不能针对滑动轴承故障声发射信号的一系列特征参数进行检测和分析, 没有可拓展性, 对判断轴承工作状态带来不便。所以有必要开发一种专门针对汽轮机滑动轴承故障的声发射检测系统。

1 滑动轴承声发射检测系统的结构与硬件系统设计

1.1 总体结构设计

该检测系统由系统硬件和声发射检测软件两大部分组成, 其中硬件部分主要包括传感器、前置放大器、数据采集卡、PC 计算机; 软件用 LabVIEW 进行编写。滑动轴承声发射检测系统的构成如图 1 所示。

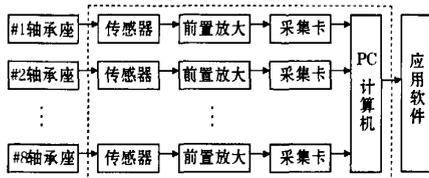


图 1 滑动轴承故障声发射检测系统组成结构

从滑动轴承内部声发射源发出的声音信号以弹性波的形式向四周传播, 经过耦合剂从轴承内部传播到传感器变成电信号, 由传感器拾取。传感器拾取的声发射信号经前置放大后,

进入采集卡并进行放大、A/D 转换与数据采集, 最后送入计算机, 由计算机上的滑动轴承声发射检测软件进行分析。

1.2 硬件设计

1.2.1 声发射传感器

声发射检测需要通过传感器把声发射信号转换成电信号。声发射传感器是基于晶体组件的压电效应, 将声发射波所引起的被检件表面振动转换成电压信号的换能设备。声发射信号的频率分布与材料或构件的具体特性有关, 其范围可从次声波到超声波, 考虑到低频机械噪声的干扰及高频的传播的衰减, 通常声发射传感器的使用频率为 20 kHz ~ 2 MHz。根据滑动轴承高速运行过程中声发射频率范围宽的特点, 采用的是 R15 声发射传感器。

1.2.2 前置放大器

前置放大器置于传感器附近, 放大传感器的输出信号, 并通过长电缆传给主机进行信号处理, 其主要作用为: 高阻抗传感器与低阻抗传输电缆之间提供阻抗匹配, 以防信号衰减; 通过放大微弱的输入信号, 改善与电缆噪声有关的信噪比; 通过差动放大, 降低由传感器及其电缆引进的共模电噪声; 提供频率滤波器。

1.2.3 数据采集卡

采集卡由多路开关、放大器、采样/保持器和 A/D 转换器组成, 与其他的有关电路如定时/计数器、总线接口电路等集成在同一印刷电路板上, 完成对信号数据的采集、放大及 A/D 转换任务。声发射信号采集卡是整个声发射系统中的核心硬件, 它的采样精度和采样速度决定了系统对声发射信号的获取能力。

2 滑动轴承声发射检测系统的软件设计

2.1 总体结构设计

以图形化编程语言 LabVIEW 软件为平台, 采用模块化编

基金项目: 湖南省自然科学基金(065JJ20040); 大唐湖南分公司科技项目; 长沙理工大学博士基金
收稿日期: 2007-11-11; 收修改稿日期: 2008-06-11

程思想,根据不同功能的需要编写数据采集模块、数据存储与读取模块及信号处理模块。其中信号处理模块中又包括信号滤波、信号加窗、信号FFT、功率谱分析、自相关分析子模块。最后对各功能模块进行集成和调试,设计系统的软面板,在软面板上实现对各参数的设置、对各功能模块的调用以及对各信号或特征参数的显示。软件系统的总体结构如图2所示。

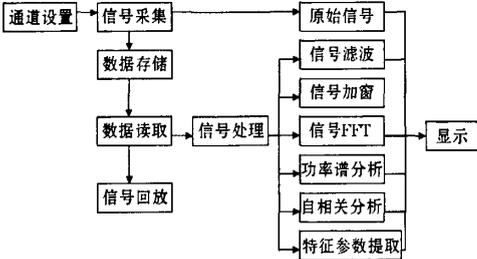


图2 滑动轴承故障声发射检测系统组成结构

在软件中设置所要测量的通道,由信号采集模块完成采集过程,得到声发射信号并实现实时显示。同时,采集到的数据通过数据存储模块进行存储,并通过数据读取模块实现信号的回放和处理。信号处理模块包括若干个子模块,完成不同的处理需求,并将处理结果显示出来。

2.2 数据采集模块

数据采集模块使用了LabVIEW的NI Measurements字模板中DAQmx模块中的各函数。根据不同需要进行采集通道、采样速率、采样点数、灵敏度等设置。数据采集框图程序如图3

所示。

2.3 数据存储与读取模块

数据存储模块的主要功能是将数据采集模块所采集到的与软面板中显示的时域波形相对应的数据写入二进制文件,便于数据读取模块和用户使用。在LabVIEW中写文件的过程为:打开一个文件→按一定的格式写文件内容→关闭文件。数据读取模块的主要功能是根据用户的需要将文件中的数据读出,通过读文件并且波形回放,便于用户对信号进行分析。读文件的过程为:打开一个文件→按一定的格式读取文件内容→关闭文件。

2.4 信号处理模块

信号处理模块是系统软件的关键部分,它需要完成数字滤波、加窗处理、FFT分析、功率谱分析、相关分析等功能。滤波的目的是去除信号中的噪声等干扰信号,保留有用的声发射信号。给信号加窗函数能克服在频谱分析中的谱漏现象。FFT变换在信号分析领域中最为常用,它能将信号的时域和频域特征联系起来,方便对信号特征进行观察和对比。自相关分析描述信号一个时刻与另一个时刻的依赖关系。自功率谱分析表示单位频带内信号功率随频率的变化情况,它反映的是信号功率在频域的分布状况。系统采用的是chebyshev带通滤波器,加窗处理采用的是汉宁窗。调用了LabVIEW中的auto power spectrum、power frequency estimate等函数。除了以上的常规信号处理,系统还开发了提取声发射信号特征参数的程序。

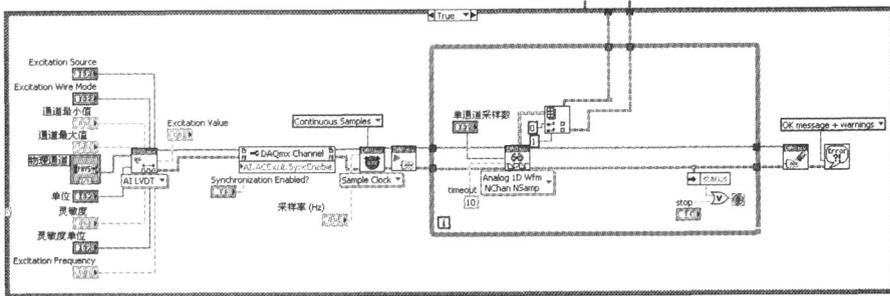


图3 数据采集框图程序

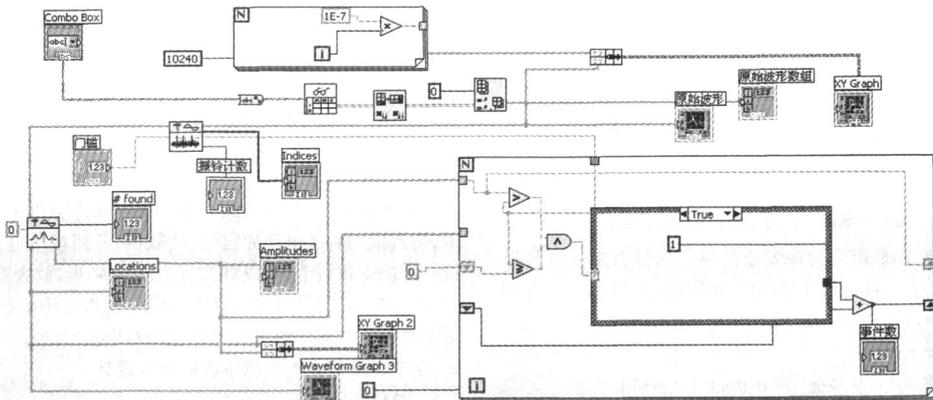


图4 提取声发射特征参数的框图程序

2.5 系统软面板的设计

在系统的软面板设计中,利用 LabVIEW 中提供的 Tab Control 选项卡,先将要实现的功能作为选项卡菜单选项的内容,以便在运行时调用,然后在框图中对各项菜单的调用通过 Case 循环进行选择,使各项菜单对应各项子 VI,这样在运行中,当选择了菜单中的某项内容时,该子 VI 就被选中调用。另外,在前面板的采集参数标定设置以及保存和打开文件的路径部分,用户可在相应控件中输入值来进行设置。

3 虚拟声发射检测系统的实际测试

为了验证整个系统的有效性,采用锤击法对试件进行锤击测试,用传感器拾取的信号经电荷放大器放大后送入数据采集卡,通过软件设定采集条件进行采集,在软面板上显示时域波形。从测试结果看,波形显示反映的正是锤击法应有的典型形状。实验表明:系统对信号的响应灵敏,失真度小。

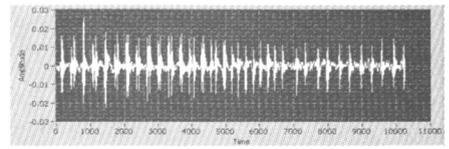
为了验证该系统信号分析软件分析结果的准确性和精确性,系统从 PCI-2 型声发射检测仪上读出相同的轴承声发射信号,对该信号进行处理与分析,分析的结果见图 5。分析结果与声发射检测仪的分析结果进行对比。对比发现,系统的分析结果与声发射检测仪的分析结果基本一致,误差控制在 3.5% 以内。同时改变门限值,提取滑动轴承声发射信号特征参数。分析结果与理论相符,证明该测试系统的性能是可靠的。

4 结束语

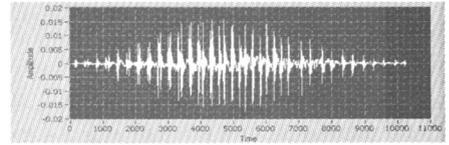
通过强大的图形编程语言 LabVIEW 和现有的硬件相结合,开发了声发射检测系统,从中探索虚拟仪器在滑动轴承声发射信号检测中的应用。该系统具有界面友好、操作方便等优点,此外,该系统采用 LabVIEW 的模块化编程来实现信号的采集和处理,更易于拓展程序和增加新的功能。使用者可以根据需要,通过编程增加所需功能,节省程序开发时间,从而提高经济效益。

参考文献:

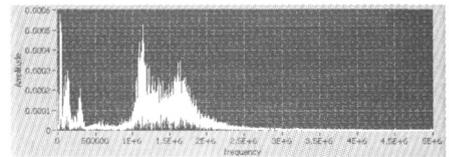
[1] 秦萍. 利用声发射诊断滑动轴承接触摩擦故障的研究. 西南交通大学学报, 2001, 36(3).



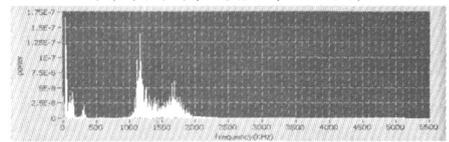
(a) 滑动轴承声发射信号滤波



(b) 滑动轴承声发射信号加窗



(c) 滑动轴承声发射信号 FFT 分析



(d) 滑动轴承声发射信号功率谱分析

图 5 虚拟仪器软面板

[2] 余成波,冯丽辉,潘盛辉. 虚拟仪器技术与设计. 重庆:重庆大学出版社,2006.
 [3] 杨乐平,李海涛,杨磊. LabVIEW 程序设计与应用. 北京:电子工业出版社,2006.
 [4] 王祖荫. 声发射技术基础. 济南:山东科学技术出版社,1990.
 [5] 崔翔. 信号分析与处理. 北京:中国电力出版社,2005.

作者简介:靳倩(1983—)研究生,研究方向为旋转机械故障诊断。

E-mail: qianqian79@163.com

(上接第 35 页)

分别为 $U_C = B\sin(\omega t + 90)$ 和 $U_B = B\sin\omega t$ 。信号通过乘法器后输出分别为

$$U_R = U_0 \times U_B = A\sin(\omega t - \varphi) \times B\sin\omega t$$

$$= -\frac{AB}{2} [\cos(2\omega t - \varphi) - \cos\varphi]$$

$$U_X = U_0 \times U_C = A\sin(\omega t - \varphi) \times B\sin(\omega t + 90)$$

$$= -\frac{AB}{2} [\sin(2\omega t - \varphi) - \sin\varphi]$$

经过低通滤波器之后,第一项倍频信号被滤掉,最后输出为

$$U_R = \frac{AB}{2} \cos\varphi; U_X = \frac{AB}{2} \sin\varphi$$

由于 B 为可控制常量,所以 U_R 和 U_X 的大小决定于相位 φ 和幅值 A 。

$$B = \sqrt{4 \times (U_R^2 + U_X^2)} / A; \varphi = \arctan(U_X / U_R)$$

研究表明:在正弦波频率不变的情况下,幅值与物体的大小相关,而相位与物体所属的种类有关。当物体随着传送带运动时将形成以 U_R, U_X 为参考量相对传送带速度的曲线。通过对这个曲线的幅值和方向的检测可以判断物体的种类。

4 结束语

金属探测仪是在加工和制造业应用较多的一种探测仪器。

万方数据

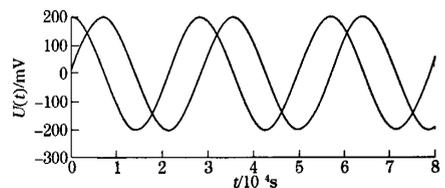


图 6 相互正交的两路正弦波示意图

该设计使用最先进的直接数字合成器件,产生 2 同相位的正弦波信号和 1 与之正交的正弦波信号。运用检波技术, X-R 正交分解原理等技术,最终处理分离出对铁和不锈钢成分灵敏的振幅和相位信号。它的灵敏度高、稳定性好,能够得到稳定的控制效果。可用于采煤、采石、食品加工等行业,大大提高了生产率并显著改善了产品的质量。

参考文献:

[1] 程佩青. 数字信号处理教程. 北京:清华大学出版社,2003.
 [2] 贺桂芳. 一种新型智能金属探测仪的设计. 仪表技术与传感器, 2006(1): 13-14.
 [3] Analog Devices, Inc. CMOS Complete DDS AD9832 Datasheet, 1999.
 作者简介:武志涛(1981—),博士研究生,主要研究方向为人工智能与电器运动控制. E-mail: iaibemin@16s.com

基于LabVIEW的滑动轴承故障声发射检测系统研究

作者: [靳倩](#), [李录平](#), [黄琪](#), [饶洪德](#), [JIN Qian](#), [LI Lu-ping](#), [HUANG Qi](#), [RAO Hong-de](#)
 作者单位: [长沙理工大学能源与动力工程学院, 湖南, 长沙, 410076](#)
 刊名: [仪表技术与传感器](#) **ISTIC** **PKU**
 英文刊名: [INSTRUMENT TECHNIQUE AND SENSOR](#)
 年, 卷(期): 2008, ""(11)
 引用次数: 0次

参考文献(5条)

- 秦萍. 利用声发射诊断滑动轴承接触摩擦故障的研究[期刊论文]-[西南交通大学学报](#) 2001(03)
- 余成波, 冯丽辉, 潘盛辉. [虚拟仪器技术与设计](#) 2006
- 杨乐平, 李海涛, 杨磊. [LabVIEW程序设计与应用](#) 2006
- 王祖荫. [声发射技术基础](#) 1990
- 崔翔. [信号分析与处理](#) 2005

相似文献(10条)

- 会议论文 [席文奎](#), [刘少勇](#), [熊树钦](#), [袁小阳](#), [李宗斌](#) [滑动轴承协同数据库的研究](#) 2008

在分析滑动轴承数据特点的基础上,对滑动轴承协同数据库进行了研究.在综合滑动轴承仿真数据和试验数据的基础上,结合数据特点和数据库开发软件的特点,论述了滑动轴承协同数据库的构建问题.本文沿用Authorware和LabVIEW两种软件作为数据库开发工具,建立了滑动轴承协同数据库,所建协同数据库可服务于大型重载轴承、高速轻载轴承、低温轴承、低粘度介质轴承等的设计开发,有利于滑动轴承产品质量和设计效率的提高.

- 学位论文 [潘玉宝](#) [双螺杆压缩机故障诊断机理研究与应用](#) 2005

双螺杆压缩机是我国石油化工的主要气体压缩设备之一,其运行状态的好坏将直接影响整个压缩机组装置的安全性和可靠性及生产效率,一旦发生故障,将极有可能引起整套设备甚至整条生产线的瘫痪,严重降低生产效率并带来巨大的经济损失.本课题以北京燕山石化大型设备故障诊断与预知维修项目为工程背景,针对双螺杆压缩机进行状态监测与故障诊断机理研究,对我国化工行业设备维护和产品的生产具有极其重要的现实意义.

本文开篇研究了双螺杆压缩机的基本结构、工作原理、发展现状和发展趋势,以及国内外双螺杆压缩机故障诊断方面的现状.然后对设备故障诊断技术进行了概述,重点阐明了振动监测技术的诊断要点,以及相关的振动诊断方法.

结合双螺杆压缩机的结构特点和常见故障形式,对大型工艺螺杆压缩机中常用的滑动轴承的故障机理进行了研究.然后对转子的受力情况进行了定性分析.最后总结出一套针对双螺杆压缩机设备的诊断方法.

成熟的诊断机理作为理论基础,必然要有与之对应的诊断分析软件,因此,基于LabVIEW虚拟平台的时、频域分析模块的建立具有重要的意义和作用.本系统发挥了虚拟仪器用户自定义界面和国际标准化、成熟化的函数库等特点,针对石化行业大型设备的诊断特点和分析手段,开发了分析、诊断和对比分析三个基本模块,增强了设备故障诊断的灵活性、实用性和可靠性.

最后,将开发成果应用于工程实践.以燕化化工一厂苯乙烯双螺杆机组为诊断实例,应用本系统进行故障诊断.诊断结果得到厂方认可,验证了针对双螺杆压缩机总结的故障诊断方法的可行性和可靠性.

- 学位论文 [罗飞](#) [基于轴向和径向载荷的水润滑赛龙轴承的摩擦磨损特性及其测试系统的研究](#) 2007

滑动轴承是机械设备工业中一种重要基础零件,传统的滑动轴承主要以油或油脂作为润滑介质将旋转的轴与固定的机架(座)分隔开,以达到减小摩擦的作用,是一种工作在滑动摩擦下的轴承.由于水具有无污染、来源广泛、绿色环保、安全、不易燃等特性,成为未来滑动轴承研究的重要润滑介质,以水为润滑介质的轴承也成为绿色科学研究的重要对象.目前的水润滑轴承的材料主要有橡胶、UHMW-PE、尼龙、赛龙等,国内学者主要偏重于对橡胶轴承和塑料(UHMW-PE、尼龙)轴承的研究,国外对赛龙轴承的材料进行了工程应用和摩擦学的研究,但对赛龙轴承的摩擦磨损特性研究尚不完善.本文依托国务院专项(DY105-03-02)的子项目——深潜硬管提升电泵、软管输送泵及其潜水电机的研制(硬管提升泵润滑部分)作为研究平台,通过构建滑动轴承的摩擦磨损试验系统,利用虚拟仪器、微纳扫描测量仪等工具,对赛龙轴承的摩擦磨损特性进行定性或半定量的探讨.

本文按基于轴向和径向载荷的水润滑轴承的研究要求,对MS-800A四球摩擦试验机的摩擦块系统和测试控制系统进行改造,引入虚拟仪器和以图形化的编程语言LabVIEW为核心,设计并构建了基于轴向和径向载荷的滑动轴承摩擦磨损试验系统.系统可对实验数据(摩擦力、温度、转速)进行实时采样、显示、储存;对系统参数(转速、运行时间、辅助系统的开关)实行控制;对实验数据进行回放、功率谱密度、自相关分析,该系统稳定、可靠、操作方便.

论文利用基于轴向和径向载荷滑动轴承摩擦磨损试验系统对水润滑赛龙轴承进行摩擦磨损实验研究,并从经典的润滑理论出发,推导出了水润滑赛龙轴承的润滑机理.一方面,根据流体力学理论,结合弹性力学和赛龙材料的吸水性、高弹性的特征,分析了水润滑赛龙轴承的润滑处于弹性流体动力润滑的特性;另一方面,在不同时间、不同润滑介质下,对赛龙轴承进行摩擦磨损实验,并通过AFM(原子力显微镜)对磨损前后表面进行观察,给出了其在各种工况条件下的表面粗糙度,半定量地研究了赛龙轴承的摩擦磨损特性.

该课题的完成不但为深潜硬管提升电泵的成功研发提供理论和实验数据支持,同时还开发了一套基于轴向和径向载荷的滑动轴承摩擦磨损试验系统,进一步拓展了特种材料的滑动轴承研究,促进了摩擦学测试技术的发展.

- 期刊论文 [房超峰](#), [孙美丽](#), [陈滢](#), [王贤刚](#), [FANG Chao-feng](#), [SUN Mei-li](#), [CHEN Ying](#), [WANG Xian-gang](#) [虚拟仪器软件LabVIEW在动载油膜研究中的应用](#) -[太原科技大学学报](#)2006, 27(z1)

介绍了虚拟仪器及其软件LabVIEW,然后利用虚拟仪器技术及其软件LabVIEW设计了动载滑动轴承油膜压力、温度采集硬件电路及油膜压力采集分析程序.最后给出了部分实验结果分析,并得出一些结论.

- 学位论文 [靳倩](#) [基于声发射检测的滑动轴承状态监测与诊断系统研究](#) 2008

滑动轴承是旋转机械的重要支撑部件,其安全稳定运行关系到整个机组的安全性和稳定性.影响轴承状态的因素很多,有包括轴承材料、型式等内因的作用,也有包括运行工况、检修工艺等外因的作用.

声发射信号与轴承的状态有良好的对应关系.本文以LabVIEW为软件开发平台,开发了基于声发射检测的滑动轴承状态监测与诊断系统.系统的硬件包括声发射传感器、信号放大器、信号分离器、数据采集卡以及PC计算机.硬件与软件集成后,所获得的滑动轴承状态监测与诊断系统具有如下功能:(1)声发射信号的采集和滤波.(2)信号分析.包括:频谱分析、能量率计算、振铃计数率计算、事件计数率计算、信号中心频率计算、自相关分析、频谱能量不稳定性计算.(3)结合轴承状态声发射特征库,提取轴承状态特征,进行状态诊断.

利用本文开发的滑动轴承状态监测与诊断系统,在实验室的转子试验台上进行滑动轴承实验,检验不同转速下监测系统所检测的声发射测量参数的准确性,并模拟滑动轴承的典型故障状态,利用本文开发的系统对轴承的故障进行诊断。实验结果表明,本系统各测量参数的误差基本满足要求,系统对声发射信号的采集和分析性能良好;本系统能准确地识别出所模拟的轴承故障;该系统响应速度快,检测精度较高,操作简便,人机界面友好,可维护性好,具有良好的工程应用价值。

6. 学位论文 [谢明春 径向滑动轴承实验研究](#) 2008

为了验证径向滑动轴承的性能是否和设计相吻合,从轴承结构和润滑状况着手,改进其性能,节能降耗,本文对大型径向滑动轴承进行了真实工况下的实验研究。

在国内外向滑动轴承试验台研究的基础上,作者设计研制了一套大型径向滑动轴承实验装置。该装置使用液压加载,加载范围大、调节方便。驱动系统选用了大功率变频器加变频电机的方案,实现了主轴转速的精确控制。该装置可方便地改变实验轴承的工况和轴瓦参数进行实验,因此可以在该装置上进行各种轴承类型的对比实验研究。设计了基于微机的数据采集卡组建的信号采集硬件系统,使用LabVIEW软件平台开发了基于虚拟仪器技术的径向滑动轴承的数据采集软件系统,实现了实验数据的实时显示和多通道连续采集。

在该实验装置上对实际应用中的径向滑动轴承进行了原型实验研究。重点分析了剖分式椭圆瓦径向滑动轴承在不同工况下的性能变化,得到了一些有意义的结果:油膜温度随转速和载荷的增加而增加,因此在高速和重载工况下要重视轴瓦的散热;油膜压力随主轴转速的增加而升高,随着载荷的增大而升高。油膜厚度随转速的增加而增加,随载荷的增大而减小,载荷过大可能造成油膜破裂而损坏轴瓦。

7. 期刊论文 [陈滢.孙美丽.房超峰.王贤刚.Chen Ying.Sun Meili.Fang Chaofeng.Wang Xiangang 动载滑动轴承油膜分布及压力同步采集研究-润滑与密封](#)2006,""(10)

对滑动轴承试验台进行了改造,使得油膜分布以及油膜压力同步采集成为可能。介绍了压力采集的电路设计以及程序设计。测试结果表明,实验台的改造设计是合理的,数据采集的电路设计是实用的,采集数据的程序方便直观,硬件设施和软件编程都方便可靠。

8. 学位论文 [王贤刚 同频动载滑动轴承全油膜重要特性的研究](#) 2008

本人在前人研究的基础上,对现有的实验台进行了改造,设计出了同频动载瞬态油膜实验台,并且实现了对反映动载滑动轴承重要特性的油膜压力、油膜分布和油膜温度的瞬态采集。

利用NI6062E信号采集卡进行数据采集,用Labview实现数据采集的软件设计以及实验数据的后处理,获得了较为精确的瞬态压力曲线;采用E型热电偶进行油膜温度的采集,获得了2个点在不同时刻的瞬态温度数据;使用热成像仪进行油膜温度图像的采集,获得了瞬态温度图像;用高速CCD采集全油膜分布图像,然后使用PhotoShop对其进行展开处理;基于质量守恒边界条件且不考虑负压的理论压力结果是用Fortran求解的,再用Matlab绘制成曲线;最后,采用FlashMX对实验结果和理论结果的对比演示进行了动画制作。

将压力实验结果与理论结果进行对比研究,得出如下重要结论:

1. 轴颈上和轴承套上都采集到了负压,这个不是绝对负压;在大扰动工况下还采集到了压力双峰。

2. 在静载的承载区和破裂区,都观察到了油膜抖动现象和压力峰值的分峰现象。

3. 大、小扰动工况下实验压力值和理论值最大相对误差分别达到99.5%、90.4%,静载的质量守恒边界条件不能解释动载的瞬态油膜压力分布规律,理论上仍需要建立动载的边界条件。

通过对温度结果的对比分析,得出了E热电偶和热成像仪都不适合进行动载温度研究的结论。

通过对所有实验结果的分析,证实了本实验台的设计和采用的实验方法都是合理的和有效的,因此得出的实验结果和实验结论都是真实的和有参考价值的。

9. 会议论文 [房超峰.孙美丽.陈滢.王贤刚 虚拟仪器软件LabVIEW在动载油膜研究中的应用](#) 2006

介绍了虚拟仪器及其软件LabVIEW,然后利用虚拟仪器技术及其软件LabVIEW设计了动载滑动轴承油膜压力、温度采集硬件电路及油膜压力采集分析程序。最后给出了部分实验结果分析,并得出一些结论。

10. 期刊论文 [罗飞.李积彬.谢占功.阳宁.LUO Fei.LI Ji-bin.XIE Zhan-gong.YANG Ning 基于虚拟仪器的滑动轴承摩擦试验系统的设计-装备制造技术](#)2007,""(5)

通过改造MS-800A四球摩擦试验机的摩擦实验部分,引入虚拟仪器LabVIEW软件建立测试系统,对摩擦副之间摩擦系数和温度的变化进行采集、处理和实时检测,建立对滑动轴承的摩擦磨损试验系统,从而建立一套研究滑动轴承在不同工况条件(润滑介质、载荷和转速)下的摩擦磨损特性。

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Periodical_ybjsycgq200811014.aspx

下载时间: 2010年5月31日