

基于虚拟仪器技术的工程机械传动系统检测与诊断系统分析

卢政辉 李汝翀

湖南交通工程学院,湖南 衡阳 421001

摘要:在现代工程不断发展的过程中,智能化、自动化设备的应用促使工程机械逐渐向操控便捷的方向发展,但工程机械使用环境较为恶劣,再加上投入使用后长时间运行,传动系统很容易出现各种故障,若故障无法得到妥善解决,必然会影响工程进度,甚至可能引发一系列安全事故。为解决传动系统故障,以虚拟仪器技术为基础,首先阐明该技术的基础概述、机械噪声信号处理,继而提出基于虚拟仪器技术的工程机械传动系统检测以及诊断系统的设计方案。

关键词:虚拟仪器技术;工程机械;传动系统;检测与诊断

中图分类号:TU607

DOI: 10.3969/j.issn.2097-065X.2023.07.040

0 引言

随着科技研发效率的持续加快,信息诊断的应用范围愈发广泛,工程机械设备检测也更加便捷,工程机械传动系统的检测与诊断已经由传统人工检测方式转变成现代技术检测,而针对工程机械提出的监测系统也逐渐从单机模式转变为分布模式、远程模式,在这些模式中虚拟仪器技术占有一定地位。虚拟仪器技术可以在工程机械运作工程中捕捉故障信号,并针对信号进行诊断,同时也可以通过该技术支持对工程机械展开在线检测,利用计算机分析机械传动系统在运行过程中的声音,根据声音特征确定系统状况,并对系统故障展开精准诊断,对机械正常传动予以保障。

1 虚拟仪器技术概述

虚拟设备是由用户在基于计算机的硬件平台上设计和定义的虚拟仪表盘,具有“通过测试软件实现测试功能的计算机仪表系统”^[1]。

它彻底打破了仪器由制造商开发、用户无法更改的传统模式。用户可以根据自己的应用需求开发自己的仪器系统。自美国国家仪器公司引入虚拟设备概念以来,虚拟设备得到了广泛应用和快速发展,与传统设备相比具有明显优势。LabVIEW 已成为测试和测量的行业标准,可以通过 GPIB、VXI、串行设备或外部数据采集场构成一个真实的数据采集系统,还支持通过 Internet、ActiveX、DDE、SQL 和其他交互式通信方法进行数据交换,提供多种开发工具来简化复杂的测试和测量任务(图 1)^[2]。

基金项目:2022 年国家级大学生创新创业训练计划项目(202213924013)

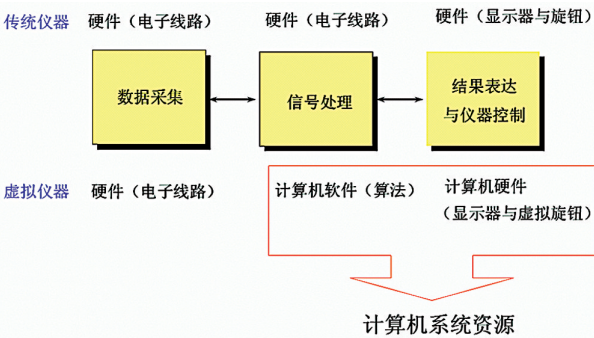


图 1 虚拟仪器构成

2 机械噪声信号处理

机械噪音是由机械部件之间的力变化引起的。这些力的传递和作用通常分为三类:冲击力、循环力和摩擦力。事实上,机械部件之间通常同时存在 3 种力,但其中一些力很强,一些力很弱。除了这 3 种力产生的噪声外,还必须分析和调查其他振动和噪声源。机械噪音可以通过避免或减少冲击力、频率和摩擦、改进加工技术和安装精度以及保持齿轮和轴承良好的润滑条件来控制。为了减少机械部件的振动,可以在电源附近切断振动传递方式,例如用弹性接头代替刚性接头;或者使用高阻尼材料来吸收机械部件的振动能量。在机械设计中,可尽量减少附件,并应注意提高机械零件的刚性,以减少噪声辐射。在机械工程中,机械噪声经常被用作监测信号,但这些研究主要集中在机床或机器的某些部件上。首要任务是识别收集到的声音,确定发出声音的机器,然后对每个设备执行状态监测和故障诊断,振动频率和能量也不同,该信息可以反映在噪声中,具备丰富经验的工作人员便可根据听力对故障进行判断^[3]。

事实上,任何机器都会以不止一种噪声频率运行,这是一个巨大的声音集合,具有从低频到高频的各种频率成分。有些机器有很多高频噪音,有些机器又响又刺耳,比如电锯和铆钉枪,它们发出的噪声的主要成分超过 1000 Hz,称为高频噪声。有些机器在低频时噪音很高,例如空气压缩机和汽车。辐射噪声低而强,基本频率小于 500 Hz 的噪声,称为低频噪声。高压风机噪声的主要频率成分在 500~1000 Hz 范围内,称为中频噪声。一些机器发出的噪声从低频到高频相对均匀,例如纺织机械的噪声,称为宽带噪声。带通滤波器通常用于声学测量。带通滤波器仅允许信号在特定频率范围(带宽)内通过,而不允许高于或低于该范围的信号。所谓“频谱”是具有特定性能特性的频率范围内的信号分布。频谱功率估计基于有限的确定信号、随机过程或系统的频率分量,它是随机信号频率的统计特征,具有明显的物理意义,是信号处理的重要研究内容之一。

3 基于虚拟仪器技术的工程机械传动系统检测

3.1 专家系统

如果忽略这些领域的差异,考虑专家本身的特点,专家系统可分为解释、诊断、监测、维护、控制、预测、规划和设计。这些类型大致分为三类:①诊断类型。主要包括前三类。其特征是在解空间中存在解,并且解是唯一的。研究对象的状态已经确定,但需要一个独特的解决方案,必须根据时变和噪声数据进行综合计算。②设计类型。包括后两种类型。它的特点是决策空间中有很多决策,甚至是无限的,导致了多目标、多约束、多能量、多参数、多知识类型、决策空间大、主观性等困难。然而,不存在来自时间变化数据和噪声数据的干扰;③控制类型。包括三种中间类型,通过介于两种类型之间进行区分。具体如图 2 所示。

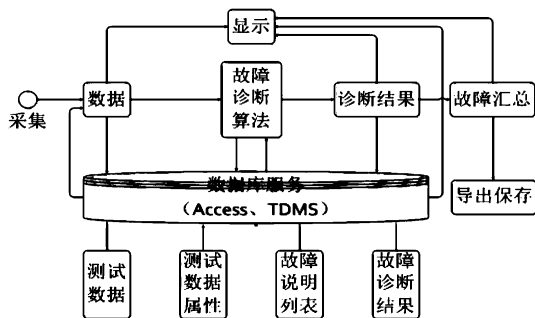


图 2 专家系统结构

3.2 模式识别

特征空间是在用先验知识处理原始数据之后获

得特征值的最大空间;将测量空间映射到特征空间的目的是提高诊断性能或降低分类复杂性。将特征空间映射到决策空间通常用于执行某些目标功能。本节使用了不同的搜索和排序方法。基本上,决策空间和类别空间是相同的。为了实现测量空间到决策空间的分配,用于故障诊断和分析的模式识别方法不必在运行时建立数学模型。传统的图像识别可以分为3个过程:测量、特征提取和分类。传统模式识别方法要解决的主要问题是特征数据的选择和特征数据的提取,站在数学角度,这可以看作从模板空间到分类不透明属性空间的映射。模式识别模型的传统分类是基于判别函数的使用。线性不可分和复杂的决策域需要更复杂的判别函数。在许多情况下,由于难以获得典型参考模型的完整样本,常用的概率模型识别方法包括统计判别分析算法、解、模糊逻辑、聚类分析、粗糙集、遗传算法、主成分分析等。该项目需要无创、经济高效和可靠的故障诊断方法。在大多数情况下,不允许在带有复杂传感器的设备上钻孔,因此获得的设备信息非常有限。振动信号是最容易获得的设备信息,基于振动信号分析的方法更易于应用于实际应用^[4]。

4 基于虚拟仪器技术的工程机械诊断系统

4.1 设计理念

根据虚拟设备的用途和目的确定系统的执行机制,这通常称为硬件。这些驱动器通常包括各种传感器和控制单元。例如,对于一个声音监控系统,其执行器包括声音传感器、速度计等,这些执行器的共同点是提供与计算机通信的接口,通过计算机对各个模块的功能进行编程,并利用相应的软件开发平台。虚拟工具的开发已经完成。基于虚拟设备的机械传动故障诊断系统主要由软件和硬件两部分组成。软件部分主要起到数据分析、检测器控制、I/O命令、仪器运行状态记录等作用。硬件部分主要由监控系统、声音采集系统和数据采集系统组成。软件部分由 LabView 编写,硬件部分由计算机、仿真设备和数据采集卡组成。

4.2 硬件方面

(1)设计原则。一般来说,虚拟设备的硬件是相当昂贵的,尤其是带有高精度数据采集卡的设备,更是动辄数十万美元。所以建立一个测试系统通常要花费几千万或几千万美元。因此,在选择虚拟仪器硬件时应考虑以下要求:首先,必须确定数据采集范围和测量采样频率;其次,必须确定测试精度要求;最后,在满足精度要求的情况下,应该尽可能性价比

(2)计划。节目使用国产话筒代替进口话筒。资料采集图也是中国一家中泰公司的资料采集图。处理系统使用普通计算机或笔记本电脑。该软件应用广泛,成本从几千到几万元不等,满足测试精度和采样速度的一般要求。即声音传感器采用声级,数据采集卡采用计算机主板内置声卡,虚拟工具处理系统选用通用个人计算机^[5]。

4.3 故障采集指标

以宝马 M5 为例,离合器打滑现象是离合器连接时,从动离合器片的摩擦片在压盘和飞轮之间滑动。错误指示灯:车辆难以启动。移动的汽车速度不能随着发动机的速度而增加,这会导致疲劳。提升过程中满载运动时性能严重不足的主要原因是压盘不能牢固地压在从动盘的摩擦盘上,或者摩擦盘的摩擦因数太小,导致离合器摩擦力矩严重不足。误差数据采集指示器可用于准确捕捉误差因素,然后消除它们。数据收集是从测量的模拟和数字组件(例如传感器和其他测量设备)自动收集信息的过程。数据采集系统是一种灵活的用户测量系统,结合计算机测量软件和硬件产品。数据采集卡的通道数是数据采集卡同时采集的通道数。通常有两个通道:一端和另一端。单端信号:每个通道仅使用一根导线作为输入信号,这与参考点的电压值有关。差分信号:每个通道有两条线,信号电压值是两条线之间的电位差。具体如图 3 所示。

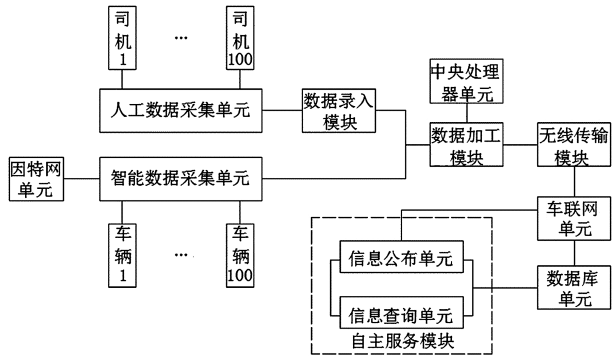


图 3 故障采集系统

4.4 机械测试系统

通过对传统机械测试系统、传统测试仪器和现有虚拟测试方法的比较研究,系统的总体结构如下:

(1)本文设计开发的机械测试系统具有模块化结构,并且每个测试系统的前壁和后壁以模块化的方式设计,以便于编程和用户控制。

(2)使用数据库来存储、管理和检索数据。基于测试数据存储、恢复、管理和恢复的需要,以及处理大量数据的需要,本文开发了一个用于数据存储、管理和查询的数据库。创建 Access 数据源,利用

ADO 数据库访问技术的灵活性来执行数据库操作,执行用户命令,并使用软件模型来管理数据。如果使用 ADO 技术的 LabQL(实验室数据库访问包),用户可以通过调用 SUBI-VI 直接访问实验室数据库。

(3)设计每个测试程序时,请使用选定的模板“选择菜单”。此结构可选择不同的前按钮。选择测试后,测试人员可以独立工作。完成所需的工作后,可以选择退出或加入其他测试人员。使用菜单编辑器编辑程序。要更改程序控件,请直接从菜单编辑器中进行编辑,然后运行程序的整体设计^[6]。

5 结语

通过以上方法开发的机械传动虚拟故障诊断系统是在利用声级采集声音信号的基础上,开发基于 LabVIEW 环境的机床噪声信号采集与测试系统。该系统主要由软件和硬件组成。软件组件主要用于数据分析、控制检测器、输入输出命令、仪器运行状态记录等;硬件主要由监控系统、声音采集系统和数据采集系统组成;软件部分由 LabView 编写,硬件部分由计算机和数据采集卡组成。在声学层,系统对采集到的声音信号进行分析处理,提取相应的特征参数^[6]。

参考文献:

[1] 杨帆,张文娟,孙剑伟,王哲. 基于虚拟仪器技术的机械
设备故障监测及诊断系统研究[J]. 粘接,2020,42(6):
133-137.
[2] 王添禹,雷智强,郭磊. 基于智能诊断及虚拟仪器
技术的某型桥故障诊断系统[J]. 机械管理开发,2020,
35(12):130-133.
[3] 高立龙,于雨,陈欣鹏,等. 基于虚拟仪器的推土机液压
测试系统研究[J]. 液压气动与密封,2021,41(7):9-12.
[4] 李晓峰,李璐琼,程远方,等. 基于虚拟仪器技术的某飞
控组件综合性能测试系统研究[J]. 科技创新与应用,
2022,12(21):93-96.
[5] 孙亮东,封居强,韩芳,等. 基于虚拟仪器技术与机器视
觉的玻璃瓶质量检测[J]. 遵义师范学院学报,2023,25
(1):95-99.
[6] 陈子兴,齐红丹,罗忠辉. 基于虚拟仪器技术的信号采
集与分析仿真实验系统设计[J]. 移动信息,2021(5):
1-5.

作者简介:卢政辉,男,2002 年生,本科在读。研究方向为机械设计
制造及自动化。李汝翀,女,1998 年生,实验员。研究方向为城市交
通运输。