

一种液压泵站噪声采集和分析系统的设计

张立强¹, 张立刚², 杨国来¹

(1. 兰州理工大学流体动力与控制学院, 甘肃兰州 730050; 2. 中煤第一建设公司特殊凿井处, 河北邯郸 056003)

摘要: 介绍了一种液压泵站噪声采集和分析系统的软硬件设计。该系统利用 PC 和工控机的声卡作为数据采集卡, 配以相应的分析软件, 具有较高采样精度和中等采样频率, 可实现液压泵站实验室或工业现场的实时噪声数据采集和分析。软件设计上, 在 MATLAB 环境中通过在图形窗口中加入菜单及控制, 实现了直接对窗口对象的操作, 建立了一个适合用户需要的噪声数据实时分析处理平台。该系统具有实现简单、性价比和灵活度比较高的优点。

关键词: 液压泵站; 噪声; 数据采集; 实时分析

中图分类号: TH137 **文献标识码:** B **文章编号:** 1001-3881(2008)8-094-2

Design of Sound Acquisition and Analysis System for Hydraulic Pump Station

ZHANG Liqiang¹, ZHANG Ligang², YANG Guolai¹

(1. College of Fluid Power and Control, Lanzhou Univ. of Tech., Lanzhou Gansu 730050, China;

2. Special Sinking Department, China First Coal Construction Co., Handan Hebei 056003, China)

Abstract: A sound acquisition and analysis system for hydraulic pump station was designed, which is based on computer sound card and the analysis software, can finish the real time sound data acquisition and analysis with higher accuracy and middling acquisition frequency in hydraulic pump station lab or the industry environments. The software can manage the objects by adding menus and controls to MATLAB figure windows. A platform was built for real time sound analysis in MATLAB environment. The system is convenient for realization, high cost-performance and high flexibleness.

Keywords: Hydraulic pump station; Sound; Data acquisition; Real time analysis

为保证液压泵站安全、可靠、连续运行和延长使用寿命, 经常需要定时和实时采集泵站噪声, 并把采集的数据存入泵站运行记录中, 用于泵站状态监控或故障时分析。研究表明, 液压泵站的噪声频谱是由多次谐波组成的, 具有较宽的带宽, 而且不同噪声源噪声的频率分布具有很大差异, 所以, 在对液压泵站进行噪声控制时, 首先要识别主要噪声源, 然后才能进行有效控制^[1]。当前, 泵站噪声采集系统一般采用在工控机上安装工业数据采集卡, 并使用专用的声级计拾音。这样构建的硬件结构虽然系统整体抗干扰能力较好, 采集精度也比较高, 但价格昂贵; 软件系统则一般采用 VB 或者 VC 实现, 数据采集模块是其核心和难点。在液压泵站实验室或者要求不高的工业现场中进行实时噪声数据采集和分析, 这并不是一种很好的选择。

本文以 PC 和工控机的声卡作为数据采集卡, 充分利用 MATLAB 的数据采集工具箱, 在 MATLAB 环境中建立了一个液压泵站噪声数据实时分析处理平台, 可简便地实现液压泵站噪声源的分析、识别。

1 液压泵站及其噪声控制

液压泵站是液压系统的动力源, 它提供满足系统

压力和流量需要的压力能, 是液压系统的重要组成部分, 通常由泵组、油箱组件、温控组件、蓄能器组件和污染控制装置等 5 个独立的单元组成^[2]。

液压泵站噪声包括空气噪声、结构噪声以及流体噪声。其中, 最主要的噪声源是液压泵及其驱动设备。此外, 几乎所有的液压阀也都是噪声源; 液压管路及附件在能量传输过程的同时也传递了噪声, 并且由于扰动而在谐振频率上扩大了噪声, 也可以认为是噪声源^[3-4]。

当前, 液压泵站噪声控制的基本途径有对噪声源的控制、对噪声传播的控制以及对接收体的控制。其中, 重点是对其主要噪声源——液压泵的控制, 此外, 液压泵站在设计、制造、改装、使用以及保养时都要对工作介质进行污染控制, 才能最终实现液压泵站的低噪声运行。

2 液压泵站噪声采集和分析系统的实现

2.1 数据采集

数据采集系统真实记录特定的物理信号, 是信号分析与处理的一个重要环节。在许多工业控制与生产状态监控中, 都需要对各种物理量进行数据采集与分析。一般基于计算机的数据采集系统包括传感器、信

收稿日期: 2007-11-07

基金项目: 兰州理工大学科研发展基金项目(0215)

作者简介: 张立强(1977—), 男, 河北安国人, 硕士, 讲师。主要从事液压、测控技术的教学和科研。电话: 13919765863, 0931-2973870。E-mail: izlq@163.com。

号调理器、数据采集卡和控制软件等。其中数据采集卡是核心部件，需要根据被测量的精度、信号频率范围等具体要求进行选择。

目前 PC 和工控机的独立声卡或板载声卡都包括有晶振、AD/DA 转换芯片、数字信号处理芯片及其它辅助电路。根据采样定理，声卡处理信号的上限频率可高达 44kHz 左右，故声卡是一块性价比非常高的音频数据采集转换卡。在有限条件下，完全可以利用计算机声卡实现噪声数据的采集。

2.2 硬件设计

图 1 给出了液压泵站噪声采集系统框图。在本系统中，由于利用了 PC 和工控机的独立声卡或板载声卡，所以整个采集系统硬件非常简单，只需要添加必要的信号预处理电路模块即可。

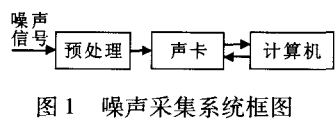


图 1 噪声采集系统框图

一般声卡外部接口中的 Microphone 和 LineIn 均可作为信号输入端口，其中 Microphone 输入端有高增益放大器，会使信号产生较大失真，因此在数据采集时尽量选用 LineIn 作为信号输入端。声卡一般以 DMA 方式进行数据传送，这种方式极大地降低了 CPU 的占有率，在 CPU 不够快时，有利于噪声数据的实时分析。

2.3 软件设计

MATLAB 的数据采集工具箱提供了一整套命令、函数，通过调用这些函数和命令，可以直接控制各种与 PC 机兼容的数据采集设备的数据采集和通讯，这些设备包括美国国家仪器 E 系列和 1200 系列接口板、多媒体声卡以及其它一些数据采集硬件设备^[5]。MATLAB 将数据采集硬件设备作为对象处理，其一切操作都不再和硬件直接相关，而通过对该对象的操作来作用于硬件设备，所以一次完整的数据采集过程完全可以通过编程完成，而且采样时间和采样频率可在程序运行过程中设定，灵活性很大^[6-7]。

本文在 MATLAB 环境下通过在图形窗口中加入菜单及控制直接对窗口对象进行操作，编程实现了液压泵站噪声采集和分析系统^[8-9]。

整个软件系统主要由以下几个功能模块组成。

(1) 主控程序

这是一个菜单程序，供使用者利用键盘或鼠标选择系统的各项功能，用于人机对话。

(2) 数据采集和处理

将从噪声传感器获得的电信号转换成数字信号，并经过换算与数字滤波后送入数据缓冲区。

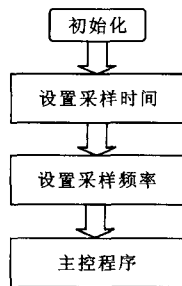


图 2 程序流程图

(3) 波形的显示及分析

在计算机上实时显示噪声信号的波形，并进行时域、频域的分析处理。

3 系统的应用

图 3 是数据采集部分的界面，具有局部实时分析以及全局时域分析的功能。图 4 是一段噪声信号数据的 FFT 分析界面。通过对液压泵站噪声信号进行在线监测，一方面，液压泵站的不同零部件具有不同的噪声频谱，由此可以通过图 4 知道噪声信号的来源，这有助于对液压泵站进行监控；另一方面，如果某零部件发生故障，则其相应频谱图就会发生变化，将测得的频谱图与标准的频谱图作对比即可判别出故障产生的零部件，这有助于进行液压泵站的故障诊断。

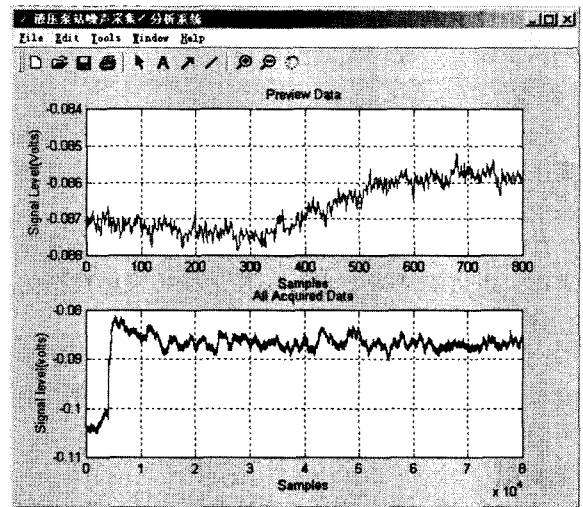


图 3 噪声采集系统界面

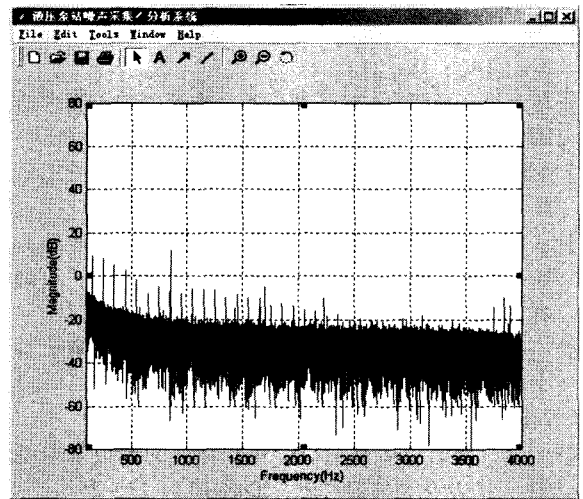


图 4 数据分析界面

4 系统特点分析

(1) 价格低廉，无需硬件开发。硬件资源配置由

声卡设备驱动程序完成,所以低档声卡也足够完成数据采集的任务。而且,在一台计算机上,可以插若干块声卡,组成多通道数据采集系统。

(2) 软件开发容易,灵活性强,而且在 CPU 足够快的条件下,可以实时处理数据,动态显示波形的频谱、功率谱。系统通过对噪声数据的时域分析,可以清晰地得到噪声随时间变化的规律及其大致的分布情况;通过对噪声数据的频域分析,可以在一定的参数要求下得到不同噪声源噪声信号的谱密度,这些均可作为进一步的噪声控制的依据。

(3) 频率范围较窄。由于存在隔直耦合电容,一般声卡的信号频率测量限于 10Hz ~ 22kHz 范围内。而且要实现噪声的采集,噪声信号的变化范围必须适应声卡外部接口中的 Microphone 或 LineIn 端口的要求。一些声卡具有自动增益控制功能,这类声卡对大信号的压缩会造成较大的测量误差。

5 结论

(1) 利用廉价的声卡,完全可以构建一个具有较高采样精度、中等采样频率、很大灵活性的数据采集系统。

(2) 在 MATLAB 环境下,充分利用其数据采集工具箱,可以简便地实现液压泵站噪声采集数据的时域、频域分析。

(3) 通过噪声数据的时域、频域分析,可以识别噪声来源,有利于对液压泵站进行监控或者判别故障零部件。

参考文献

- [1] 梁云峰,郭学东. 液压系统噪声的分析与防治 [J]. 重庆科技学院学报:自然科学版,2006,8(1):49-51.
- [2] 胡黄卿. 液压系统的振动和噪声 [J]. 液压与气动,2000(4):18-21.
- [3] 郜立焕,王佃武,生凯章. 液压系统振动与噪声的原因分析 [J]. 液压与气动,2005(12):73-74.
- [4] 彭熙伟,宋永吉,李占宏,等. 高压大流量液压泵站的设计 [J]. 液压与气动,2003(2):9-11.
- [5] 法林,陈文辉,董大群. MATLAB 的数据采集工具箱——一种与硬件设备通讯的新工具箱 [J]. 石油仪器,2001,15(1):56-58.
- [6] 赵祚喜,罗锡文,马瑞卿. 基于 Matlab 的计算机数据采集系统设计 [J]. 农业机械学报,2003,34(2):146-148.
- [7] 常春,倪铭. 基于 MATLAB 和声卡的虚拟仪器设计 [J]. 自动化与仪器仪表,2005(3):23-25.
- [8] 姚东,王爱民. MATLAB 命令大全 [M]. 北京:人民邮电出版社,2000.
- [9] 程卫国,冯峰. MATLAB5.3 精要编程及高级应用 [M]. 北京:机械工业出版社,2000.

(上接第 93 页)

渐减小最大电流值,直到为 0,然后缓慢的施加合适的输入电流,使伺服阀到零位,即两个控制油口压力相等,记录下这时的电流值。沿同一方向缓慢地增加输入电流,直到两控制油口压力变化,这时反向缓慢地改变输入电流,直到控制油口压力重新相等,并记下此时的电流值。取上述两次使伺服阀置零的电流平均值就是零偏电流。

3.7 负载流量试验模块

负载流量试验模块用于测试伺服阀的稳态负载特性。伺服阀的工作点由数据采集卡的 D/A 输出信号自动设置。通常把伺服阀的工作点设置为 4 个:25% In, 50% In, 75% In, 100% In。

3.8 频率响应试验模块

频率响应试验模块用于测试电液伺服阀的频率响应特性。目的是要得到伺服阀的幅频曲线、相频曲线和频宽。采用扫频法测试伺服阀的频率响应特性^[6-7]。

4 结论

电液伺服阀动态性能测试系统,是建立一套计算机数据采集和数字控制系统,与试验台连接起来,由计算机对各试验参数,如压力、流量、转速、温度等参数进行数据采集、量化和处理并输出测试结果。在试验过程中,计算机还可以根据数字反馈或人工输入要求,对测试过程进行控制,达到计算机密切跟踪和控制试验台及试件状态的目的,从而高速、高精度地完成对液压产品的性能测试。该系统利用计算机编程、数据处理技术代替传统的手工数据处理方法,测试部分操作简单,提高了测试的精度。

参考文献

- [1] 汪首坤. 电液伺服阀动态性能测试技术的研究 [J]. 液压与气动,2003(6):48-50.
- [2] 陈翔,吴守正,邹占江,等. 电液伺服阀流量特性计算机辅助测试系统 [J]. 测控技术,1995,14(3):35-36.
- [3] 刘国昌. 液压 CAT 技术的研究与实现 [J]. 煤矿机械,2006(6):973-975.
- [4] 王野牧,王莉,刘峰,等. 电液伺服阀的计算机控制与性能测试实验系统 [J]. 沈阳工业大学学报,1997,19(4):51-54.
- [5] 姜万录,王燕山,王益群,等. 电液伺服阀综合性能 VICAT 系统 [J]. 机床与液压,2002(1):143-144.
- [6] 陈昌,王军政,彭熙伟,等. 可编程控制器在电液伺服阀性能测试中的应用 [J]. 液压与气动,2003(6):57-60.
- [7] 陈章位,穆立江. 电液伺服阀计算机辅助测试技术的研究 [J]. 机床与液压,2005(1):101-103.