

基于 Matlab 的水泵机组故障信号采集系统的设计

林 立 李蕴升 李文明 马乔乔

(江苏省淮沭新河管理处, 江苏 淮安 223005)

摘要: 水泵机组作为水利系统里无法取代的设备, 其正常运行对整个系统起着至关重要的作用。针对水泵机组在发生故障时, 故障信号确认难, 采集精度低的问题, 本文设计了基于 Matlab 的水泵机组故障信号采集系统, 详细的给出了设计的过程, 最后通过采集的数据说明了该系统采集的数据不仅稳定可靠且精度高。

关键词: 水泵机组; Matlab; 信号采集

中图分类号: TP274+.2 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839 (2017) 02-0035-03

Design of fault signal acquisition system for pump unit based on Matlab

LIN Li, LI Yunsheng, LI Wenming, MA Qiaoqiao

(New Huaishu River Management Division of Jiangsu Province,
Huaian 223005, Jiangsu)

Abstract: The normal operation of the pump unit plays a vital role for entire system. Aiming at the problem that the fault signal is difficult to be recognized and the precision is low when the pump unit broke down, a fault signal acquisition system for pump unit based on Matlab is designed. The design process is given in detail. Finally, the results show that the system is stable, reliable, and of high precision.

Key words: pump unit; Matlab; signal acquisition

0 引言

在水利系统中,水泵机组的应用非常广泛,其稳定工作对系统的正常运行至关重要,而且随着我国经济水平的提高及其科研水平的提升,水泵机组作为重要的设备得到了更多的关注^[1-2]。但是当水泵机组发生故障后,故障信号提取的精度不高,会影响故障点的准确判断,从而导致更大的经济损失,所以本文针对故障信号提取精度低的问题,详细的设计了基于 Matlab 的水泵机组故障信号采集系统。

1 Shannon 采样定理

信号采集就是将由各种传感器传送过来的模拟电信号转化为计算机所识别的数字信号,即 A/D 转换。采样频率 F_s 与实际原始信号的最高频率 F_m 的关系,我们可以根据 Shannon 采样定理来确定,即如下(1)式所示。

$$F_s \geq 2F_m \quad (1)$$

2 振动数据采集设备的选择

收稿日期: 2016-12-02

作者简介: 林立 (1990-) 男, 本科, 助理工程师, 主要从事工程管理工作。

在本工程中, 异步电机同步转速为 3000 r/min, 水泵转轴最大转速频率为 50 Hz, 这里需要在 10 倍工频范围内分析水泵机组的振动情况, 根据 (1) 式 Shannon 采样定理, 则采样频率至少要达到 1 kHz。

本系统的数据采集卡采用美国 NI 公司的 M 系列 PCI 总线的低价位数据采集卡 PCI-6221, 见图 1。具体使用时将此卡插入工业平板电脑 PCI 的扩展插槽中, 并将相应的软件驱动加载入操作系统即可。

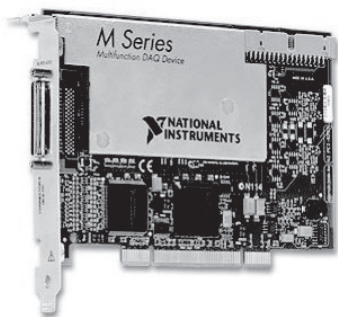


图 1 NI 公司 M 系列数据采集卡

这里选择上海航振仪器仪表公司的 HZ834 压电式加速度传感器和 HZYT898 电涡流式位移传感器, 其安装位置如图 2 所示。

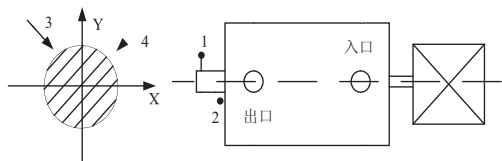


图 2 振动传感器安装位置

3 基于 Matlab 的信号采集

3.1 系统整体结构框图

Matlab DAQ Toolbox 为我们提供了很好的数据采集方法, 我们这里不必了解数据采集的驱动程序, 也不用了解为数据采集 M 文件提供的动态链接库, 只需要设置简单的几个参数和了解 Matlab 提供的数据采集命令, 就可以实现计算机的信号采集^[3]。基于 Matlab 的数据采集系统的简图, 见图 3。

3.2 系统参数设置

由信号采集理论和 Matlab DAQ 工具箱, 我们需要设置以下参数^[4]:

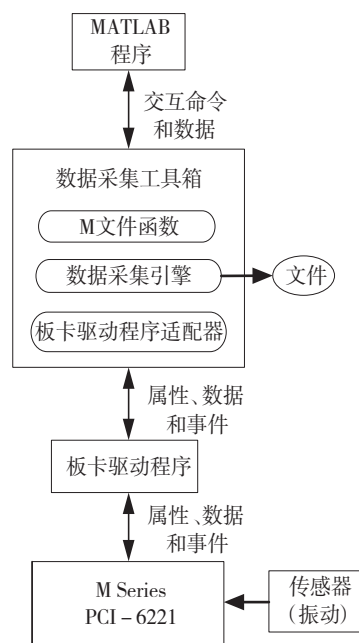


图 3 基于 Matlab 的数据采集系统

(1) 采样频率 F_s : 根据式子 (1) 的采样定理, 可以确定采样频率和信号频率关系如下。

$$F_s = 2.56 F_m$$

(2) 采样点数 N 、谱线 M 以及频率分辨率 ΔF 有如下关系:

$$N = 2.56 M$$

$$\Delta F = F_s / M$$

所以有

$$N = 2.56 F_s / \Delta F \quad (2)$$

由式 (2) 可以看出, 采样点数 N 与采样频率 F_s 成正比, 与频率分辨率 ΔF 成反比。又由于 Matlab 快速 Fourier 变换在数据量为 2^n 时, 计算速度最快, 因此工程中一般都会将计算的采样点数 N 折合到 2^n 值。例如, 我们这里的水泵机组转速 $R=3000$ r/min, 最大转速频率为 50 Hz, 要求 $\Delta F=1$ Hz, 想要分析 10 倍频以下的振动信号, 则设置采样频率为 $2.56 \times 500 = 1280$ Hz 就可以了, 靠近 2^n , 取 2048 可以满足要求。

(3) 触发方式有内触发和外触发, 这里不需要速度和相位触发, 因此, 采用内触发。

(4) 放大倍数, 与传感器相关的一个参数, 用于放大信号便于传输和处理, 因为选用振动传感器量程与采集卡相符, 故无需放大。

由于快速 Fourier 变换 (FFT) 一次处理的数据点数为 2^n , 并要求 2^n 个点数据正好是整个完整的工频周期内的模拟频率信号的采样值, 因此

整周期采样是一个难题。但是,煤矿井下水泵机组转速无需调速,几乎恒定,因此,这里只按照额定转速来设置采样频率,不采用精密准确的整周期采样。

3.3 Matlab 程序编写

首先安装 NI 公司 M 系列 PCI 数据采集卡的硬件驱动软件 NI-DAQmx version 7.5, 然后才可以利用 Matlab 数据采集工具箱对数据采集卡进行设定、操作、采集数据、预处理并以图表显示出来。

采集振动模拟量的步骤如下^[5]:

(1) 结束当前运行的数据采集设备

```
If (~isempty (daqfind)) % 关闭所有采集卡
```

```
Stop (daqfind)
```

```
End
```

(2) 创建目标设备

ai = analoginput ('nidaq', 'Dev6'); % 调用采集卡驱动, Dev6 为采集卡的 ID 号。

可以利用 DAQHWINFO 命令查询安装在 Matlab 里的硬件驱动, 也可以查询到采集卡的具体参数, 如: 可添加的总的通道数, 采样频率的范围, 数据类型等。

(3) 配置设备参数

```
addchannel (ai, 1: 10); % 设置模拟量输入通道
```

```
set (ai, 'InputType', 'Differential'); % 设置输入类型
```

```
ai.SampleRate=2048; % 设置采样频率
```

```
samplingtime=2; % 采样时间 2s
```

```
set (ai, 'TriggerType', 'Immediate'); % 设置触发类型
```

```
ActualRate=get (ai, 'SampleRate'); % 从 AI 中获取实际采样频率
```

```
set (ai, 'SamplesPerTrigger', duration*ActualRate); % 采样周期内的采样点数
```

(4) 开始采集数据

```
start (ai); % 开始采集数据
```

```
wait (ai, 2); % 等待 2s
```

```
data=getdata (ai); % 数据保存在 data 中
```

```
plot (data);
```

(5) 停止或者结束采样时, 释放内存

```
stop (ai);
```

```
delete (ai);
```

```
clear (ai);
```

3.4 水泵振动采样的信号波形

当水泵发生振动时, 对其信号进行了采集, 分别用传统的采集方法和本文设计的采集方法, 如图 4 和图 5, 从图 4 中可以看出采集的信号毛刺较多, 也就是对信号的采集精度低, 而图 5 采集的信号则毛刺少, 精度高, 有利于对故障信号的分析。

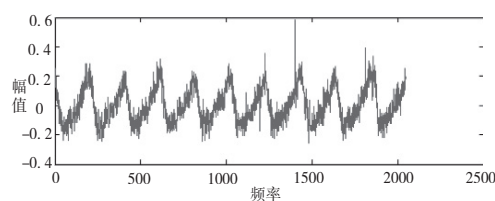


图 4 采用传统方法水泵机组振动信号的采样波形

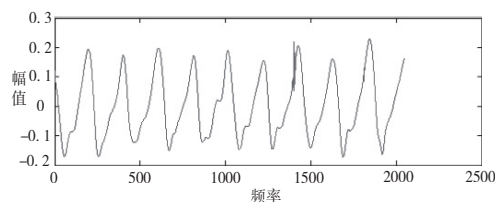


图 5 采用新方法对水泵机组振动信号的采样波形

4 结论

本文针对水泵机组故障时, 设计了对故障信号的采集系统, 分别就振动设备的选择、系统整体的流程框图、系统参数的设计、Matlab 程序的编写给出了详细的说明, 并且对比分析了传统采集方法对振动信号的采集波形, 从而证明了本文所设计的系统的合理性和可行性。

参考文献:

- [1] 渠时远. 我国水泵发展现状和节能的技术途径[J]. 通用机械, 2011(06): 14-16+18-21.
- [2] 陈德强, 马敬. 供水泵站水泵节能改造及其效益分析[J]. 中国给水排水, 2010(16): 135-137+140.
- [3] 楼建忠, 杨世锡, 马丽. 大型旋转机械振动信号采集与处理系统的研究[J]. 浙江理工大学学报, 2005(2): 154-156.
- [4] 魏薇. MATLAB 信息工程工具箱技术手册[M]. 北京: 国防工业出版社, 2004: 265-306.
- [5] 陈德娟. 基于 Matlab 的数据采集系统设计[J]. 应用科技, 2003, 30(4): 23-24.

(责任编辑: 华智睿)