

尹晓琦. 农业机械噪声监测虚拟仪器系统的研究与开发[J]. 江苏农业科学, 2014, 42(7): 402-404.

# 农业机械噪声监测虚拟仪器系统的研究与开发

尹晓琦

(淮阴工学院电子与电气工程学院, 江苏淮安 223003)

**摘要:**在分析噪声的度量方法和评价原理基础上, 采用虚拟仪器技术, 以 Labview 软件作为开发平台, 提出一种用于监测农业机械噪声的虚拟仪器系统, 分析了系统的总体结构, 并用图形化编程的方法设计了系统的程序框图。结果表明, 该系统能对环境噪声的波形数据进行实时采集、计算声级及分贝值等参数, 对噪声波形数据的功率谱和频率特性等进行分析, 并在人机交互的前面板上直观显示其噪声波形及频域特性等。实际监测的噪声波形和相关数据分析结果表明, 该系统具有较高的采样精度, 灵活性较好, 并具有较强的抗干扰能力, 在噪声的实际测量中具有广阔的应用前景。

**关键词:**噪声; 声卡; LabVIEW; 监测; 农业机械; 系统研究开发

**中图分类号:** TP391.9 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2014)07-0402-03

噪声是目前主要的环境污染之一, 农用机械工作环境恶劣, 产生的较大噪声对驾驶员的危害较大。拖拉机、农用运输车等在作业时产生的噪声可分为两大类: 一类是机内噪声, 如发动机、底盘等发出的噪声; 另一类是作业时的外部噪声。对于农田植物来说, 噪声能促进植物的衰老进程, 增加呼吸强度和内源乙烯释放量, 并能激活各种氧化酶和水解酶的活性, 使得果胶水解, 细胞被破坏, 从而导致细胞膜透性增加, 以 85 ~ 95 dB 的噪音对植物的生理活动影响较为显著。噪声监测的主要内容包括以下几个方面: (1) 测量噪声的声压级以检验其是否符合国家制定的规范标准; (2) 对噪声波形进行频谱分析, 以了解噪声的频谱分布情况; (3) 测量噪声源的声功率或声功率级, 以了解噪声源的有关特性<sup>[1]</sup>。

LabVIEW 是一种较好的图形化的虚拟仪器平台, 它内置信号采集、测量分析与数据显示功能, 将数据采集、分析与显示功能集中在同一个开放式的开发环境中<sup>[2]</sup>。计算机采集卡是信号记录仪器中的重要组成部分, 主要起 A/D 转换功能。目前的主流数据采集卡都包含完整的数据采集功能, 但这些卡的价格均比较昂贵; 相对而言, 同样具备 A/D 功能的声卡技术较为成熟, 已经成为计算机的标准配置<sup>[3]</sup>。本研究采用声卡采集农业机械噪声监测与分析虚拟仪器系统, 以期实现噪声声级数据的快捷及低成本传输。

## 1 噪声的度量与评价

在声波的传播过程中, 人耳能感受到的有效声压为瞬时声压的均方根值, 其数学表达式见式(1):

$$p = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T p^2(t) dt} \quad (1)$$

式中:  $T$  为时间间隔长度, s;  $P(t)$  为瞬时有效声压, Pa。

声压级的数学表达式为:

$$L_p = 20 \lg \frac{p_1}{p_0} \quad (2)$$

式中:  $p_1$  为声压, Pa;  $p_0$  为基准声压, 取值为  $2 \times 10^{-5}$  Pa。

通过式(2), 可将  $10^6$  数量级的声压变化范围转化成 0 ~ 120 dB 的声压级范围。

为了使噪声监测的结果与人耳对噪声的主观响应相一致, 需要在噪声采集的过程中加入计权网络<sup>[4]</sup>。目前计权网络主要有 A 计权和 C 计权 2 种方式, 其中 A 计权方式主要用于模拟人耳对 55dB 以下低强度噪声的频率响应特性, 与人耳对噪声中的低频成分不敏感、对高频成分敏感的主观感觉相吻合, 能反映人耳对噪声的实际频率响应特性。

如果测量采样时间间隔相同, 通过  $n$  次测量获得一组 A 声级数据, 则在测量时间段内的等效连续 A 声级为:

$$L_{eq} = 10 \lg \left( \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_{Ai}} \right) \quad (3)$$

式中:  $L_{Ai}$  为第  $i$  次测量得到的噪声瞬时 A 声级。

如果  $L_{Ai}$  是非连续的离散值, 则测量时间段内的等效连续 A 声级为:

$$L_{eq} = 10 \lg \left( \frac{\sum t_i \times 10^{0.1 L_{Ai}}}{T} \right) \quad (4)$$

式中:  $t_i$  为第  $i$  个 A 声级暴露时间, s;  $T$  为总的噪声暴露时间, s。

## 2 系统结构

农业机械噪声监测虚拟仪器系统的结构如图 1 所示, 可以看出, 该系统主要由噪声提取电路、A 计权电路、有效值检测电路、声卡采集及虚拟仪器平台等部分组成。

首先, 电容传声器将噪声转变成电信号, 经过放大后送入进行频率滤波的计权网络, 通过它进行声级 (又称计权声压级) 测量, 具体按照 GB/T 3222—1994《声学 环境噪声测量方法》<sup>[5]</sup> 和 GB/T 14623—1993《城市区域环境噪声测量方法》<sup>[6]</sup> 的要求, 这里采用 A 计权网络; 其次, 由于在声学测量中, 有效值反映声音的功率, 因此通过有效值检波器将交流信

收稿日期: 2013-09-20

基金项目: 国家星火科技计划 (编号: 2102GA690304); 江苏省淮安市科技支撑计划 (编号: HAS2012046)。

作者简介: 尹晓琦 (1975—), 女, 江苏淮安人, 硕士, 副教授, 主要从事通信与信号处理研究。E-mail: hy\_xuebao2009@126.com。

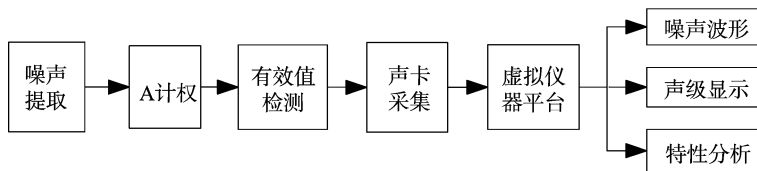


图1 系统结构框图

号转变为直流信号,并转换为直流信号有效值(MRS);最后通过计算机声卡对噪声数据进行采集,利用 Labview 软件对噪声进行实时的波形显示,并进行数据存储、声级的显示和特性分析。

### 3 噪声监测与分析系统

#### 3.1 声卡数据的采集流程

在 LabVIEW 环境中,LabVIEW 提供了一系列使用 Windows 底层函数编写的与声卡有关的函数,这些函数集中位于 All Functions 目录下 Graphics & sound 下的 Sound VI 下<sup>[7]</sup>。在 Sound VI 下有两大模块 Sound Input 和 Sound Output。声卡数据采集的流程见图 2,Sound Input 中关于声卡采集数据的函数有 SI CONFIG、SI START、SI READ、SI STOP、SI CLEAR 等,它们分别对声卡进行采集配置、启动采集、读取数据、停止采集、清空缓存数据<sup>[8]</sup>。声卡的参数设置由 Sound Input 模块中的 SI CONFIG 函数完成。

#### 3.2 系统实现

农业机械噪声监测虚拟仪器系统的程序框见图 3,噪声

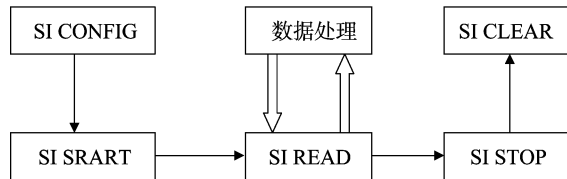


图2 声卡数据采集的流程

评价采用等效连续 A 声级,声卡装置 Realtek HD Audio 的分辨率为 16 位。Labview 软件通过 Acquire Sound 函数获取噪声数据,在前面板上实时显示噪声的波形,同时由 Spectral Measurements 函数对其功率谱特性进行分析,使用 Amplitude and Level Measurements 函数分析噪声数据的均方根值、最大值、最小值及直流分量等参数,并对噪声的分贝值进行计算和显示;另外由 FFT Spectrum (mag - phase) 子 VI 得出噪声的幅频和相频特性,并对声压值进行计算。

系统设计完成后,对农用拖拉机的机械噪声进行测试试验,测试及分析结果如图 3 所示。

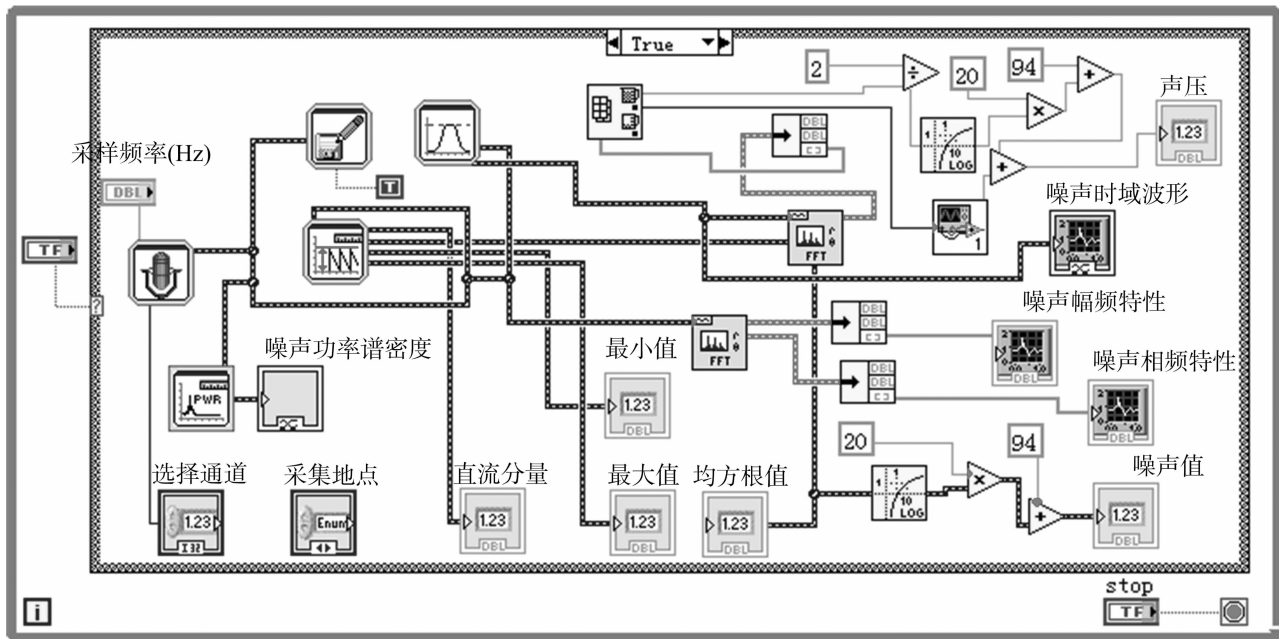


图3 噪声监测系统程序框

图 4 为噪声监测的实时波形和参数显示窗口。由于人耳能听到的最高频率是 20 kHz 左右,根据采样定理,为了不发生频率混叠,设定采样频率为 46.575 kHz,实际测得的噪声值为 65.369 9 dB,声压为 26.227 3 Pa,图 4 右侧为实际监测的噪声波形。

图 5 为噪声数据的特性分析窗口,主要包括噪声的功率

谱密度、噪声的幅频特性和相频特性。由于系统采用了 A 计权的方式,能实际反映人耳对噪声中低频不敏感、高频敏感的主观感觉,从而较好地反映了人耳的实际响应。从图 5 - a 中可以看出,噪声的功率分布主要集中在 0 ~ 20 kHz 的频率范围,只有小部分的功率分布在 20kHz 以上,符合实际人耳能感受的噪声范围;图 5 - b、图 5 - c 分别为测试噪声的幅频特

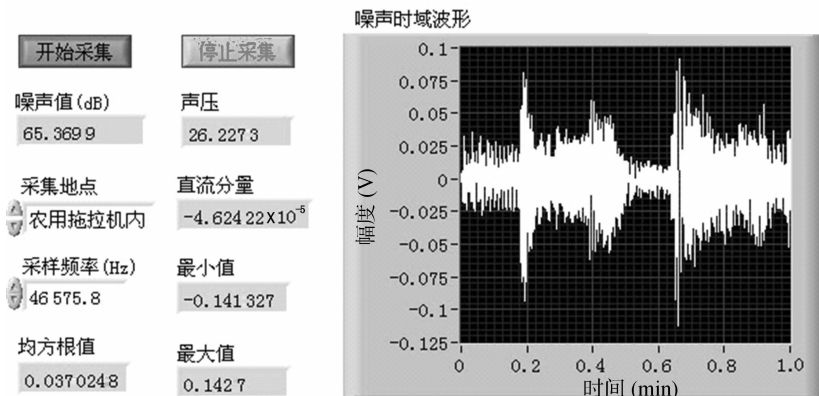


图4 噪声监测的实时波形与参数

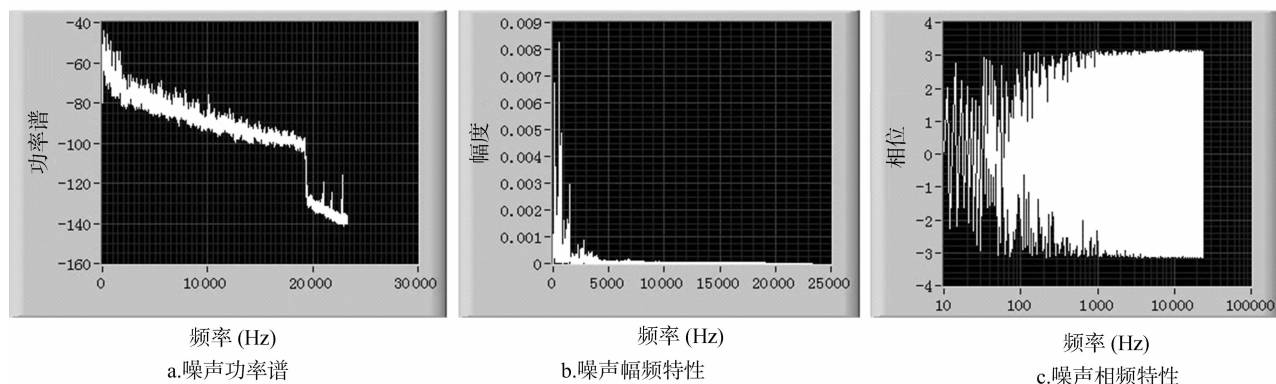


图5 噪声数据的特性分析

性、相频特性,幅度谱主要分布在 0~5 kHz 的低频段内,说明低频噪声占测试噪声的主要部分。

#### 4 结论

本研究所设计的农业机械噪声监测虚拟仪器系统可以实现噪声波形的实时监测,通过对其功率谱和频谱等特性进行分析,可对噪声值等参数进行计算和显示。该系统具有性价比高、抗干扰能力强、功能可扩展等特点,在农业机械噪声的实际测量中具有广阔的应用前景。

#### 参考文献:

[1] 刘砚华,张朋,高小晋. 我国城市噪声污染现状与特征[J]. 中国环境监测,2009,25(4):88-90.

[2] 陈锡辉,张银鸿. LabVIEW 8.20 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2007.  
 [3] 孙爱晶,刘毓,马贺洲. 基于 LabVIEW 的声卡数据采集及滤波处理设计[J]. 自动化与仪表,2009,24(5):45-47.  
 [4] 孙晶华. 环境噪声监测仪的研制[D]. 哈尔滨:哈尔滨理工大学,2010.  
 [5] GB/T 3222—1994 声学 环境噪声测量方法[S]. 北京:中国标准出版社,1995.  
 [6] GB/T 14623—1993 城市区域环境噪声测量方法[S]. 北京:中国标准出版社,1995.  
 [7] 陈珺,黄用勤,王永涛. 基于虚拟仪器的实时数据采集系统的设计[J]. 武汉理工大学学报,2007,29(6):122-124.  
 [8] 孟武胜,朱剑波,黄鸿,等. 基于 LabVIEW 数据采集系统的设计[J]. 电子测量技术,2008,31(11):63-65.