

# 基于MATLAB的声音信号频谱分析仪

尹学爱,马国利,冯伟伟

(滨州学院 航空工程学院,山东 滨州 256603)

**摘要:**对声音信号进行频谱分析,是认识声音信号和处理声音信号的重要方法,因而基于声音信号频谱检测具有重要的意义。通过PVDF压电薄膜传感器采集音频信号,利用信号处理模块、声卡和MATLAB工程软件对音频信号进行频谱分析,实现音频数据信息的分析显示。

**关键词:**PVDF;压电传感器;信号处理;MATLAB;频谱分析

**中图分类号:**G642.0

**文献标志码:**A

**文章编号:**1674-9324(2018)04-0276-03

## 引言

语音信号处理技术是语音处理领域中新近发展起来的一个学科分支,频谱分析技术是语音信号处理的基础。声音信号的采集与分析处理在工程应用中是经常需要解决的问题。如何实时采集声音信号并对其分析处理,找出声音信号的特征,在科学研究中是一项非常有意义的工作<sup>[1]</sup>。采用自行设计改进的PVDF压电薄膜式声音传感装置对音频信号进行采集,通过放大、滤波、非线性转换和信号转换等信号处理模块对采集的模拟音频信号进行处理,再通过声音频谱软件显示出音频信号的波形和各类频谱数据信息。压电传感器采用PVDF压电高聚物薄膜,具有良好的压电和

热释电效应,可广泛应用于声学设备,提高了音频信号采集的精度。

## 一、设计流程

采用PVDF压电高聚物薄膜自主设计改进音频信号采集模块,即压电式声音信号传感器,产生的电信号通过基本放大电路、主放大电路、滤波模块、非线性转换模块和信号转换模块进行信号处理转换,处理后的信号以数字信号形式传输到显示模块。用MATLAB Guide制作人机交换界面,即音频信号频谱分析显示虚拟仪器来分析显示采集处理的声音信号的波形和各类数据信息。

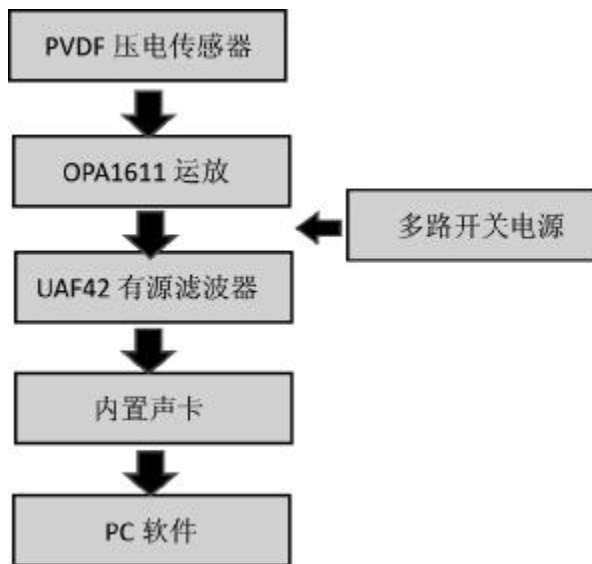


图1 设计流程图

收稿日期:2017-05-18

基金项目:国家自然科学基金(41401384);滨州市政策引导项目(2015ZC0208);滨州学院科研项目(BZXYG1510)

作者简介:尹学爱(1979-),女,汉族,山东邹平人。硕士,滨州学院光电工程学院实验师,主要从事大学物理实验教学与研究。

通讯作者:尹学爱。

## 二、设计原理

1. 信号采集。PVDF压电膜具有较高的化学稳定性、高热稳定性、高抗紫外线辐射能力,以及高耐冲击、耐疲劳能力,其化学稳定性比陶瓷高10倍,匹配状态好,应用灵敏度高;PVDF压电膜在厚度方向的伸缩振动的谐频率很高,可以得到较宽的平坦响应(0~500MHz),频响宽度远优于普通压电陶瓷换能器<sup>[2]</sup>。电容值高,相对介电常数较低,相应较高的压电常数值和热信号灵敏度值;柔软坚韧,PVDF的柔顺系数约为PZT的30倍,能制成所需的各种较复杂的形状。本仪器采用美国MEAS的SDT1-028K多功能的压电薄膜技术产品自屏蔽压电薄膜传感器,纵向应变系数高,内含同轴电缆,频带响应宽。

2. 信号处理。采用功耗精密双极OPA1611运算放大器,输入电路提供非常高的输入阻抗,极低输入电流和高速性能,操作电源电压从4V至36V(无论单或双电源),它结合了压电PMOS晶体管工艺和高电压双极晶体管的优点(互补对称金属氧化物半导体),是一款性能卓越的运算放大器,可对信号进行有效的放大处理<sup>[3]</sup>。集成运放获得了迅速发展,由它和R、C组成的有源滤波器,具有不用电感、体积小、重量轻等优点。此外,由于集成运放的开环电压增益和输入阻抗均很高,而输出阻抗又很低,由其构成的有源滤波器还具有一定的电压放大和缓冲作用<sup>[4]</sup>。

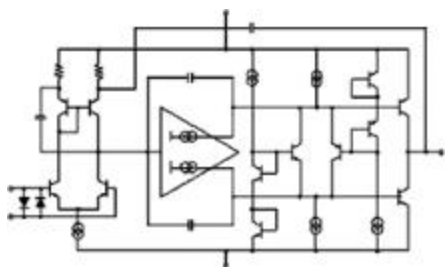


图2 OPA1611功能方框图

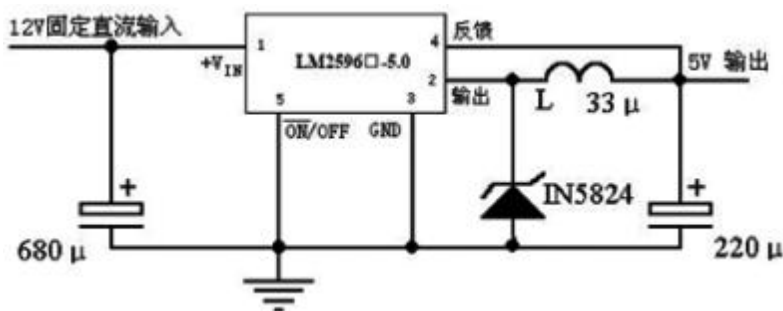


图4 LM2596典型电路(固定输出电压)

3. 软件实现。MATLAB(矩阵实验室)是MATRIX LABORATORY的缩写,是一款由美国The MATHWORKS公司出品的商业数学软件。MATLAB是一种用于算法开发、数据可视化、数据分析以及数值计算的高级技术计算语言和交互式环境的数学软件。它除了矩阵运算、绘制函数/数据图像等常用功能外,还可以用来创建用户界面及调用其他语言(包括C、C++和FORTRAN)编写的程序<sup>[5]</sup>。它提供的GUIDE工具为可视

本装置采用美国Burr-Brown公司推出的高集成度通用有源滤波器UAF42对信号滤波处理,使有用信号顺利通过,同时对无用频率信号进行抑制(或衰减)。UAF42通用性强、设计简单,具有高精度频率和高Q值的特点。

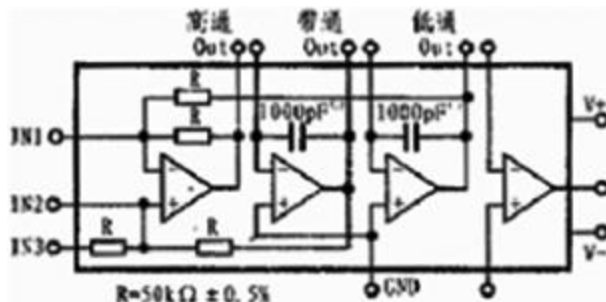


图3 UAF42的内部结构框图

初步处理的声音信号通过声卡的模拟声音信号的输入和输出功能实现声波/数字信号相互转换。经过放大滤波后的信号经过模拟/数字转换(A/D)电路和采样保持(S/H)电路,得到8位或16位数字化声音数据。其中数字信号处理器可以对声音数据进行ADPCM压缩,以DMA传送接口方式,通过PC总线,把数据存储在计算机磁盘上。采用12V 20AH蓄电池供电,LM2596多路开关电源控制输出。LM2596开关电压调节器是降压型电源管理单片集成电路,能够输出3A的驱动电流,同时具有很好的线性和负载调节特性<sup>[6]</sup>。固定输出有3.3V、5V、12V,具有高转换效率、很好的线性和负载调节特性、TTL关断能力,还有一个可调输出。在特定的输入电压和输出负载的条件下,输出电压的误差可以保证在±4%的范围内,振荡频率误差在±15%的范围内;可以用仅80μA的待机电流,实现外部断电;具有自我保护电路<sup>[7]</sup>。

化编程工具,可实现软件的界面设计,故采用MATLAB作为编程语言实现声音信号频谱分析仪,对数字信号进行数据处理。频谱分析傅里叶变换将波形x(t)变换为频谱x(f),从另一角度来了解信号特征。常见的傅里叶变换有DFT和FFT。在MATLAB中可利用函数FFT来计算序列的离散傅里叶变换DFT。FFT是时域和频域转换的基本运算。

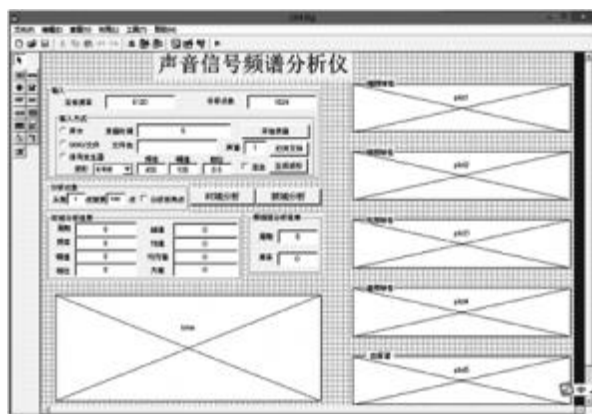


图5 界面构图

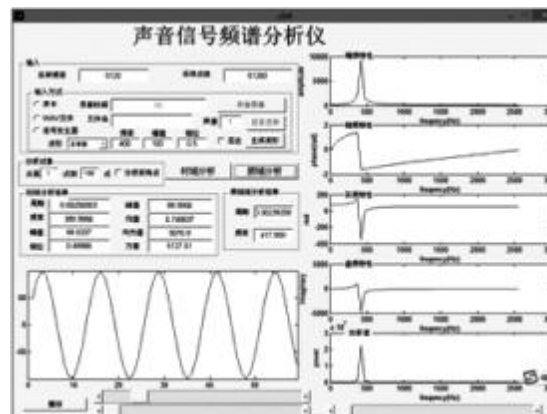


图6 频谱分析

### 三、结论

声学在科技、医疗、航空等各领域应用广泛,例如超声波探测、声呐、声学成像等。压电式声音信号检测仪器可实现声音信号的波形、频谱、数据的综合分析显示,直观显示声音信号,可用于声学实验的演示,操作便捷,演示效果科学明显,可以弥补基础声学实验教学仪器的空缺。

#### 参考文献:

[1]陈家焱,陈冬娇,张达响.基于Matlab的声音信号采集与分析处理[J].计算机与现代化,2005,(6):91-92.

[2]揭峰.PVDF压电膜传感器的应用分析[J].无线互联科技,2013(1):156-157.

[3]杨宁,成立,王改,等.采用输入信号适配技术的BiCMOS运放[J].半导体技术,2009,34(11):1122-1126.

[4]郭航宇,周凤星,兰建武.基于XBee-pro的布袋除尘检漏无线控制系统[J].太赫兹科学与电子信息学报,2011,09(6):795-798.

[5]王金平.嵌入式旋转机械状态监测系统的设计与研究[D].南京:东南大学硕士论文,2006.

[6]王岩,苗润杰,苏锡寰.利用MATLAB进行冲淤变化分析计算[J].港工技术,2014,(2):69-71.

Based on the MATLAB Voice Signal Spectrum Analyzer

YIN Xue-ai, MA Guo-li, FENG Wei-wei

(Aeronautical Engineering Department, Binzhou University, Binzhou, Shandong 256603, China)

**Abstract:** The spectrum analysis of the sound signal is an important method for recognizing the sound signal and processing the sound signal, and it is very significant to the sound signal spectrum detection. Through PVDF piezoelectric film sensors to collect audio signal, using the signal processing module, sound card and engineering software MATLAB to audio signal spectrum analysis, achieve the audio data information display.

**Key words:** PVDF; piezoelectric sensor; signal processing; MATLAB; spectrum analysis