

含噪语音信号分析与处理

张娜,袁训锋

(商洛学院 电子信息与电气工程学院,陕西商洛 726000)

摘要:语音信号在传输时受到噪声的污染会影响信息传递的可靠性与清晰度,以 MATLAB 为仿真工具,录制一段语音并加入高斯噪声模仿含噪语音信号,再分别设计出低通、高通、带通、带阻滤波器对含噪的语音信号进行滤波处理,最终比较滤波效果。结果表明:人的声音能量主要集中在低频部分,而噪声能量主要集中在高频部分,采用低通滤波器和带阻滤波器对含噪语音信号进行滤波具有较好的效果。

关键词:含噪语音信号;滤波器;滤波处理

中图分类号:TN912.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1674-0033(2016)06-0011-05

Analysis and Processing of Noisy Speech Signal

ZHANG Na, YUAN Xun-feng

(College of Electronic and Electrical Engineering, Shangluo University, Shangluo 726000, Shaanxi)

Abstract:Noise mixed with speech signal in transmission affects the reliability and clarity of the information transmission. with MATLAB as a simulation tool, a voice recording and join Gaussian noise, bilinear transform method is used to design the low-pass, high pass, band pass, band stop digital filter to filter the noisy speech signal, and compare the filtering effect. The results show that the sound energy is mainly concentrated in the low frequency part, and the noise energy mainly concentrated in the high frequency part, application of low pass filter and band stop filter of speech signal with noise has a better effect.

Key words:noisy speech signal; wave filter; filtering process

数字信号处理不仅是一门发展迅速、应用广泛的前沿性学科,而且是一门理论性强、应用广、难度大的交叉性学科,随着科技的迅速发展,数字信号处理也在逐步朝着数字化、可视化、智能化、软件化的方向发展^[1-2]。对语音信号进行处理是达成人机交互与通信技术的必要方式,因而受到人们的普遍关注^[3-4],主要采用数字信号处理的技术对语音信号在时域或频域进行分析和处理的一门学科,涉及语音学、信息论、随机过程、模式识别等多学科领域^[5-6]。因此对语音信号的分析 and 处理需要一个方便且强大的工具,美国的

mathworks 公司所发布的 MATLAB,是科学计算、可视化和交互式程序所设计的高科技计算环境。它将数值分析、矩阵计算、动态系统建模与仿真等多种强大的功能集成在一个视窗环境中^[7-8],是一款对数据进行分析 and 处理能力相当强大的软件。

人类交换信息最常用、最有效的方法是通过语音来传递,本文以 MATLAB 为仿真工具,利用电脑录制一段语音信号,再加入噪声,并对加噪前后的时域、频域特性进行分析,设计滤波器对含噪的语音信号进行滤波处理,最终对比滤波前

收稿日期:2016-05-29

基金资助:商洛学院教育教学改革研究项目(15JYJX123)

作者简介:张娜,女,陕西商州人,硕士,讲师

后语音信号的时域和频域特性,回放含噪语音信号和去噪语音信号,对比分析处理前后声音的不同。

1 语音信号处理原理

采用 PC 机上的声卡和 windows 下的录音机录制的一段语音,通过模数转换器将模拟信号转

换成数字信号后加入噪声模仿被污染的语音信号,再通过数字滤波器对噪声污染的语音信号进行滤波,最后通过数模转换器得到处理后的语音信号,将处理后的语音信号与原始录制的语音信号进行对比分析。其原理框图如图 1 所示,程序流程图如图 2 所示。

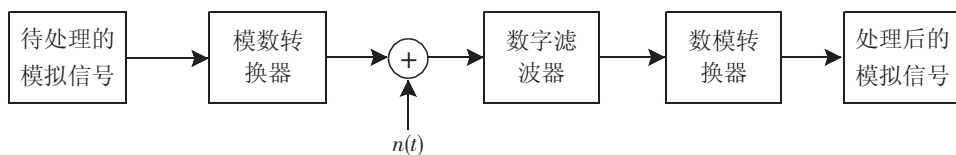


图 1 语音信号处理原理框图

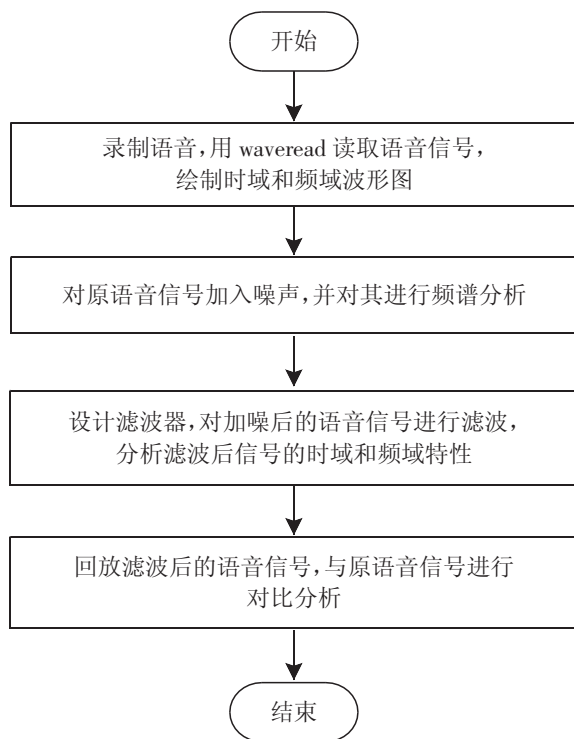


图 2 语音信号处理流程图

2 含噪语音信号的处理

2.1 语音信号采集

采用 PC 机上的声卡和 Windows 下的录音机录制的一段语音“电子信息与电气工程学院”,保存为(fl.wav),时间控制在 10 s 以内。在 MATLAB 软件平台下,利用函数[x,Fs,nbits]=waveread('fl.wav')对语音信号进行采集,采集的数字信号数值放在向量 x 中,采样频率和采样点数分别放在 F_s 和 $nbits$ 中。

2.2 语音信号频谱分析

在 MATLAB 中,对采集的语音信号 x 进行傅里叶变化得到其频谱特性,所使用的函数为

$X=fft(x,L)$ 。其中 x 为语音序列, L 为长度, X 是语音序列的 FFT 变换。采集的语音信号如图 3 所示,图 3(a)为时域波形图,图 3(b)为频谱图。

由图 3 看出,当读“电子信息与电气工程学院”时,由图 3(b)看出,所对应的频率大概在 200 Hz 左右,语音信号主要集中在低频部分,而未发声的信号主要集中在高频部分。

2.3 含噪语音信号合成

在 MATLAB 中采用 WGN 函数、AWGN 函数和 randn 函数均可以产生高斯白噪声。本文是利用 MATLAB 中的随机函数(rand 或 randn)产生噪声 $noise=0.05*randn(L,2)$,其中所产生的噪声

乘以 0.05 的作用为适当减弱噪声的作用,对语音信号进行处理时使结果更明显,接着用函数 $xn=x+\text{noise}$ 将语音信号和高斯噪声进行叠加,模

仿语音信号被污染,绘制出加噪语音信号的时域和频域图如图 4 所示,图 4(a)为时域波形图,图 4(b)为频谱图。

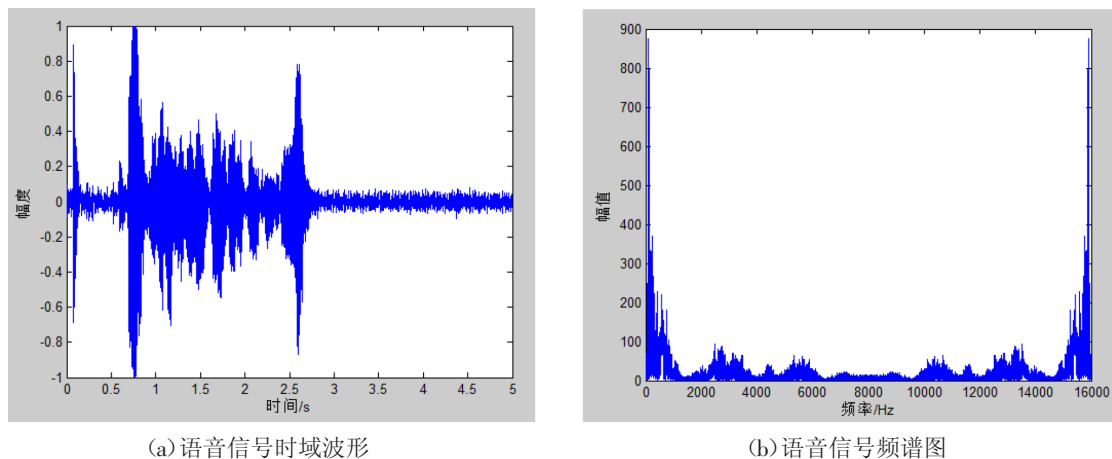


图3 语音信号图

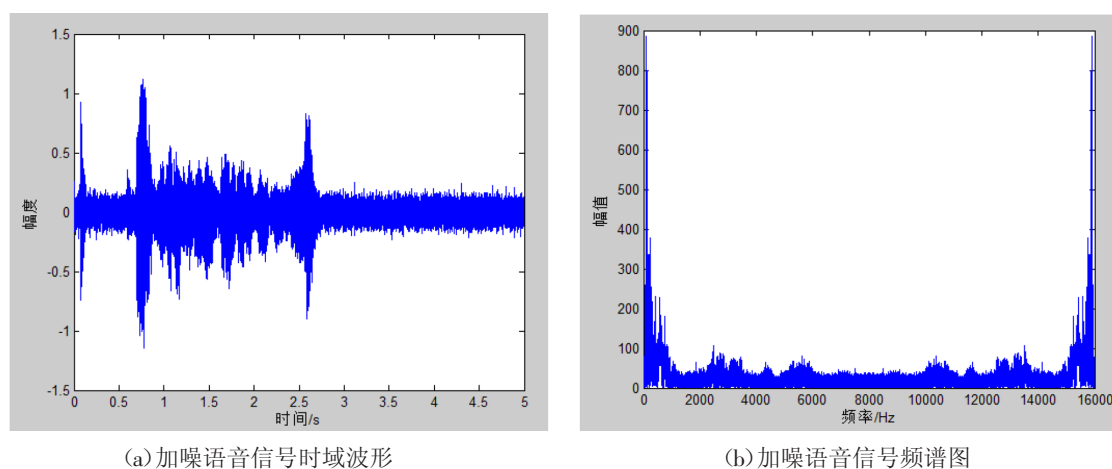


图4 含噪语音信号合成图

对比图 4(b)与图 3(b),可以看出加噪后合成的语音信号其噪声主要集中在高频段内,样本声音的能量集中在 0.1π 以内, 0.4π 以外的高频部分很少。

2.4 滤波器设计及去噪处理

在 MATLAB 中,采用 filter 函数可以对含噪的语音信号进行滤波处理。根据图 3、图 4 的分析,设计滤波器时其性能指标为:

低通滤波器性能指标: $W_p=0.075 \pi$, $W_s=0.15 \pi$, $R_p=1$, $R_s=100$;

高通滤波器性能指标: $W_s=0.475 \pi$, $W_p=0.55 \pi$, $R_p=1$, $R_s=100$;

带通滤波器性能指标: $W_{p1}=0.15 \pi$, $W_{p2}=0.475 \pi$, $W_{s1}=0.075 \pi$, $W_{s2}=0.55 \pi$, $R_p=1$, $R_s=100$;

带阻滤波器性能指标: $W_{p1}=0.075 \pi$, $W_{p2}=$

0.55π , $W_{s1}=0.15 \pi$, $W_{s2}=0.475 \pi$, $R_p=1$, $R_s=100$ 。

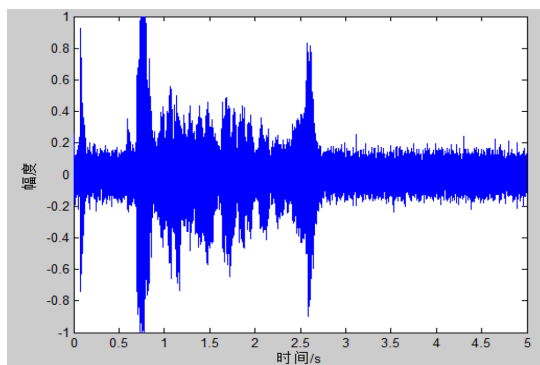
本文中设计出低通、高通、带通、带阻等四种情况下的数字巴特沃斯滤波器对含噪语音信号进行滤波处理,并仿真得到滤波前后信号的波形图和频谱图,如图 5~图 8 所示。

将图 5、图 6、图 7、图 8 分别与图 3 进行比较可得:低通滤波后频谱图、带阻滤波后频谱图与样本语音信号频谱图比较接近,而高通滤波后频谱图、带通滤波后频谱图与样本语音信号频谱图有较大差异;也说明声音能量主要集中在低频部分,噪声能量主要集中在高频部分,故采用低通和带阻滤波器对加噪语音信号进行滤波具有较好的结果。

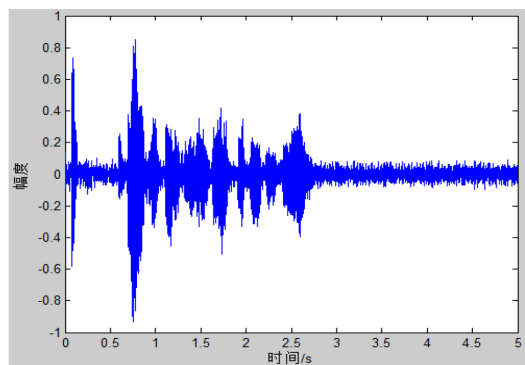
在 MATLAB 中,对语音信号进行回放可采用函数 wavplay。对滤波后的声音回放进行对比,可以得到:高通滤波后原样本声音基本听不到杂

音较大,低通、带通、带阻滤波后均能听到“电子信息与电气工程学院”语音;低通滤波后,声音比

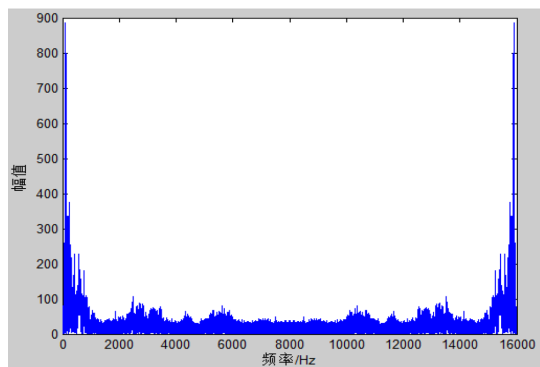
较接近样本声音但有些低沉发闷;带通滤波后,噪音大一些;带阻滤波后,声音较接近样本声音。



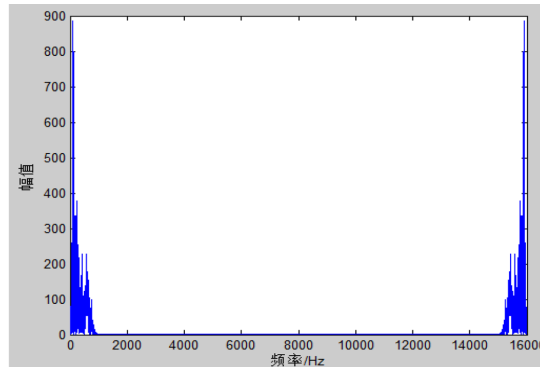
(a) 加噪语音信号波形



(b) 低通滤波后波形

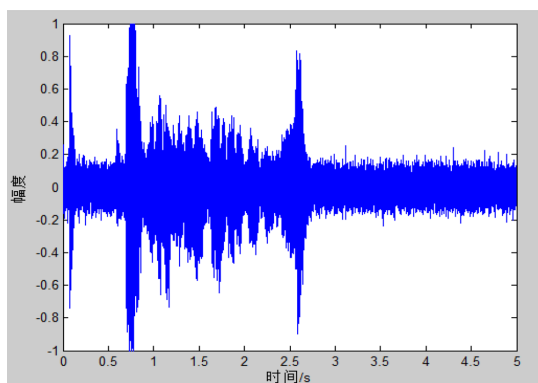


(c) 加噪语音信号频谱图

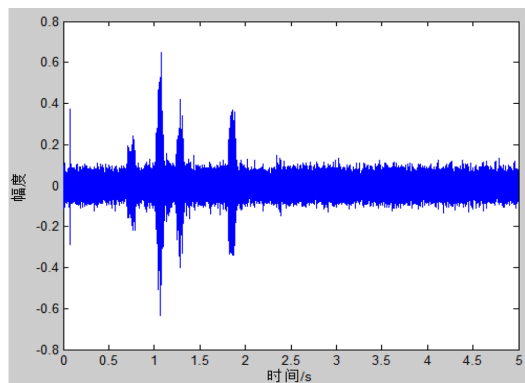


(d) 低通滤波后频谱图

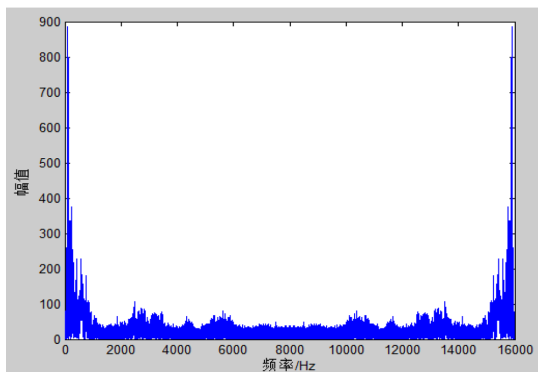
图 5 低通滤波前后波形图与频谱图



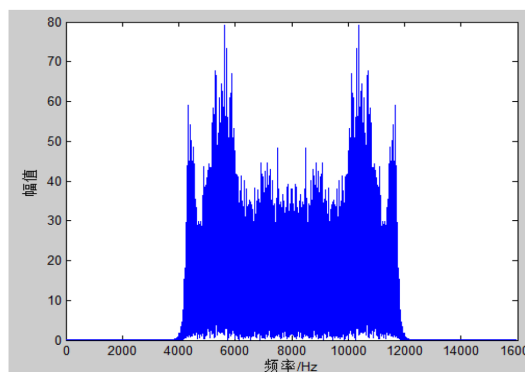
(a) 加噪语音信号波形



(b) 高通滤波后波形



(c) 加噪语音信号频谱图



(d) 高通滤波后频谱图

图 6 高通滤波前后波形图与频谱图

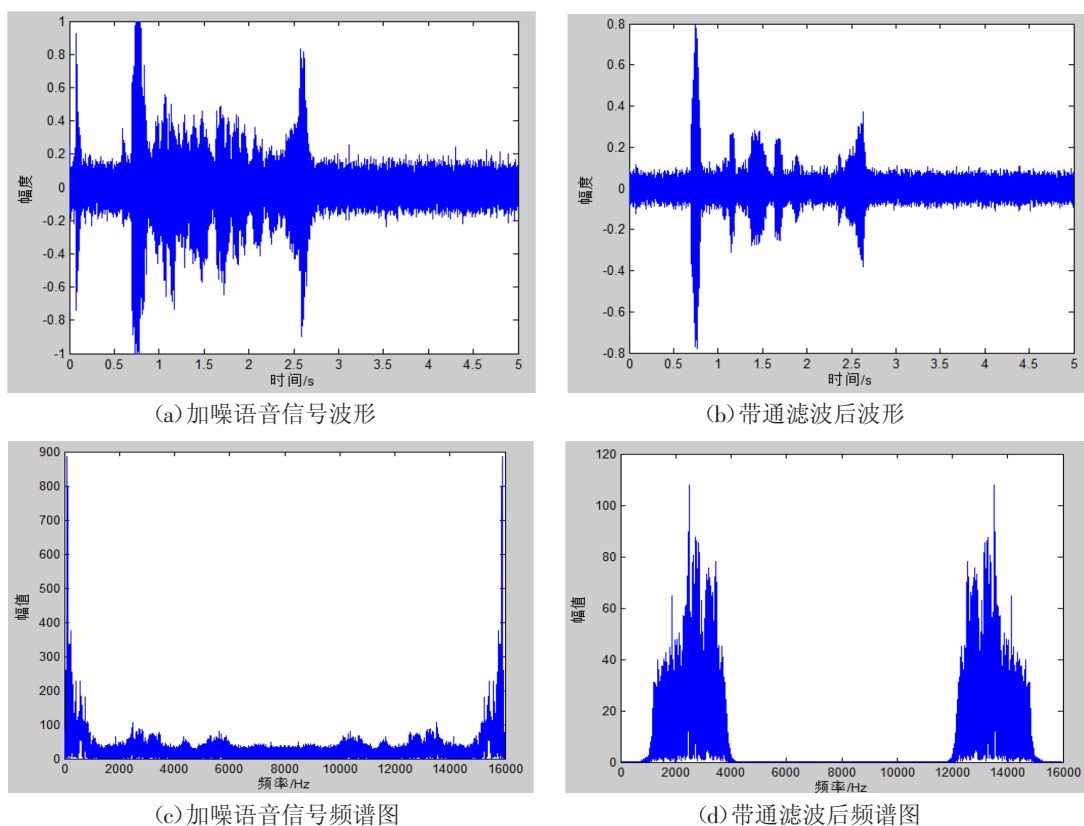


图7 带通滤波前后波形图与频谱图

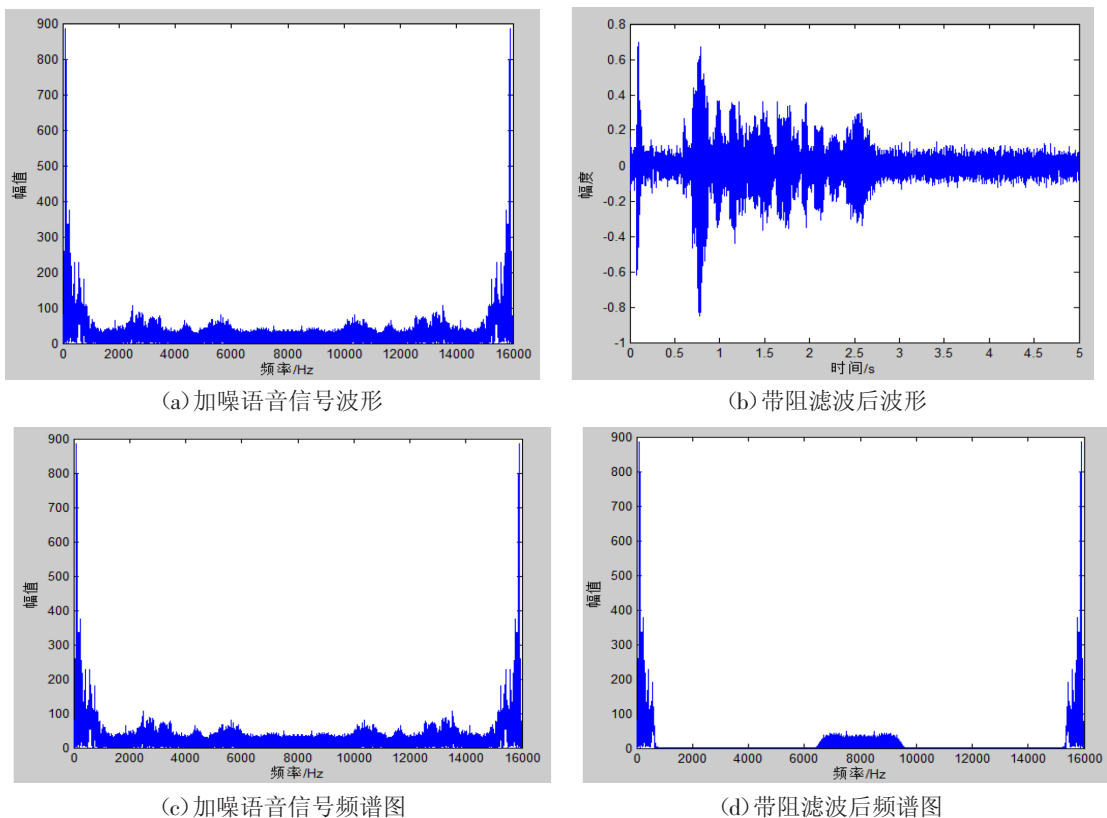


图8 带阻滤波前后波形图与频谱图

3 结论

本文通过对加噪合成语音信号设计低通、

高通、带通、带阻数字巴特沃斯滤波器,可有效地解决语音信号去噪的问题。(下转第26页)

第五步: 平均每个螺钉所承受的剪切应力 τ_s :

$$\tau_s = \tau / 6 \approx 447 \text{ MPa};$$

第六步: 校核

$$Q = \tau_s \times A = 447 \times 3.14 \times (2.5 \times 10^{-3})^2 \approx 8772 \text{ N};$$

$$Q_{\max} = [\tau_s] \times A \times 85\% = 436 \times 3.14 \times (2.5 \times 10^{-3})^2 \times 85\% \approx 7273 \text{ N};$$

因为 $Q > Q_{\max}$, 所以认为螺钉受载过大, 从而导致断裂失效。

3 结论与讨论

通过断面分析发现, 此 20 钢螺钉以脆性断裂为主, 组织为大量铁素体+少量片状珠光体, 螺钉中 P 含量偏高, 因此材料的强度和塑韧性均较低。且螺钉晶内和晶界处含有大量二次相和夹杂物, 易引起裂纹的产生与扩展。力学分析结果表明, 每个螺钉所承受的平均剪切应力为 447 MPa, 使用过程中因受载过大导致最终的断裂失效。由于螺钉在较大载荷作用下形成了微裂纹, 造成承载力下降, 建议对螺钉进行定期更换; 从材料成分方面来看, 建议采用强度较高、韧性较好的螺钉材料。

参考文献:

- [1] 王建奇, 李海霞, 王梅英, 等. 20 钢吊环螺钉断裂分析[J]. 大型铸锻件, 2016(4): 34-36.
- [2] 朱重庆, 张先鸣. 内六角螺钉断裂失效分析[J]. 金属制品, 2013, 39(4): 60-63.
- [3] 胡春燕, 姜涛, 刘新灵. 某钢制螺钉断裂失效分析[J]. 金属热处理, 2014, 39(2): 141-144.
- [4] 张美丽, 乔成芳. 回火温度 $\times 21\text{CrMoV}121$ 钢组织和性能的影响[J]. 商洛学院学报, 2015, 29(4): 47-50.
- [5] 骆宁, 宾远红, 李培芬. 1018 钢螺钉断裂失效分析理化检验(物理分册), 2016, 52(4): 281-283.
- [6] 唐文忠, 刘海波, 张林涛. ML30CrMnSi 螺钉断裂分析[J]. 金属制品, 2015, 41(3): 54-58.
- [7] 卢忠铭, 倪进飞, 尤晋, 等. 35 钢螺钉断裂分析[J]. 理化检验(物理分册), 2011, 47(7): 459-461.
- [8] 廖景娱. 金属构件失效分析[M]. 北京: 化学工业出版社, 2010: 50-52.
- [9] 毕宗岳, 杨军, 牛靖, 等. X100 高强管线钢焊接接头的断裂韧性[J]. 金属学报, 2013, 49(5): 576-582.
- [10] 束德林. 工程材料力学性能[M]. 北京: 机械工业出版社, 2011: 74-75.

(责任编辑: 张国春)

(上接第 15 页) 对不同滤波器滤波后的效果比较, 并与理论分析比较, 得到采用低通滤波器和带阻滤波器对加噪语音信号进行滤波具有较好的结果。

参考文献:

- [1] 冯玉亮, 孙祥娥. MATLAB 语音信号分析和处理[J]. 电脑知识与技术, 2012, 7(13): 3145-3147.
- [2] 丁玉美, 高西全. 数字信号处理[M]. 西安: 西安电子科技大学出版社, 2011: 1-10.
- [3] 杨毅, 李则伟, 邓北星, 等. 语音信号处理实验的改革与实践[J]. 实验室研究与探索, 2014, 33(4): 123-126.

- [4] 王荣, 温阳, 徐晓龙. 一种新的基于闪烁噪声的扩展目标跟踪方法[J]. 商洛学院学报, 2016, 30(2): 19-24.
- [5] 李亚文. 基于 LPC 的语音信号特征参数提取算法研究[J]. 商洛学院学报, 2015, 29(4): 25-28.
- [6] 徐静涛, 王金根. 基于 MATLAB 的语音信号分析和处理[J]. 重庆科技学院学报(自然科学版), 2008, 10(1): 132-135.
- [7] 魏克新. MATLAB 语言与自动控制系统设计[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 1-12.
- [8] 张磊, 毕靖, 郭莲英. MATLAB 实用教程[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2011: 5-20.

(责任编辑: 李堆淑)