

导波信号处理程序集

马 骋

MATLAB工具开发



哈爾濱工業大學
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY

Table of Contents

引言	1.1
运行说明	1.2
功能示例	1.3
数据读取	1.3.1
低通滤波去噪	1.3.2
傅立叶分析	1.3.3
信号时程绘图	1.3.4
频谱绘图	1.3.5
小波分析	1.3.6
图像保存	1.3.7

引言

基于导波的健康监测研究需要大量应用信号处理技术：

- 时程分析
- 傅立叶变换
- 频响函数分析
- Hilbert变换包络分析
- 小波时频谱分析
- 信号叠绘

诸多功能的分别编程耗费大量的时间精力，为了提高信号处理方面的研究效率，集成研发该工具箱。

运行说明

程序调用

程序运行需要调用外部工具箱 `tools.m`，2017.01.08版本。该程序基本说明如下：

版本说明：信号处理函数工具箱
马骋, 2016.04.29

更新日志：

2016.04.29, 增加xyt函数；
2016.04.30, 增加getmat函数；
2016.04.30, 更新paradlg冲突bug；
2016.05.03, 更新paradlg空格bug；
2016.05.03, 增加range函数；
2016.05.04, 增加row2mat函数；
2016.05.06, 增加html函数；
2016.05.06, 增加clean函数；
2016.12.13, 增加colorOrder函数；
2016.12.21, 增加xline函数；
2017.01.05, 修改paradlg函数，智能弹出；
2017.01.05, 增加saveGragh函数；
2017.01.08, 增加xGrid, yGrid网格线

数据格式

程序针对**DPO2024**示波器输出的csv数据，读取到MATLAB进行处理。



DPO2000B 系列

数据通道支持任意通道数目，默认ch1为激发信号，ch2及后续通道为接收信号。数据基本形式为：

```
Model,DP02024
Firmware Version,1.25

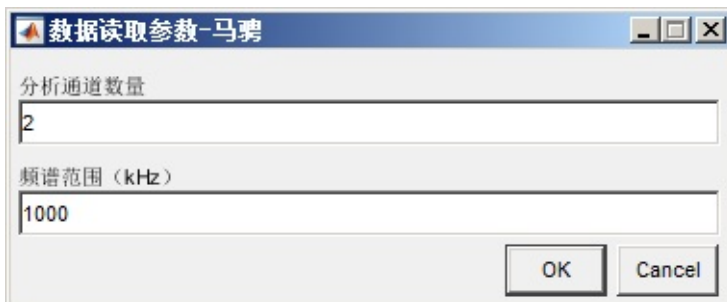
Point Format,Y,
Horizontal Units,S,
Horizontal Scale,0.0001,
Sample Interval,8e-09,
Filter Frequency,2e+08,
Record Length,125000,
Gating,0.0% to 100.0%,0.0% to 100.0%
Probe Attenuation,10,10
Vertical Units,V,V
Vertical Offset,0,0
Vertical Scale,20,1
Label,,
TIME,CH1,CH2
-1.28000e-04, -0.45,0.0198438
-1.27992e-04, -0.4,0.02
```

此处演示程序的主要信号处理功能。

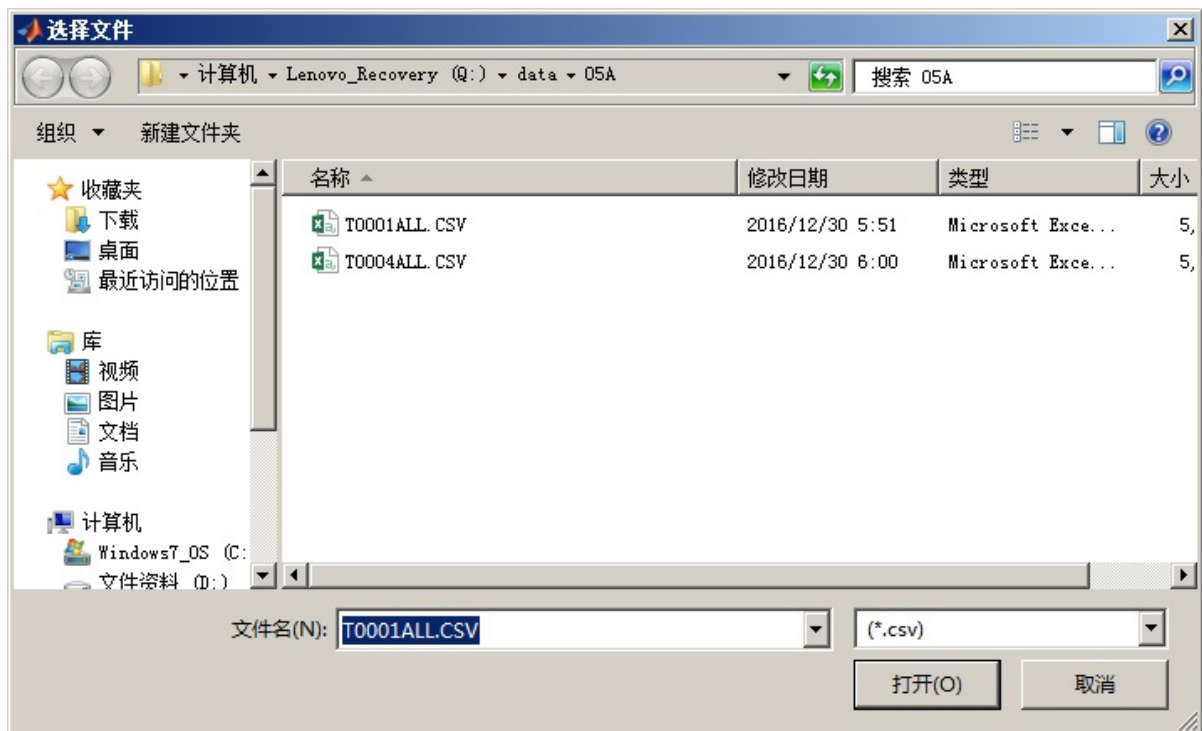
数据读取

```
clc,clear,close all
s = guw();                                % 对象
初始化
s.input();                                % csv数
数据读取对话框
```

- 数据读取设置 默认的通道数量为2，默认ch1为激发信号，ch2及后续通道为接收信号。频谱范围表示后续傅立叶变换后需要展示的频谱区间。



- 通过对话框选择需要分析的数据文件



如此即可实现数据的读取。本程序采用面向对象的方法编制，程序运行中的所有信息保存在一个 `s` 对象中：

```
>> s
```

```
s =
```

[guw](#) with properties:

```
    M: [125000x4 double]
    dt: 8.0000e-09
    fs: 1.2500e+08
    t0: [125000x1 double]
    t: [125000x1 double]
    Nz: []
    inp: [125000x1 double]
    inp0: [125000x1 double]
    out: {[125000x1 double]}
    out0: [125000x1 double]
    inp_h: []
    out_h: []
    para: {2x1 cell}
    str_output: []
    str_task: []
    fc: []
    fck: []
```

若需要提取导出信号时程信息只需：

```
inp = s.inp;
out = s.out;
```

若不需要每次配置读取参数，可以设置为;

```
s.input(0);
```

不再弹出数据读取参数对话框，直接按上次输入参数执行。

低通滤波去噪

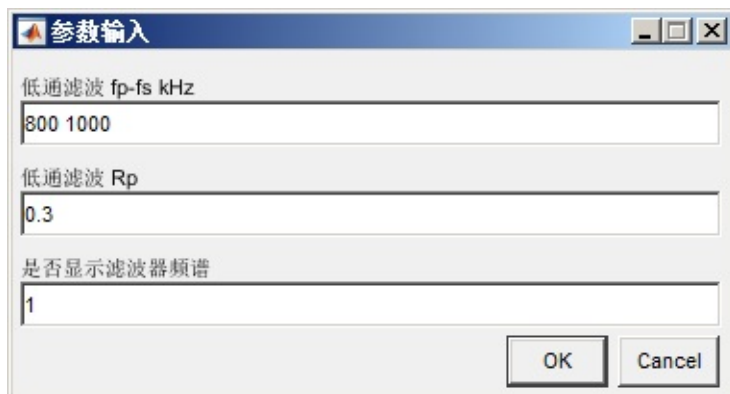
低通滤波器对输入、输出信号均进行滤波去噪，这一个过程也会引起信号的时域偏移和畸变。

如不需要，可以跳过这一步骤。

```
s.myfilter();  
器
```

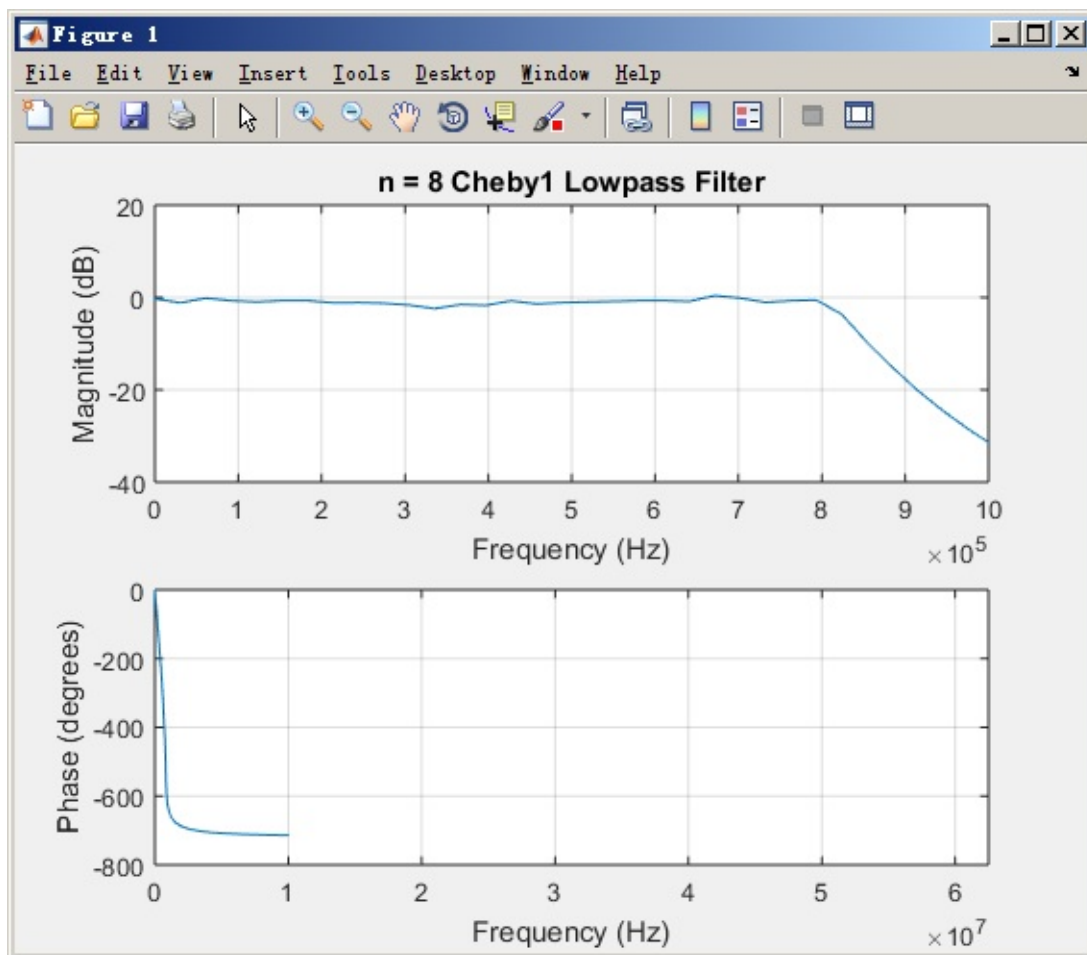
% 滤波

- 对话框参数设置



- 低通滤波器频域特性曲线

若幅频曲线连续，则滤波器正确。



若不需要弹出滤波器参数设置，可以设置：

```
s.myfilter(0);  
器
```

% 滤波

滤波器参数设置方法参见[MATLAB|低通滤波器参数设置问题处理方法](#)。

傅立叶分析

傅立叶分析功能包括：

- 输入输出信号的傅立叶变换，并计算归一化频谱
- 输出信号相对输入信号的频响函数

频谱图绘制在绘图模块展示。

信号时程绘图

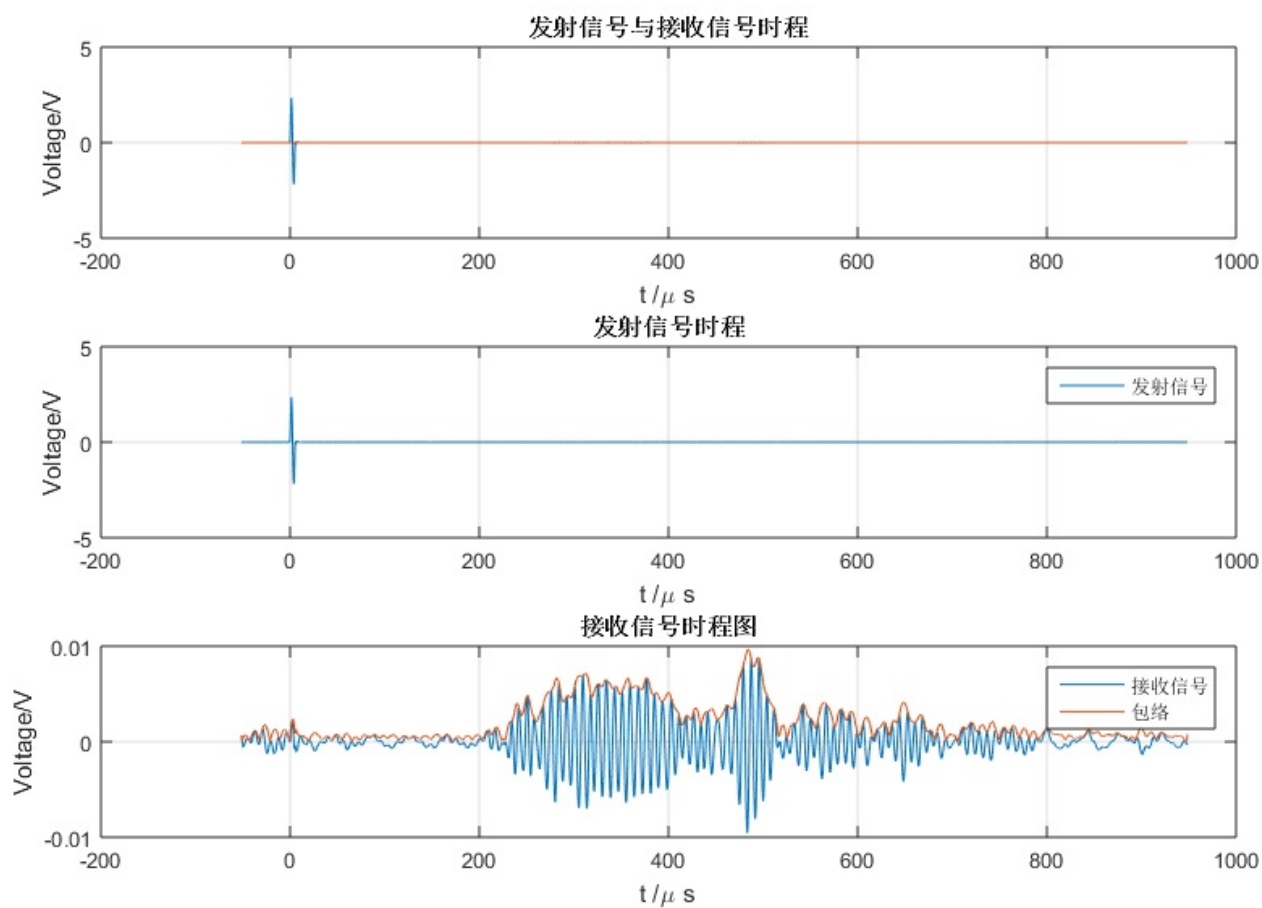
是否绘制包络图，可以通过输入参数设置，默认不绘制。

```
s.timePlot(); % 时域
绘图，绘制包络

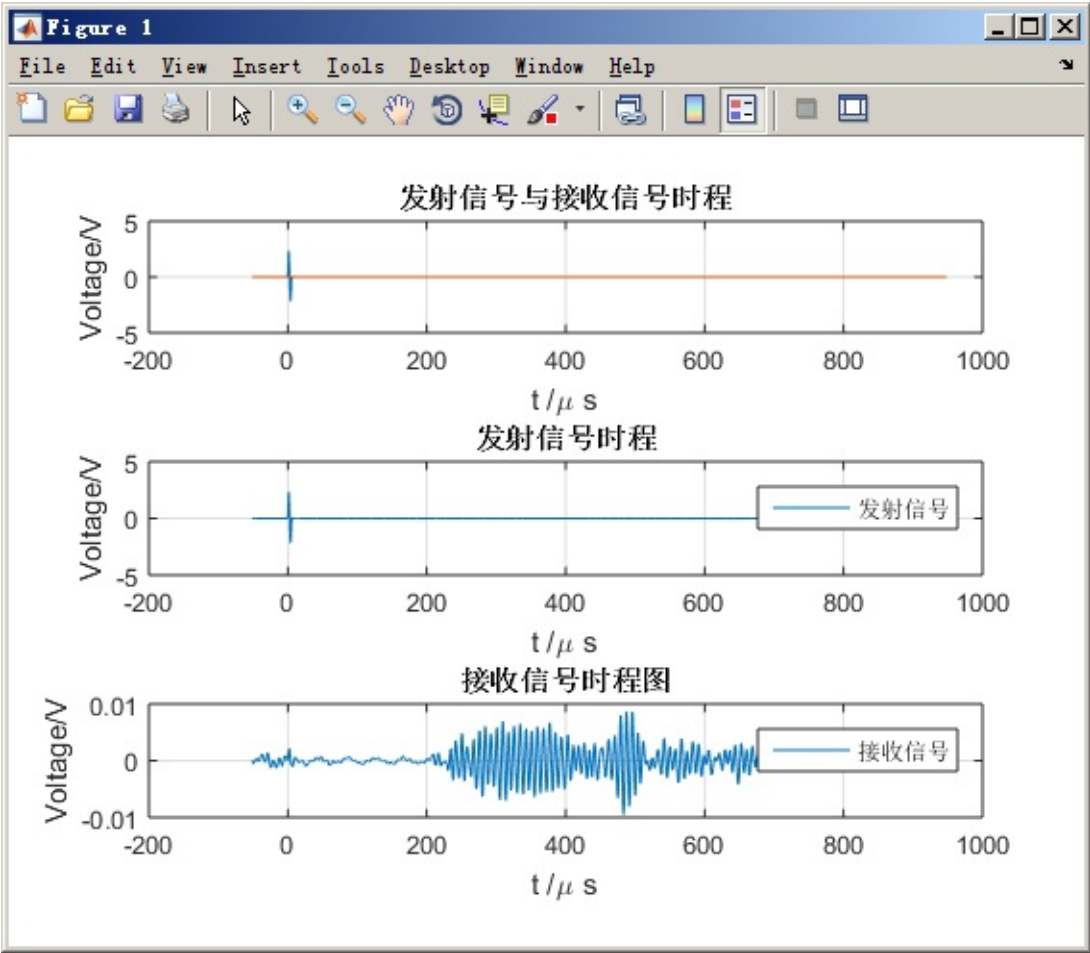
s.timePlot(1); % 时域
绘图，绘制包络

s.timePlot(0); % 时域
绘图，不绘制包络
```

- 时程信号+包络图



- 时程信号

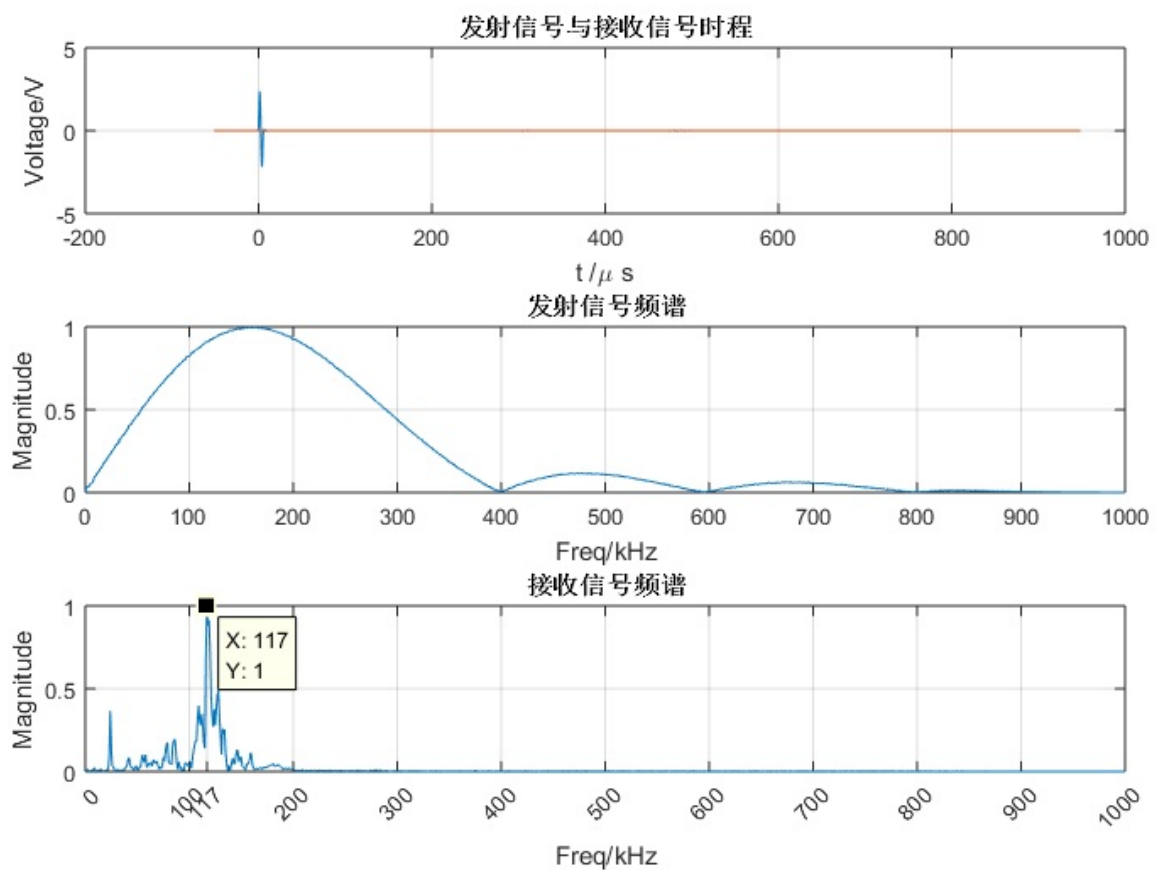


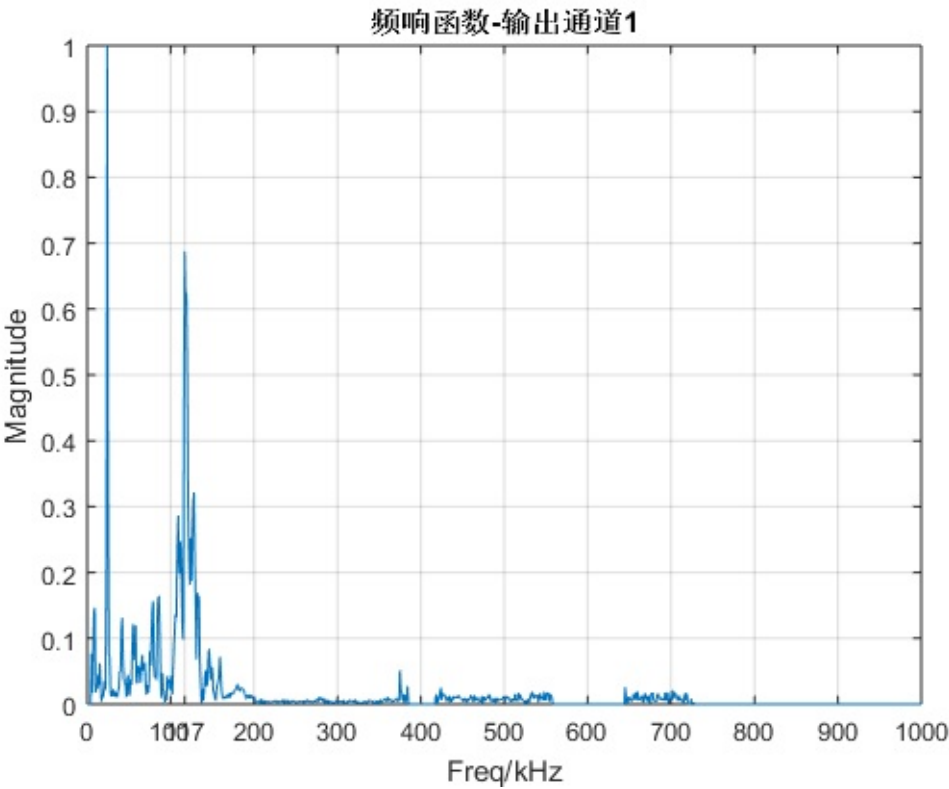
频谱绘图

是否绘制频响函数，根据输入参数设定。

```
s.freqPlot(); % 频域
绘图，无频响函数
s.freqPlot(0); % 频域
绘图，无频响函数
s.freqPlot(1); % 频域
绘图，绘制频响函数
```

• 频谱图





- 频响函数

小波分析

时频分析集成了多种分析技术：

- 时域信号
- 频域分析
- 时频谱，能量中心标识
- 频散曲线

```
s.mycwt(0); % 小波  
分析，显示对话框  
s.mycwt(1); % 小波  
分析，不显示对话框
```

小波分析的对话框如下：



关键的参数为：

- 降采样倍数 一般情况下，如果直接对信号进行小波分析，数据量太大，计算困难。出现

Out of memory. Type HELP MEMORY for your options.

```
Error in cwt (line 226)  
coefs = zeros(nb_SCALES, lenSIG);
```

如下报错：

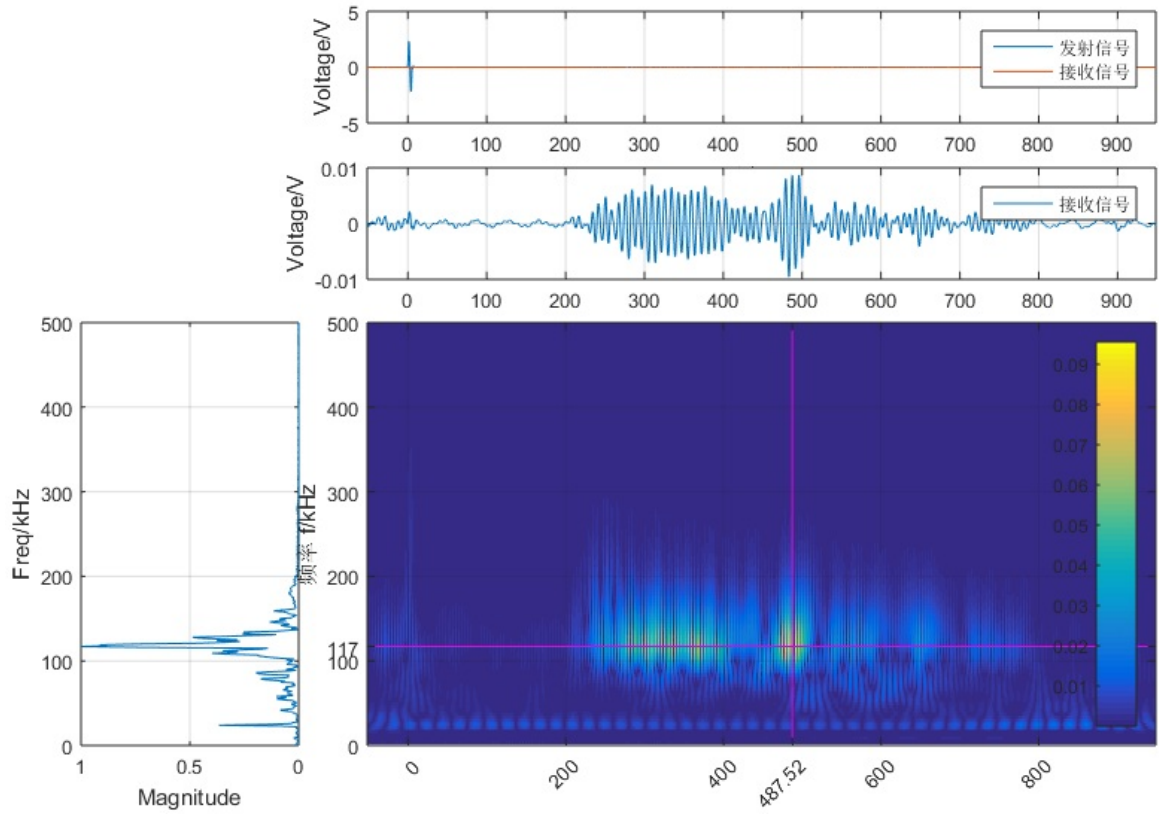
为了避免这样

的情况，可以在保证精度的情况下对信号序列降采样，可行的降采样比率根据fs0与需要分析信号的最高频率结合考虑，至少摆正降采样后的信号满足山农采样定理要求。

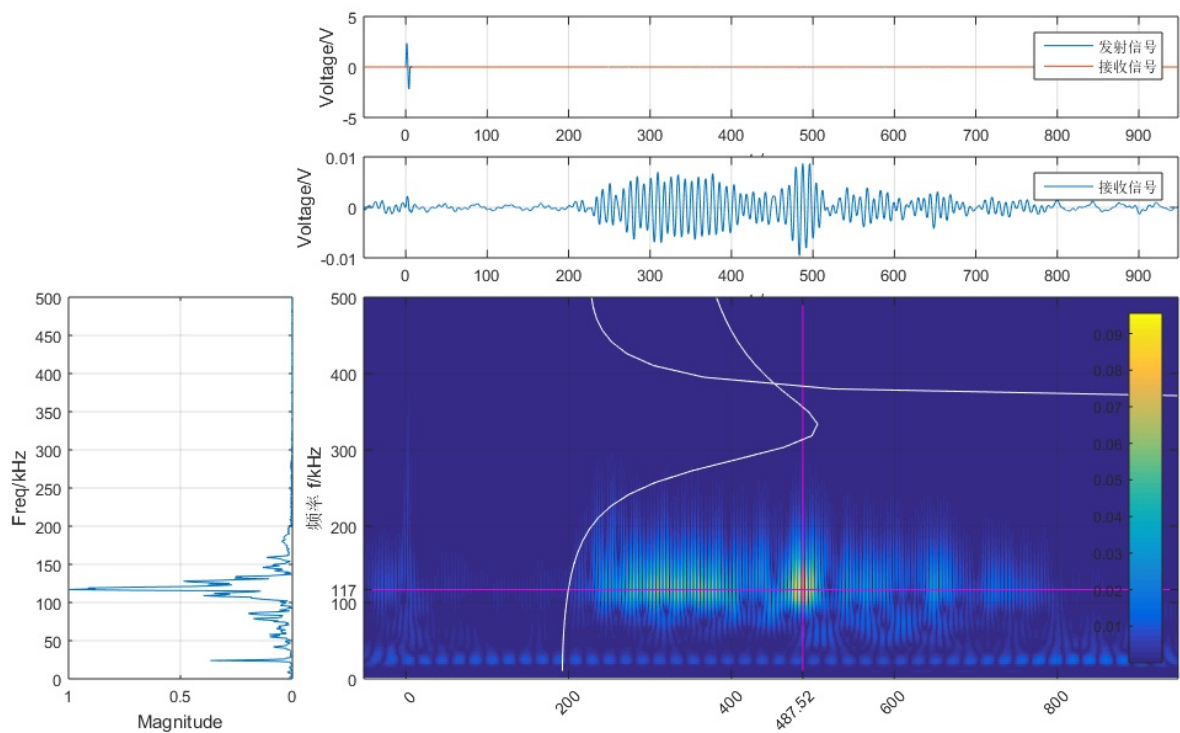
- 是否绘制频散曲线 此处需要在 `guw.m` 中内部设置。如无设置，则选不绘制，保证程序运行。

运行示例：

- 小波分析时频谱，无频散曲线



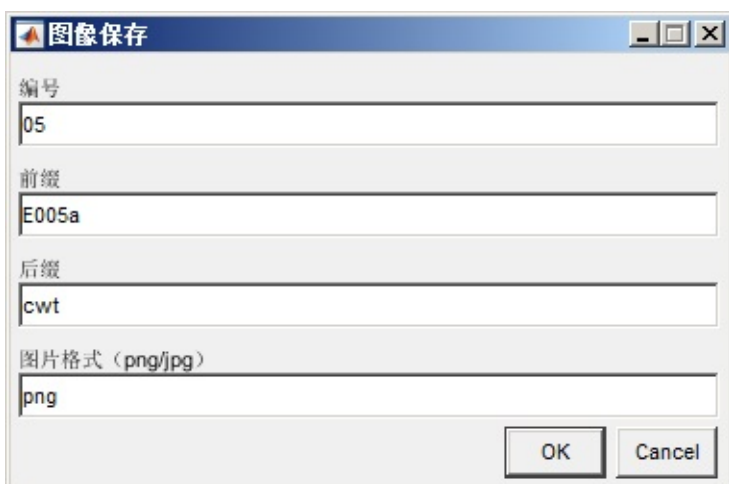
- 小波分析时频谱，叠绘频散曲线



图像保存











为了便捷保存分析图像，设计了图像保存对话框，可以按照自定义的文件名格式保存图像。

```
tools.saveGraph;
```



以上设定可以得到文件名： E005a-5-cwt.png

如此批量保存分析图像，效果如下;

-  E005a-Day-1-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-2-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-3-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-4-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-5-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-6-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-7-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-8-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-9-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-10-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-11-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-12-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-13-Tone5-cwt.png
-  E005a-Day-14-Tone5-cwt.png