

信号的傅氏变换实验报告

生信基地班 0701 易玉吟 U200713113

一 实验目的：通过对几种信号进行傅氏变换,加深对傅氏变换的理解,并且了解信号处理的一些最基本软件
的用法.学会用 Matlab 对某些常见的信号做傅氏变换并对其进行适当的分析。

二 实验过程：利用 Matlab 软件对已知信号作傅里叶积分变换,得出信号的频谱图.

通过 plot()函数绘出信号，再通过 cftbyfft () 作出傅氏变换后的信号，信号原代码老师已
给出。

三 实验结果及分析：

1. 矩形脉冲函数

信号： $M=8$; $t_{end}=1$; $T=10$; $N=2^M$;

$dt=T/N$; $n=0:N-1$; $t=n*dt$;

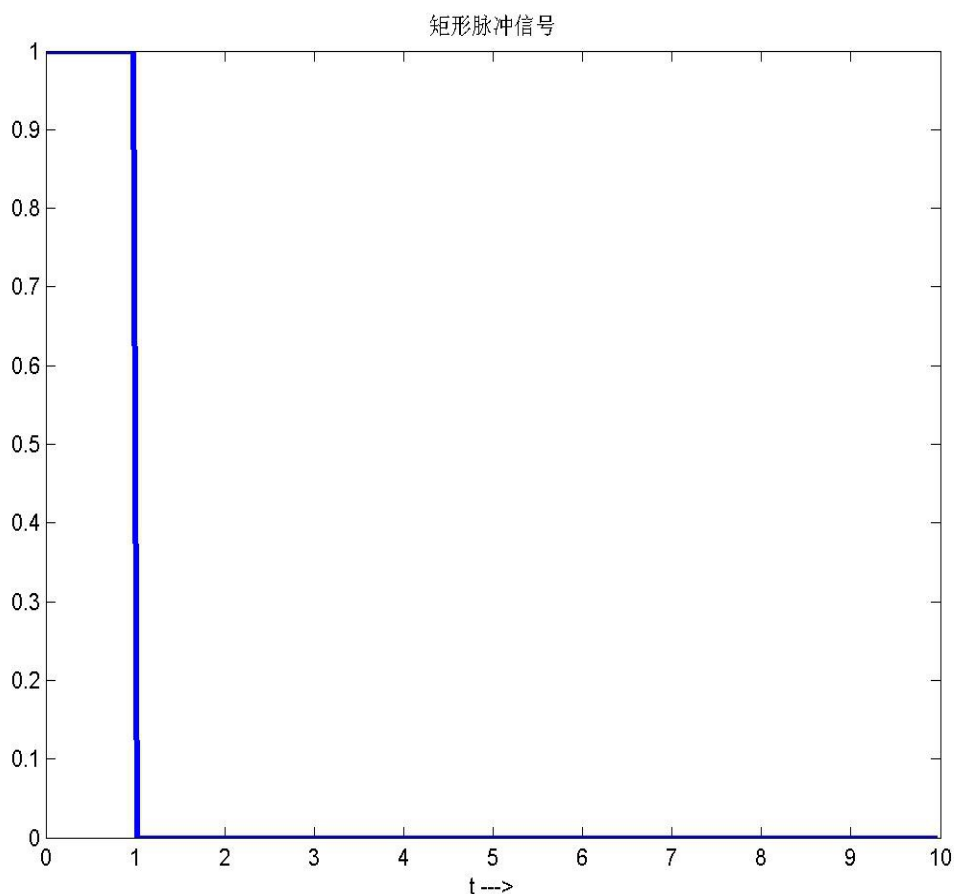
$w=zeros(size(t,2),1)$;

$Tow=find((t_{end}-t)>0)$;

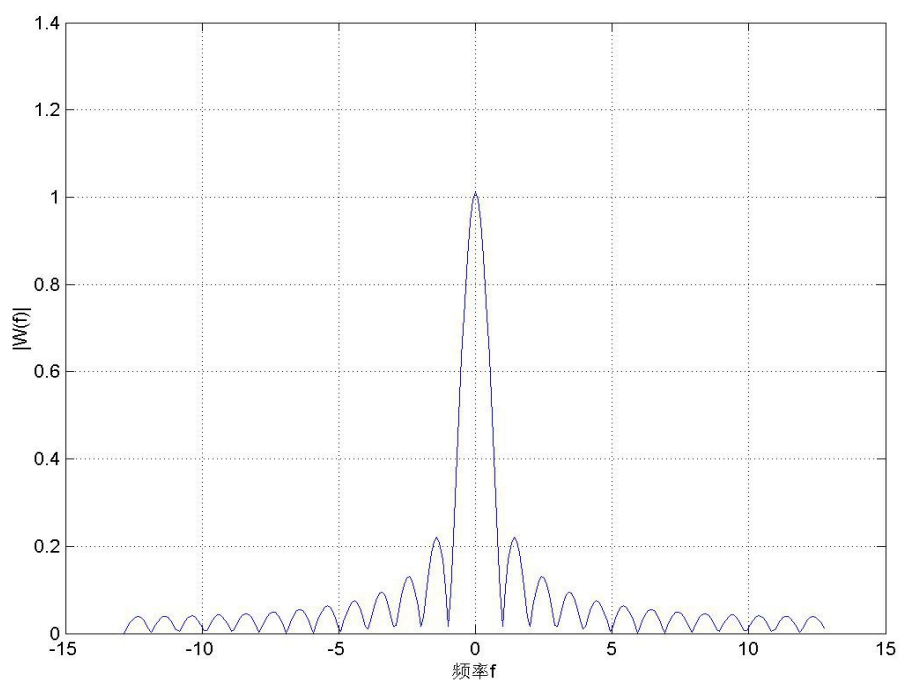
$w(Tow,1)=ones(length(Tow),1)$;

$plot(t,w,'b','LineWidth',2.5);title('矩形脉冲信号');xlabel('t --->');$

信 号 时 域 图 ：



傅氏变换后的频谱图形：



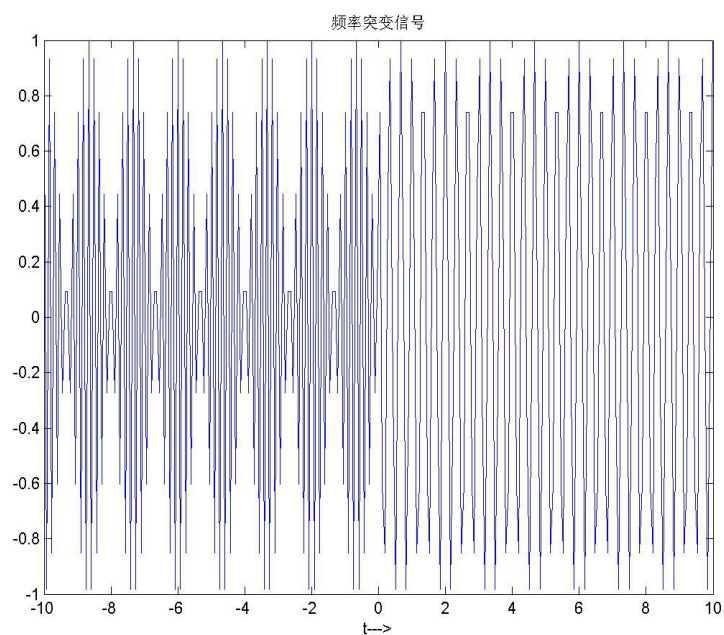
实验结果分析：

原信号在 t 小于 1 的位置对应的幅值高且恒为 1。在 1 的位置则突变为 0。在频谱图中振幅为 1 的频率分量占了很大比重，然后再加上很小比重的其他频谱分量，因此其频谱成分较为单一。

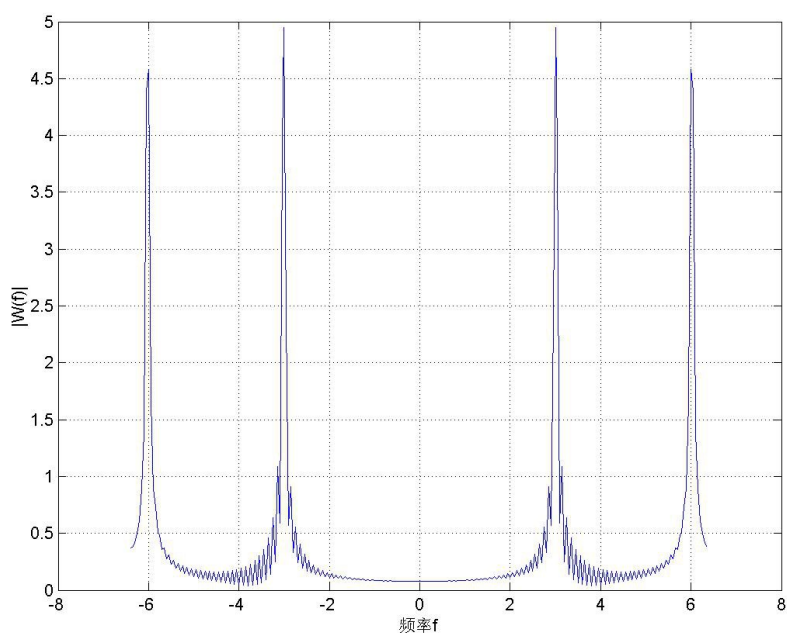
2. 频率突变信号

```
信号： clear;M=8;N=2^M;
t=linspace(-10,10,N);
s1=find(t<.0);
x(s1)=cos(2*pi*delta*t(s1));
s2=find(t>=.0);
x(s2)=cos(2*pi*3*t(s2));
plot(t,x); title('频率突变信号');xlabel('t-->');
```

信号时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

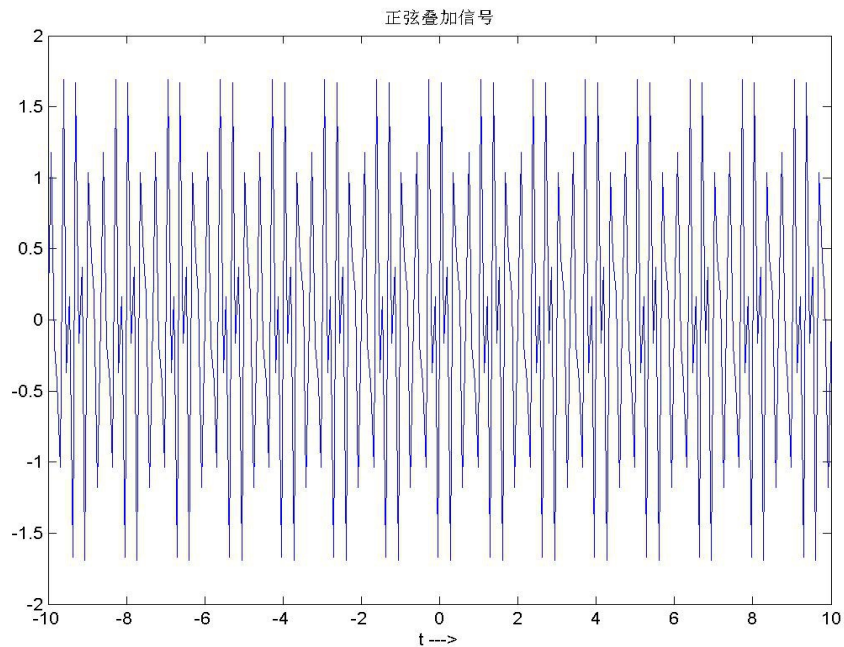
信号在 $t < 0$ 时较密集，在 $t > 0$ 时较疏松，即信号在 $t = 0$ 时发生突变，而傅氏变换图在频率为 3 和 6 的地方则有突起。因为傅里叶变换的积分作用体现了突变成份，即任一频率点的谱值是由信号在整个时间域上的贡献决定的；反之，信号在某一时刻的状态也是由频谱在整个频率域上的贡献决定的，时间上的突变会引起频率域上对应于不同频率的突变频谱。

3. 正弦叠加信号

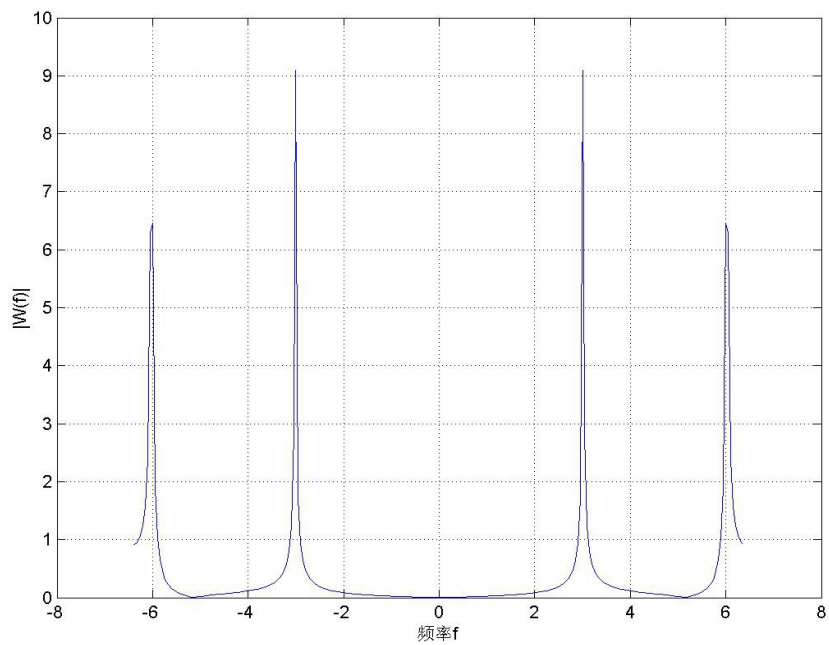
```
信号： clear; M=8; N=2^M;
      t=linspace(-10,10,N);
```

```
x1=sin(2*pi*6*t);  
x2=sin(2*pi*3*t);  
xx=x1+x2;  
plot(t,xx); title('正弦叠加信号');xlabel('t-->');
```

信号时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

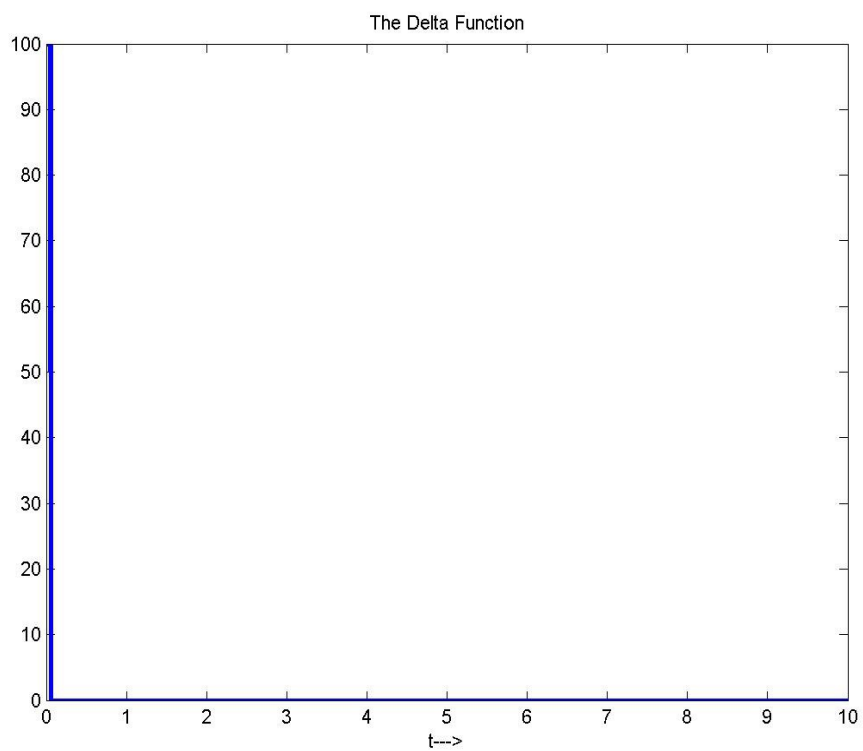
观察正弦叠加信号：频率在 3 和 6 的位置对应的幅值特别高。因此标记出这两个频谱峰值对应的频率分量，正好可以验证信号的频率成份。观察频率突变信号和

正弦叠加信号的频谱图可以看出它们虽然有不同的时间过程，但是频谱图却相似，都是在 3 和 6 处有突起。

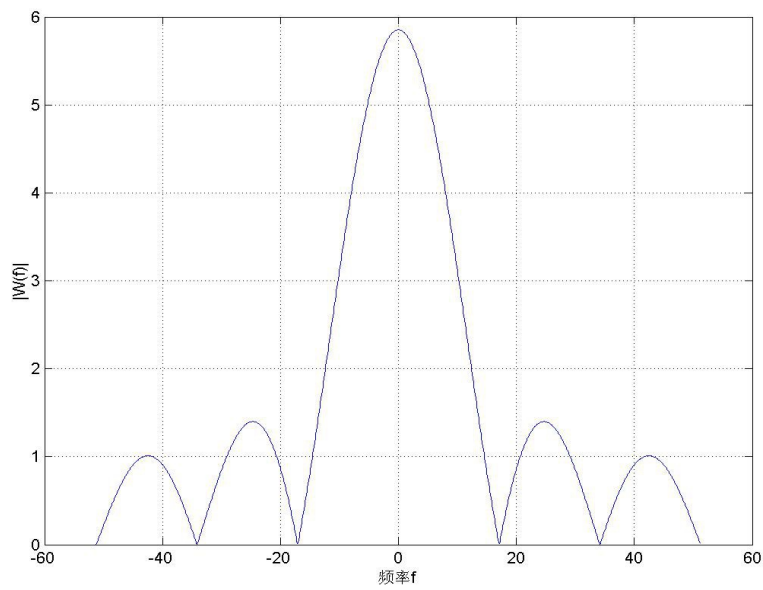
4. 脉冲信号

```
脉冲信号 1 变换代码: clear;M=10; T=10; N=2^M;  
dt=T/N; n=0:N-1; t=n*dt;  
w=zeros(size(t));  
w(1:6)=100;  
plot(t,w,'b','LineWidth',2.5);title('The Delta Function');xlabel('t-->');
```

脉冲信号 1 时域图:

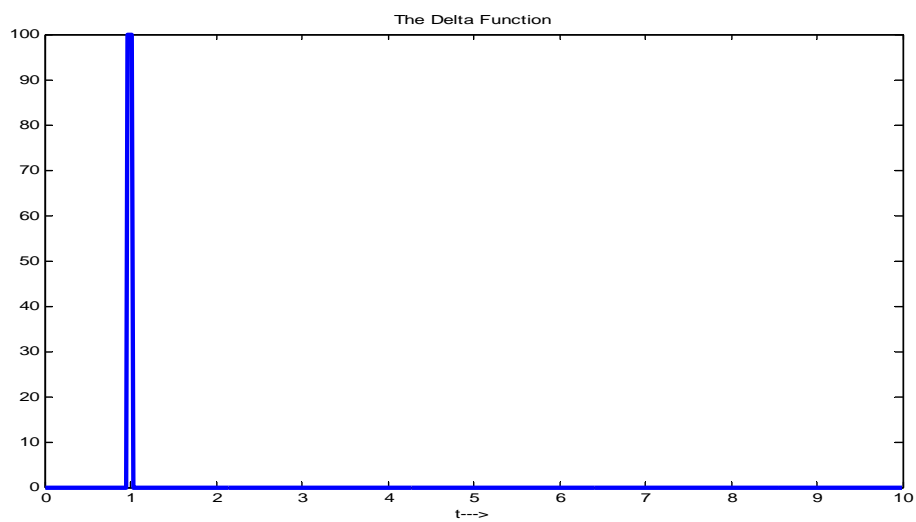


傅氏变换后的频谱图形:

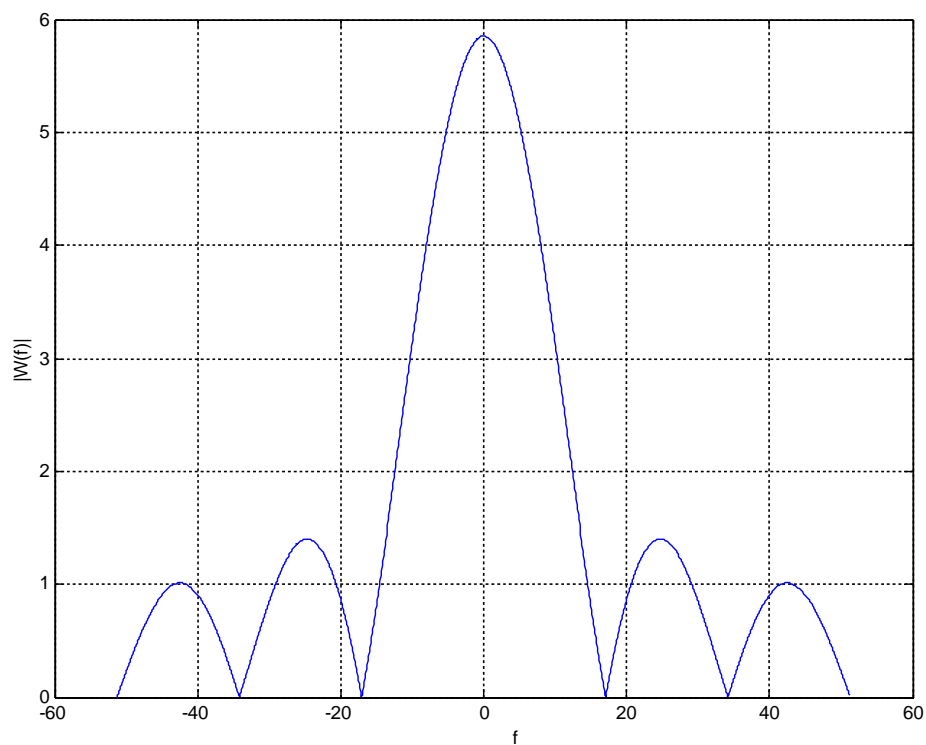


脉冲信号 2 变换代码: `clear;M=10; T=10; N=2^M;`
`dt=T/N; n=0:N-1; t=n*dt;`
`w=zeros(size(t));`
`w(100:105)=100;`
`plot(t,w,'b','LineWidth',2.5);title('The Delta Function');xlabel('t-->');`

脉冲信号 2 时域图:



傅氏变换后的频谱图形:



实验结果分析：

在两次不同实验中，时域图不同，但是频谱图却完全相同。因为傅里叶变换的积分作用平滑了突变成份，即任一频率点的谱值是由信号在整个时间域上的贡献决定的；反之，信号在某一时刻的状态也是由频谱在整个频率域上的贡献决定的，时间上的点脉冲具有在频率域上正负无限延伸的均匀频谱，同时也说明在脉冲函数信号中直流分量是主导因素。

5.山形函数信号

变换代码：clear; M=10; N=2^M;

t=linspace(-10,10,N);

mtn=zeros(size(t));

s1=find(t>=-1&t<0);

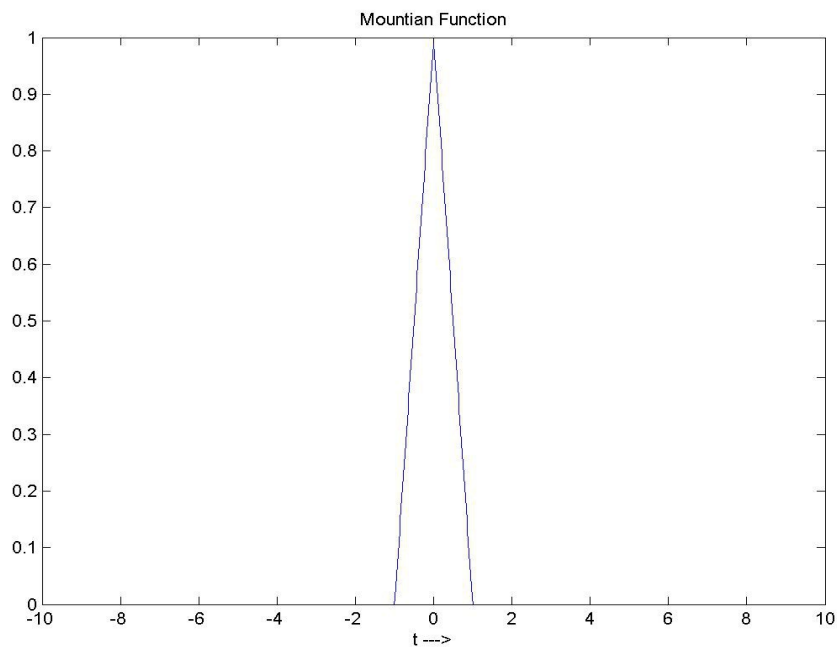
mtn(s1)=1+t(s1);

s2=find(t>0&t<=1);

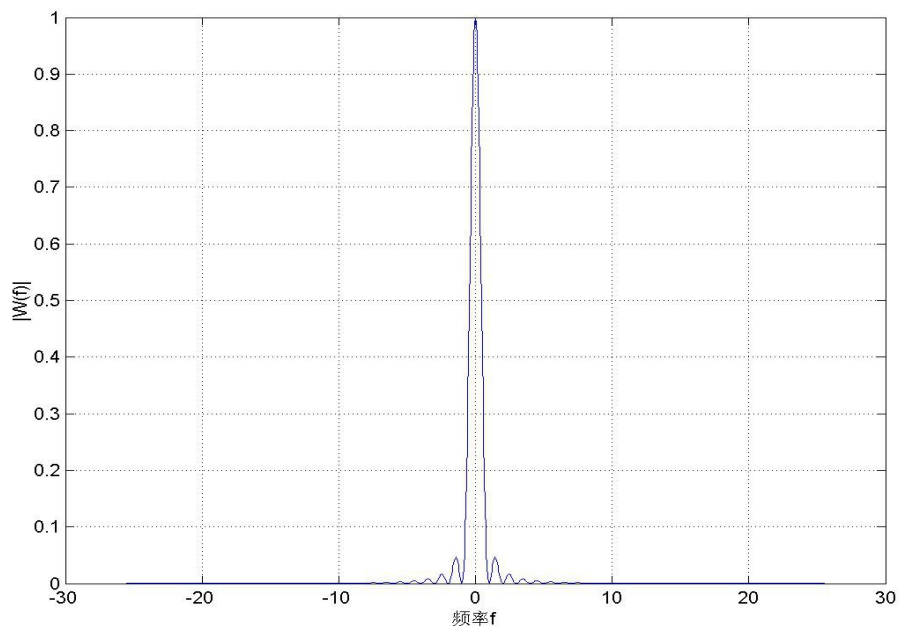
mtn(s2)=1-t(s2);

plot(t,mtn); title('Mountian Function');xlabel('t --->');

山形函数信号时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



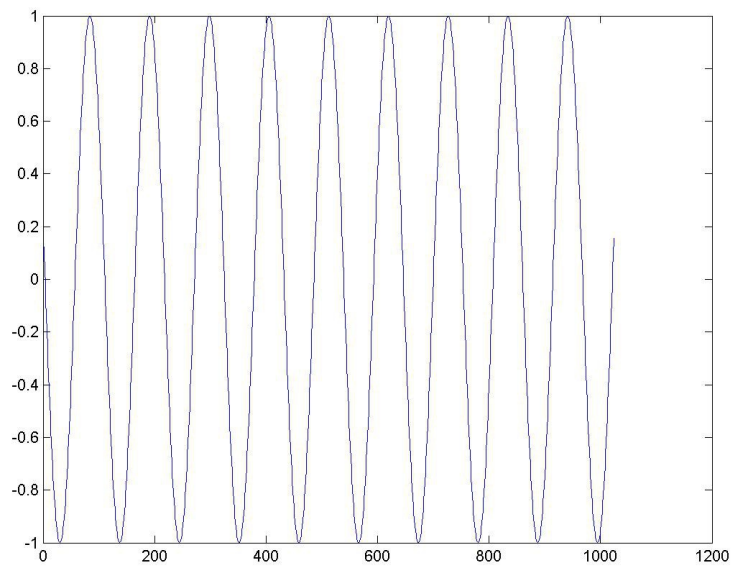
实验结果分析：

时域 t 在 0 的位置对应的幅值特别高。而频谱图中频率为 0 的幅值也特别高，与此相似，无非常大的变化，在其余地方的分量几乎可忽略不计。说明在山形函数信号中直流分量占主导地位。

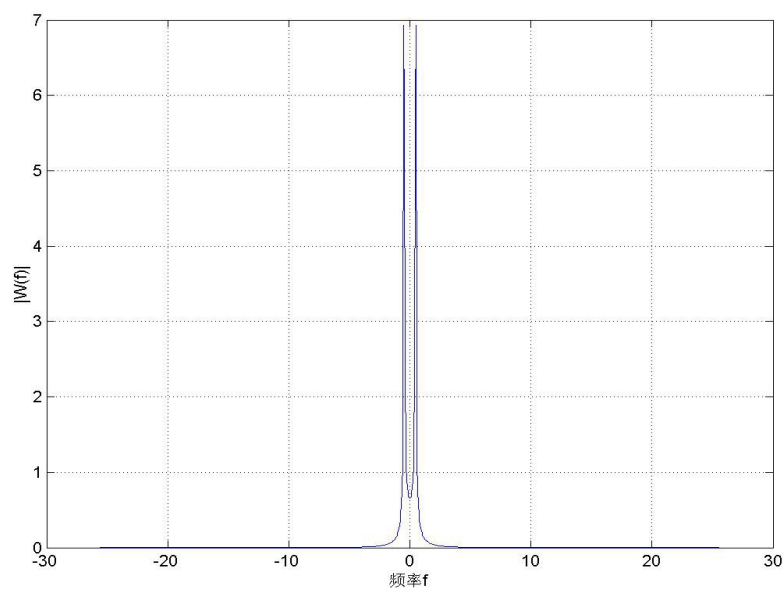
6. 余弦函数信号

变换代码：
`clear; M=10; N=2^M;`
`t=linspace(-10,10,N);`
`xcos=cos(3*t);`

余弦函数信号时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



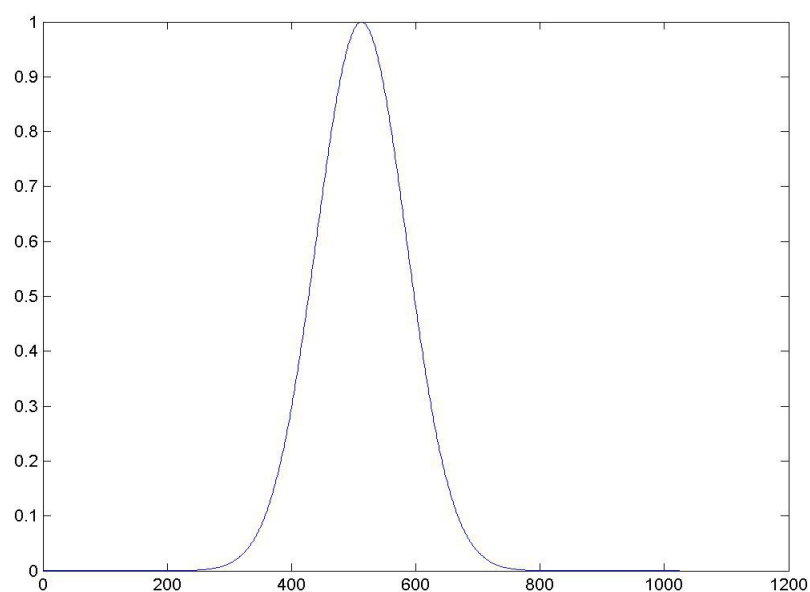
实验结果分析：

在时域图中， t 变化时，图象周期变化，但是幅值在-1 和 1 之间，而在频谱图中，频率分量集中在-1 和 1 两处。说明周期余弦函数信号对应着简单的频域变换。

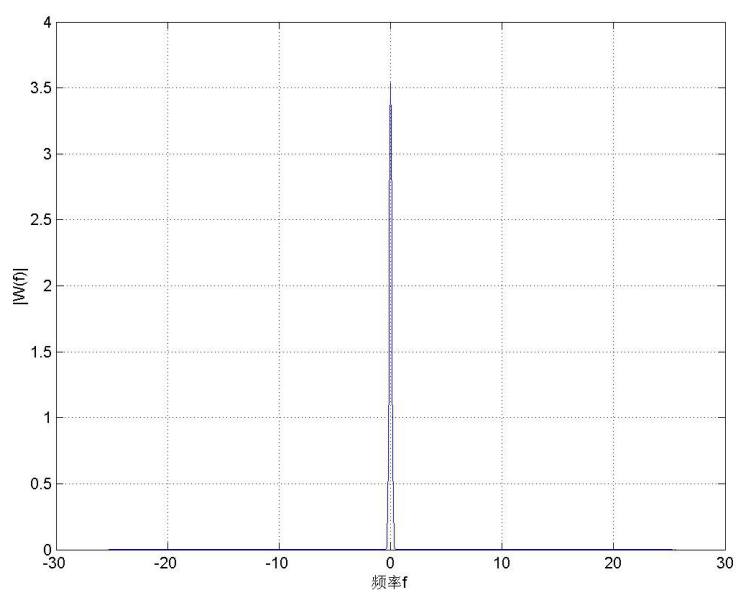
7.高斯函数信号

```
变换代码： clear; M=10; N=2^M;  
t=linspace(-10,10,N);  
a=1/4;  
g=exp(-a*t.^2);
```

高斯函数信号时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

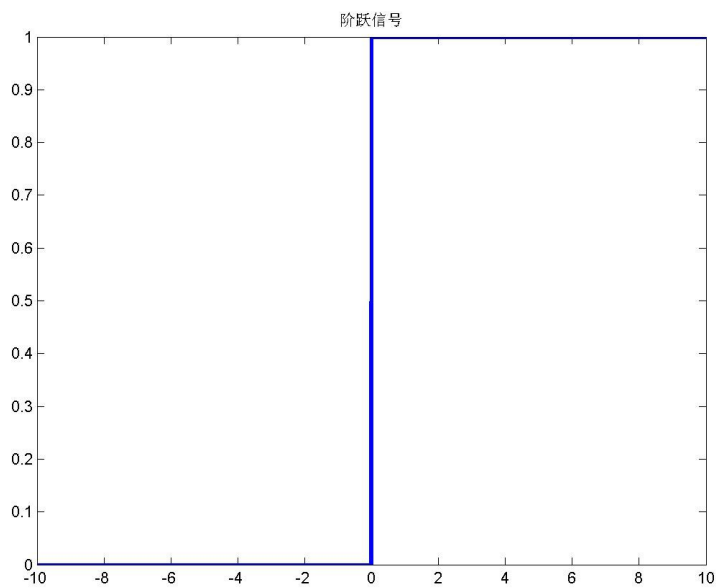
高斯函数分布为正态分布，只有单峰值。所以在频谱图中，只有频率为 0 的地方具有最大幅值。说明超出一定范围时域的小概率事件基本不会发生。越是时域幅值高的地方，事件发生的可能性越大。

8.阶跃信号和符号函数信号

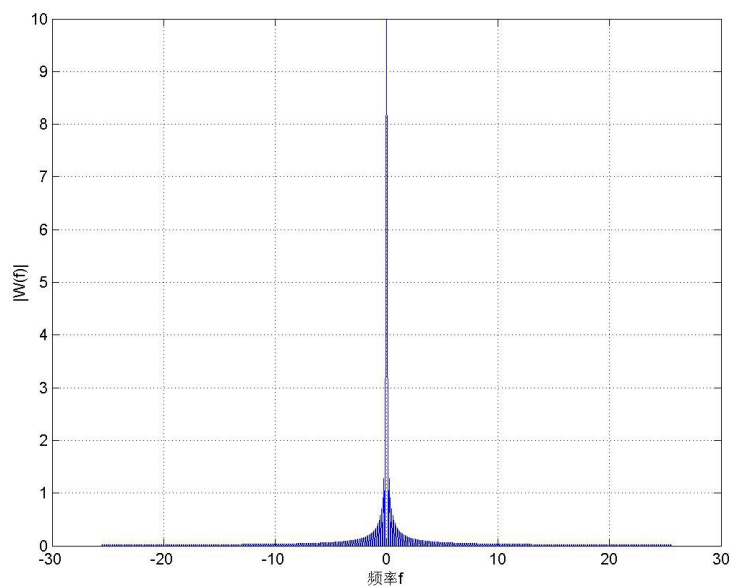
阶跃信号变换代码：clear; M=10; N=2^M;
t=linspace(-10,10,N);
x=zeros(size(t));
s=find(t>=0);

```
x(s)=ones(1,length(s));  
plot(t,x,'LineWidth',2.5); title('阶跃信号');
```

阶跃信号时域图：

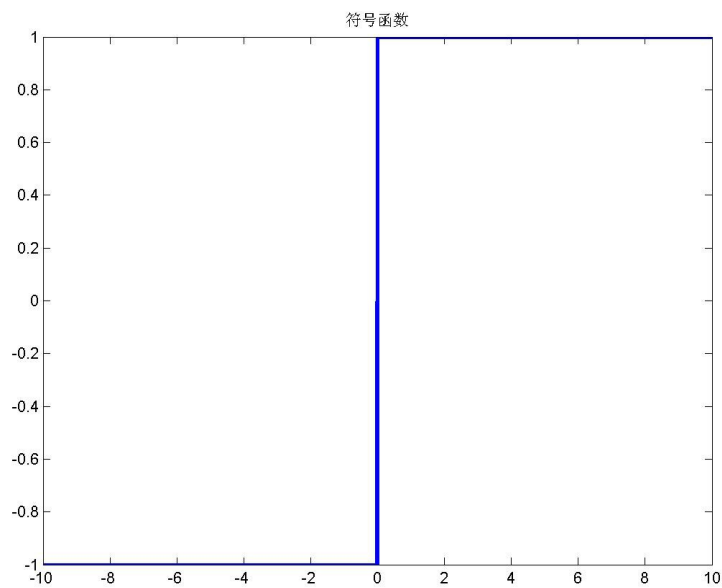


傅氏变换后的频谱图形：

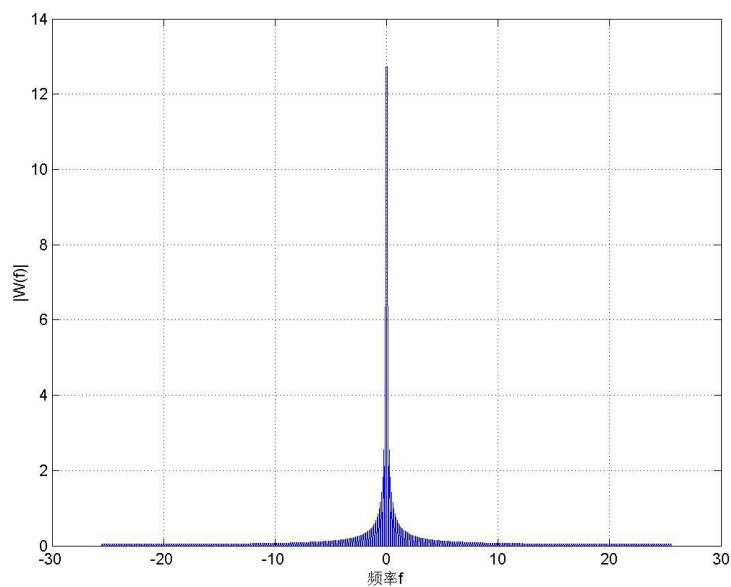


```
符号函数信号变换代码： clear; M=10; N=2^M;  
t=linspace(-10,10,N);  
s1=find(t<0);  
sgn(s1)=-ones(size(s1));  
s2=find(t>=0);  
sgn(s2)=ones(size(s2));  
plot(t,sgn,'LineWidth',2.5); title('符号函数');
```

符号函数信号时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

符号函数信号和阶跃信号时域图基本一样，只是阶跃幅值是 0~1，而符号信号则是 -1~1，两者在 $t=0$ 时都有突变现象的发生，故频率在 0 时有最高的幅值。又两者的信号宽度未变，只是在虚轴上不同，因此两者频谱图相似。（仅峰值不同）

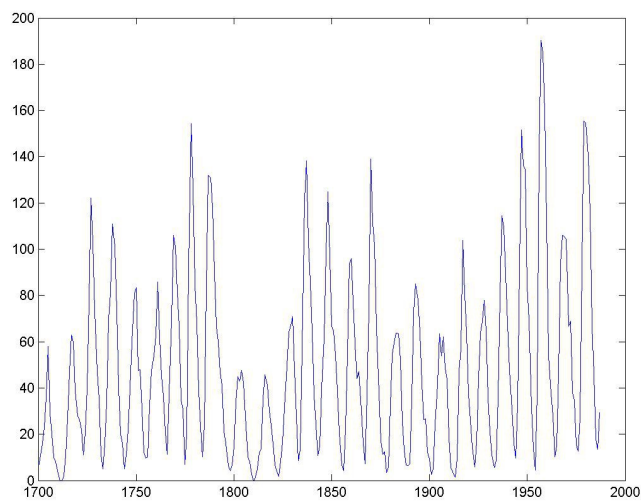
9. 太阳黑子活动

数据载入及变换代码：load sunspot.dat

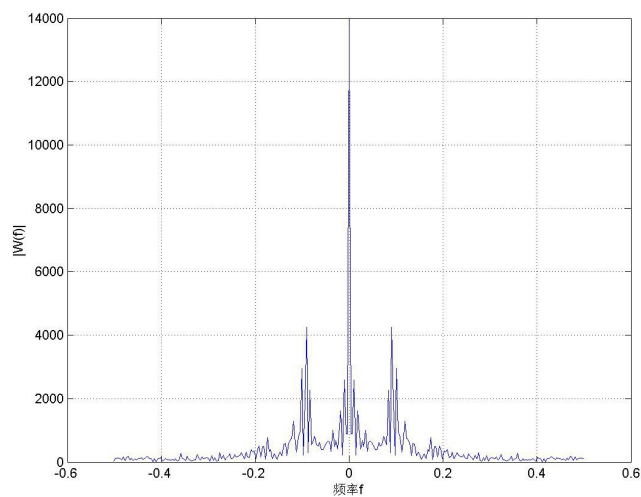
year=sunspot(:,1);

wolfer=sunspot(:,2);

太阳黑子时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

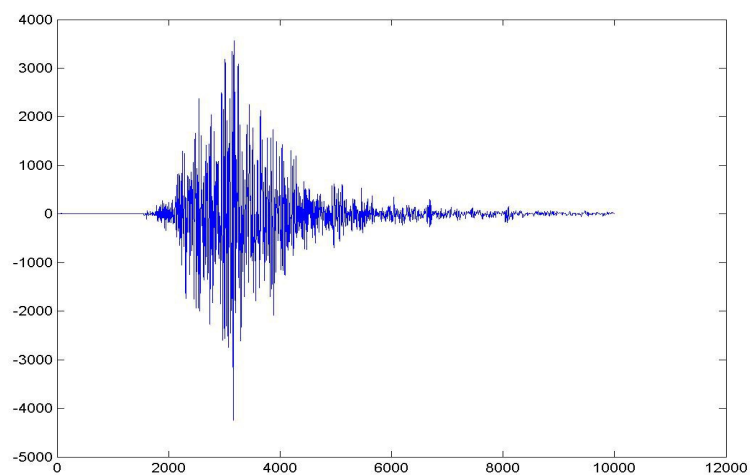
太阳黑子时域图可以看出其变化比较平稳，周期长。其傅氏变换后的图形可以看出在频率为0时有最高的峰值。其他频率则基本没有，因为时域变换的平稳使频域呈现归一化。

10.地震数据

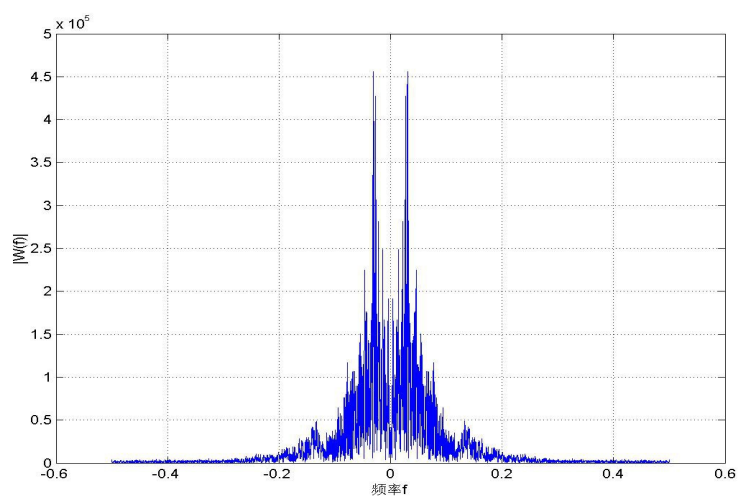
数据载入及变换代码：load quake;
cftbyfft(e,1:length(e));

数据载入：

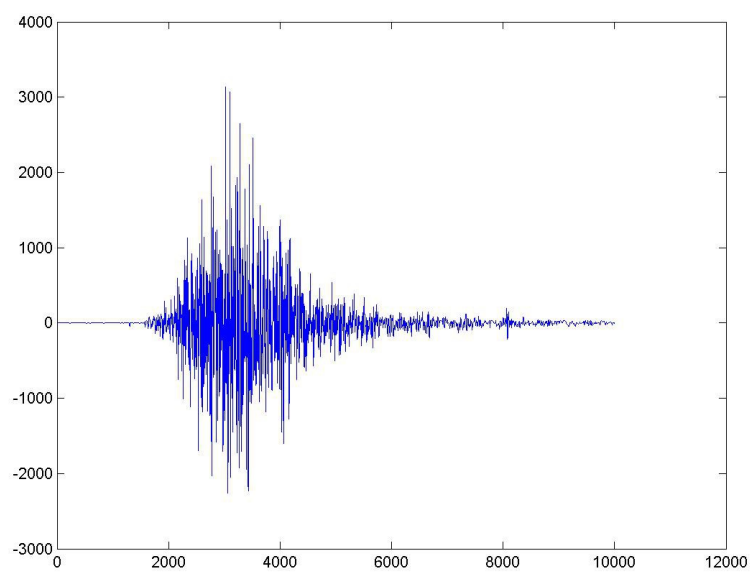
e 时域图：



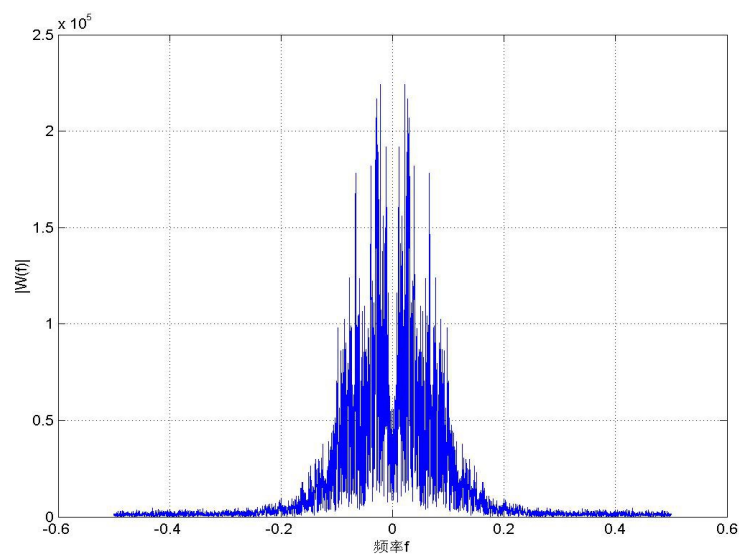
傅氏变换后的频谱图形：



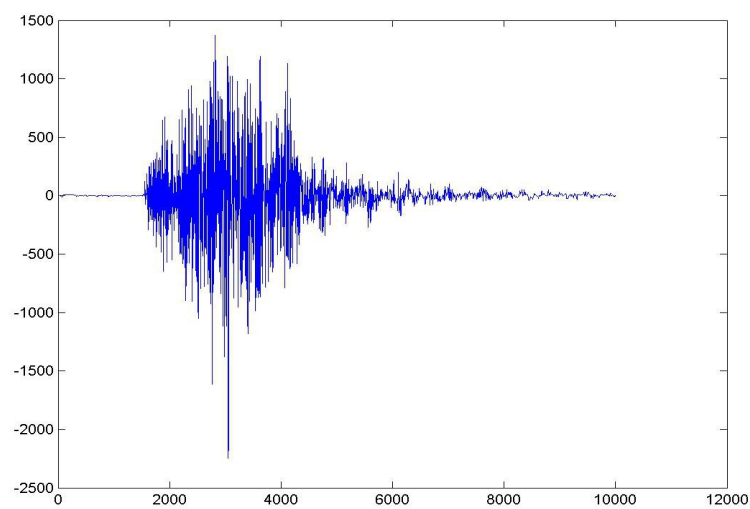
N 时域图：



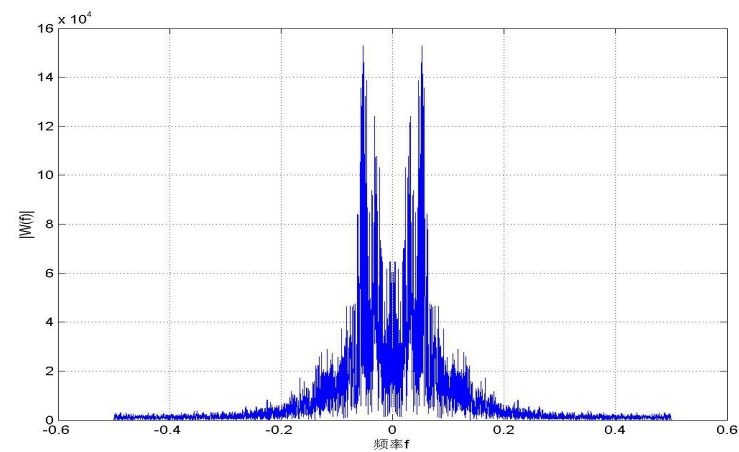
傅氏变换后的频谱图形：



V 时域图：



傅氏变换后的频谱图形：



实验结果分析:

三组数据的时域图相似,其傅氏变换后的频谱图也相似。虽幅值不同,但时域图上均在 3000 处有最大峰值,而纵观三幅频谱图,可以看出在频率为-0.05 和 0.05 出有最高的峰值,且此峰值即是地震引起建筑产生共振的值。

四 实验思考:

对于一些在时域上没有很好的规律,或是没法研究的信号,作傅氏变换之后能够出现很好的频谱特性,这对于我们去研究一些比较复杂的问题提供了一个很好的工具,特别是实际问题的处理上,可以体现出傅氏变换的优越性。

整个实验在指导老师的引导下,比较顺利地作出了各个函数和信号的时域图及频谱图。在此感谢指导老师的耐心帮助。从这次实验中我了解到复变函数在实践中的重要作用,而不是纯理论的一门学科,它在信号处理与分析中的应用对我们帮助极大。以前一直不知道学习复变函数有什么作用,在这次实验中认识到学习复变函数的必要性,对我以后的学习有很大的帮助。