

基于信号的傅氏变换及其分析

光信 0701 葛韶峰 u200713722

一 实验目的：

通过 matlab 作出信号的图象并对其进行复氏变换并作出图象，学习并熟悉 matlab 的使用，加深对复氏变换的理解，了解它在实际生活中的作用。

二 实验过程：

通过原代码对信号进行描述，通过 plot()函数绘出信号，再通过 cftbyfft（）作出傅氏变换的信号，再对得到的信号进行分析。

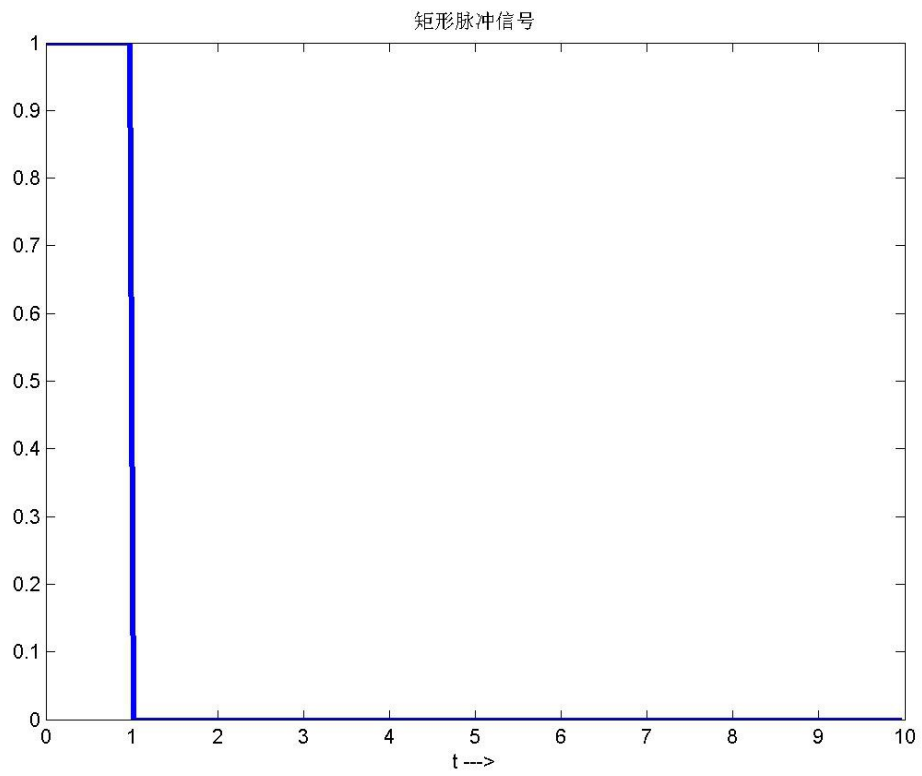
三 实验结果及分析：

1.矩形脉冲信号：

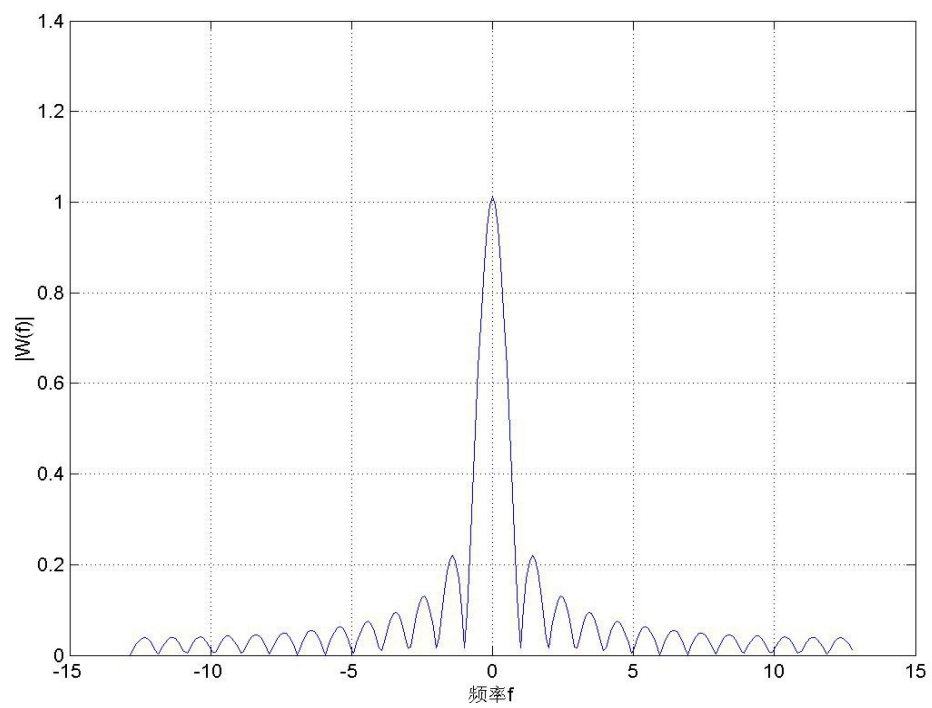
信号的原代码描述：

```
M=8; tend=1; T=10; N=2^M;  
dt=T/N; n=0:N-1; t=n*dt;  
w=zeros(size(t,2),1);  
Tow=find((tend-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：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

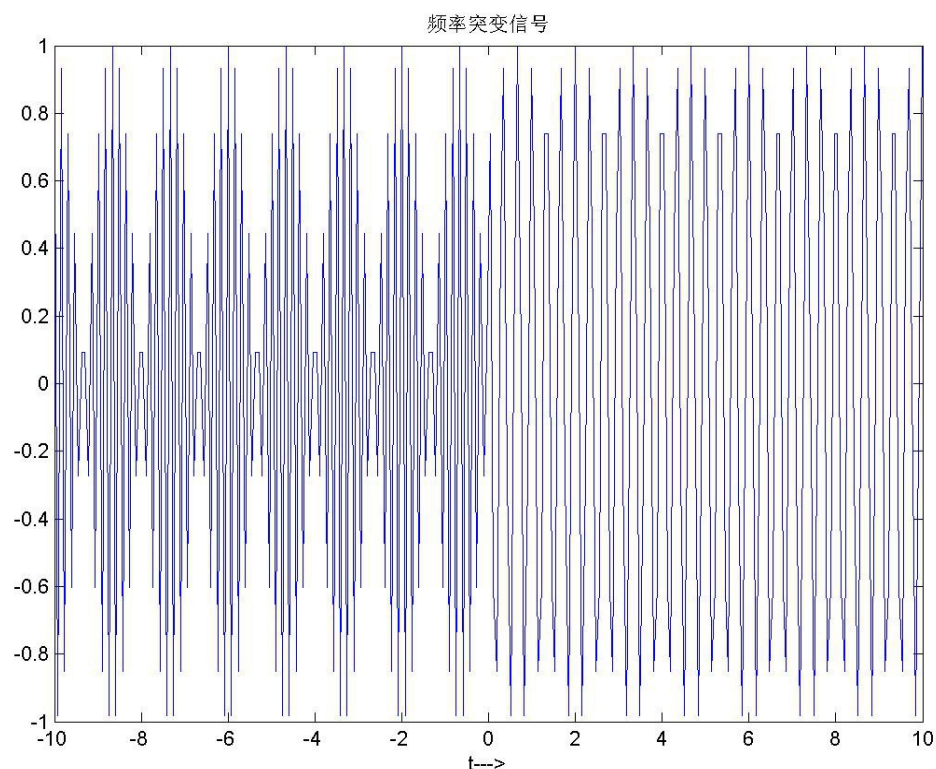
原信号当 $t < 1$ 时幅值恒为 1，当 $t > 1$ 时幅值突变为 0。经复氏变换后信号被分解为由一系列连续频率的信号叠加形成，当频率为 0 时幅值最大为 1，可见信号频率为 0 的分量占了很大比重，其他频率的分量所占比较小。

2.频率突变信号：

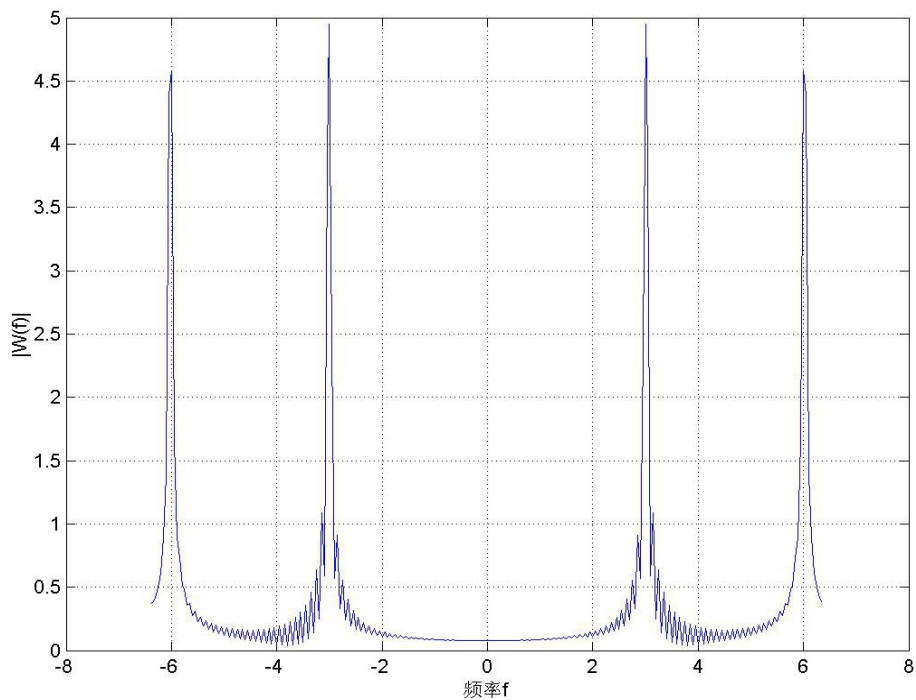
信号的原代码描述：

```
clear;M=8;N=2^M;  
t=linspace(-10,10,N);  
s1=find(t<.0);  
x(s1)=cos(2*pi*6*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：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

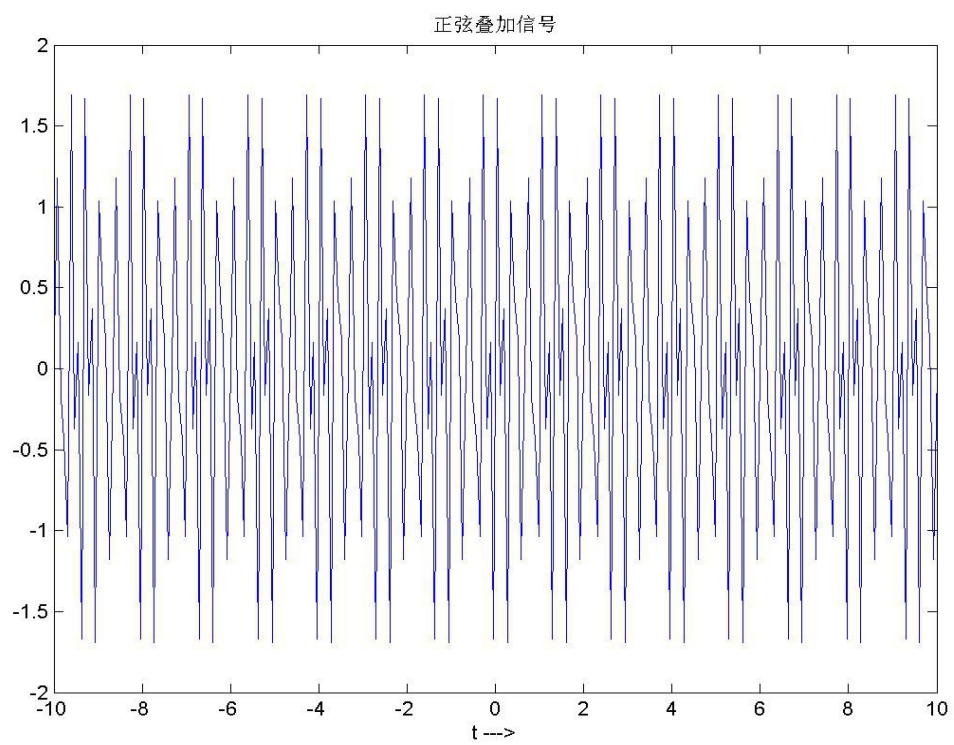
信号在 $t \ll 0$ 时较密集，在 $t \gg 0$ 时较疏松，信号在 $t=0$ 处频率发生了突变，观察其频谱图可以发现像函数在频率为 3 和 6 处取得极值，信号可以近似看作由频率为 3 和 6 的信号叠加形成的，与我们直观上分析所得结论相同。

3. 正弦叠加信号

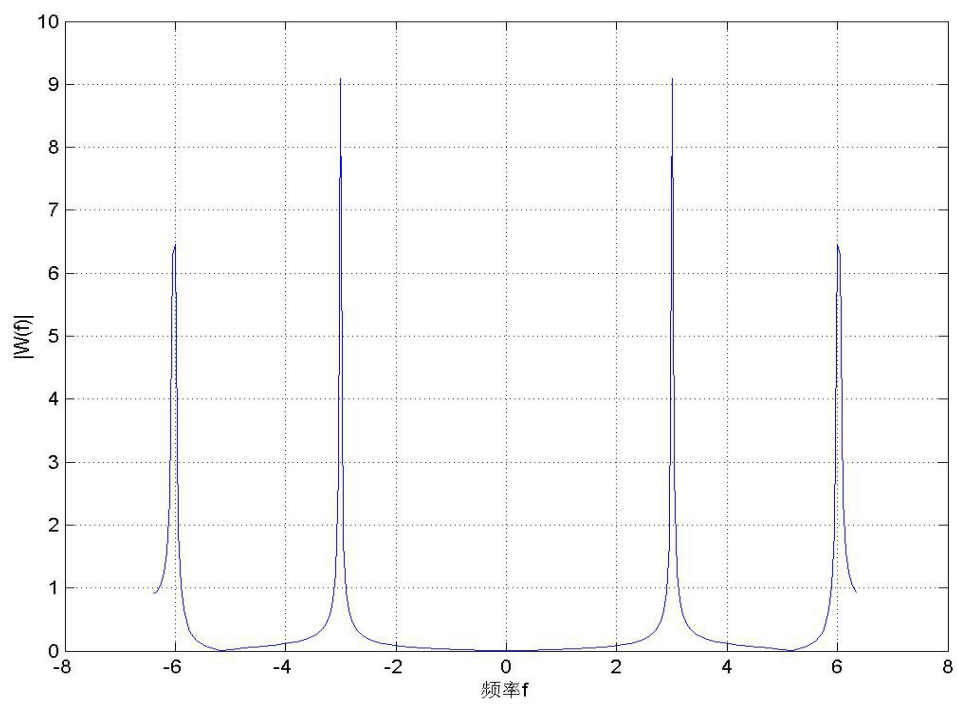
信号的原代码描述：

```
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：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

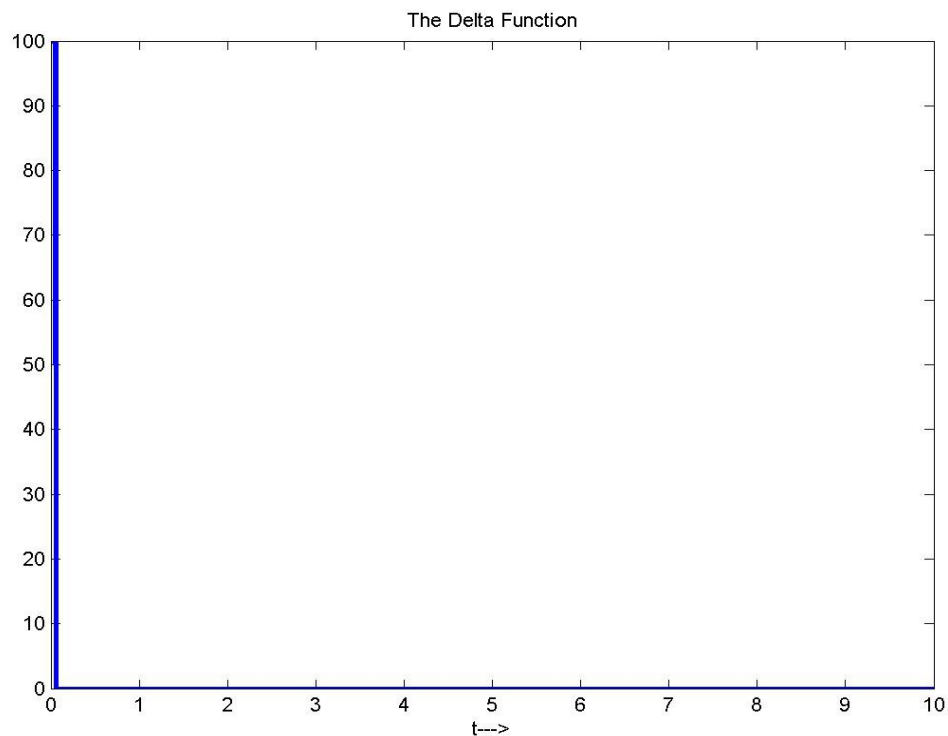
信号经复氏变换后的像函数在频率为 3 和 6 处取得极值，而其他地方的幅值很小，与实验 2 频谱图极为相似，这点可以从直观上加以理解，信号 2 和 3 都可以看作是由频率为 3 和 6 的信号叠加形成的，只不过叠加的方式不同，信号 2 因为发生了突变因而与信号 3 相比有较多其他频率的分量。

4.脉冲信号

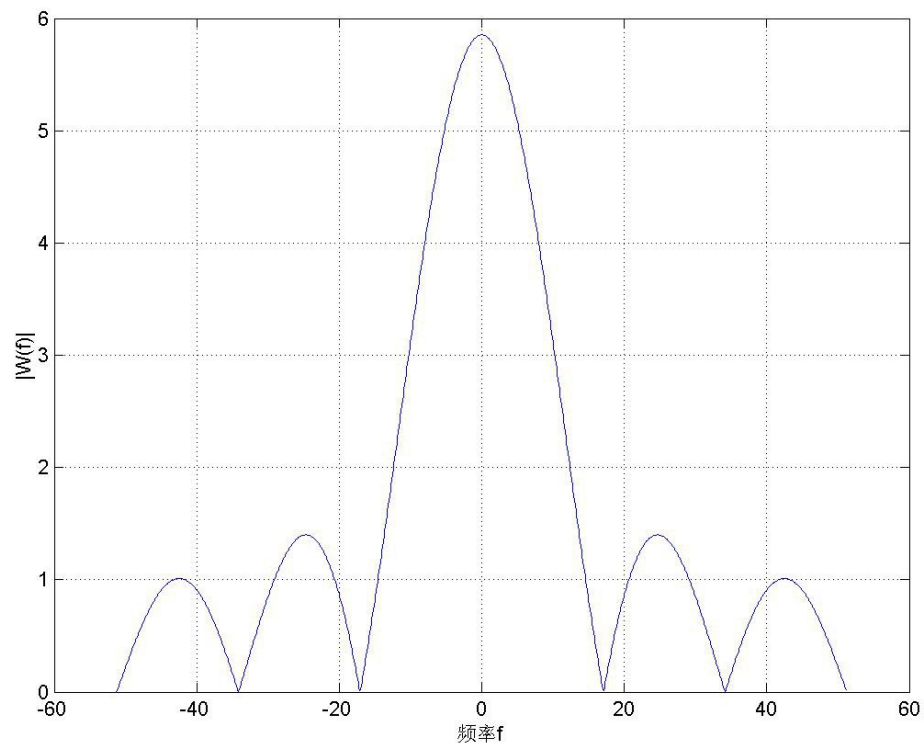
信号 1 的原代码描述：

```
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：



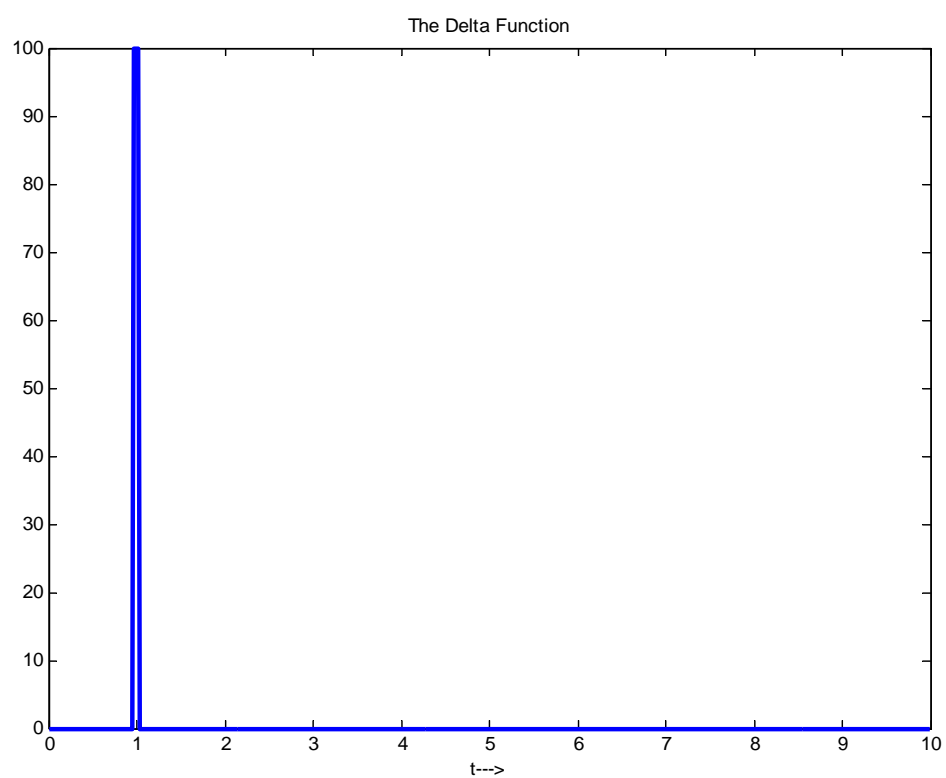
复氏变换后的频谱图形：



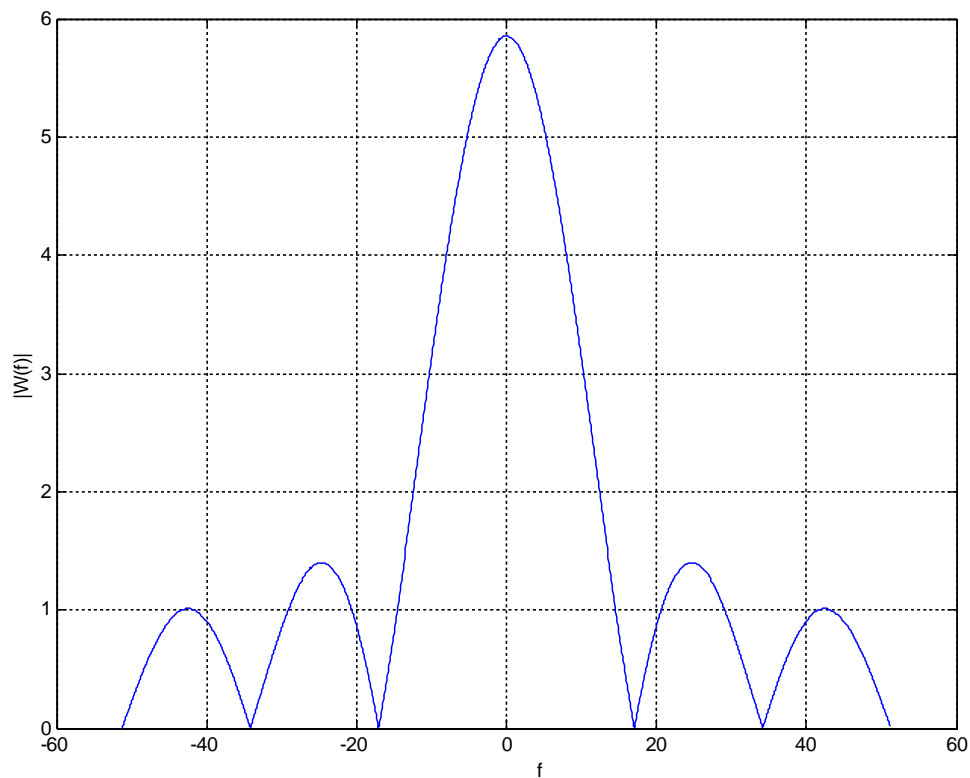
信号 2 的原代码描述：

```
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：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：、

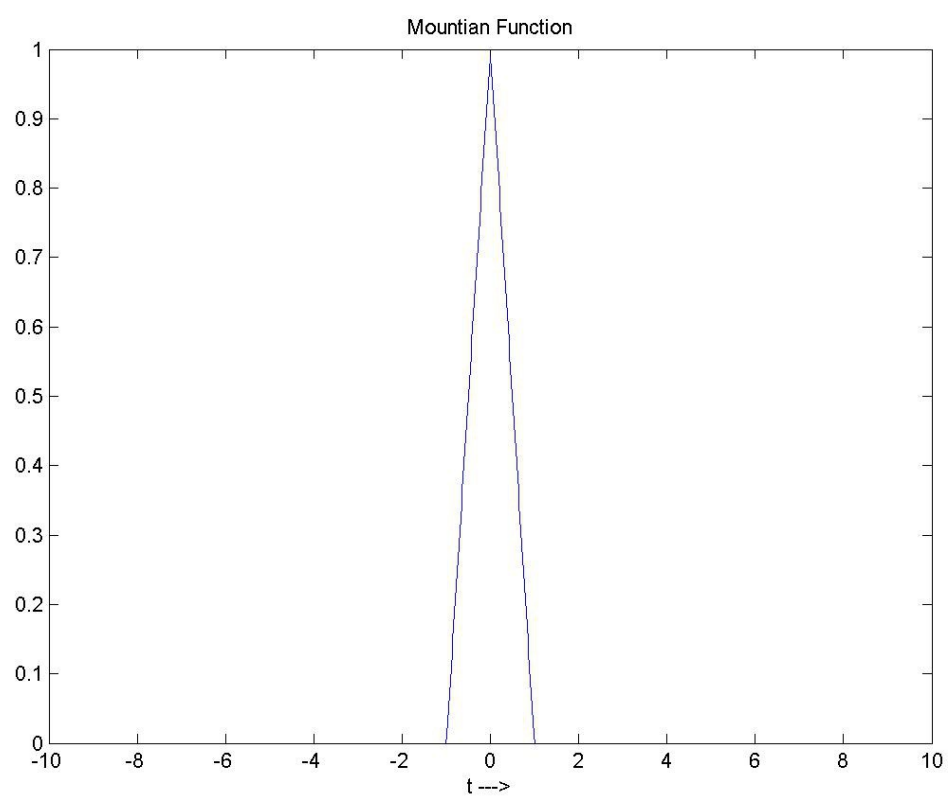
两次实验的信号不同，但所的拼谱图相同，这点可以从直观上加以理解，频谱图中每一点的幅值是由信号在整个时间域上的贡献决定的，信号 2 可以看作信号 1 经平移得到的，因而它们对整个时间域上的贡献相同进而频谱图也相同，这也说明复氏变换的局限性。

5.山形函数信号

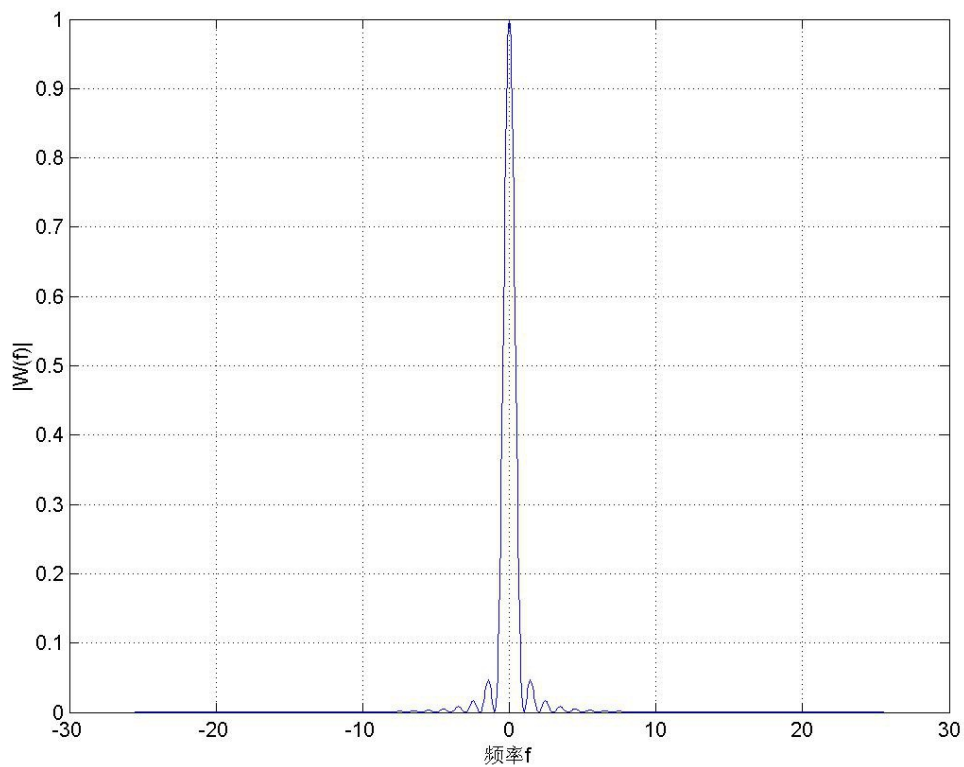
信号的原代码描述：

```
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：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

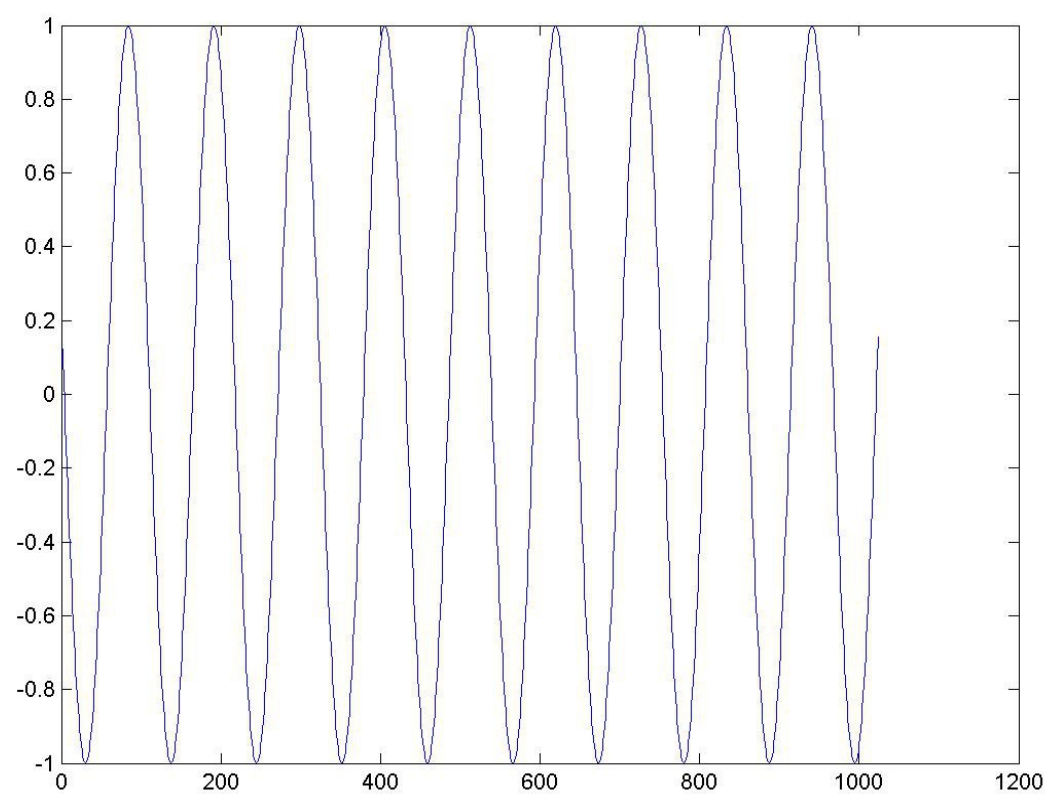
信号在 $t=0$ 处幅值达到极值，其他地方很小近似为 0，其频谱图在有限的几点取得极值，其他地方幅值很小，因此函数可近似看做有频率为这几个有限值的信号叠加成的。

6.余弦函数信号

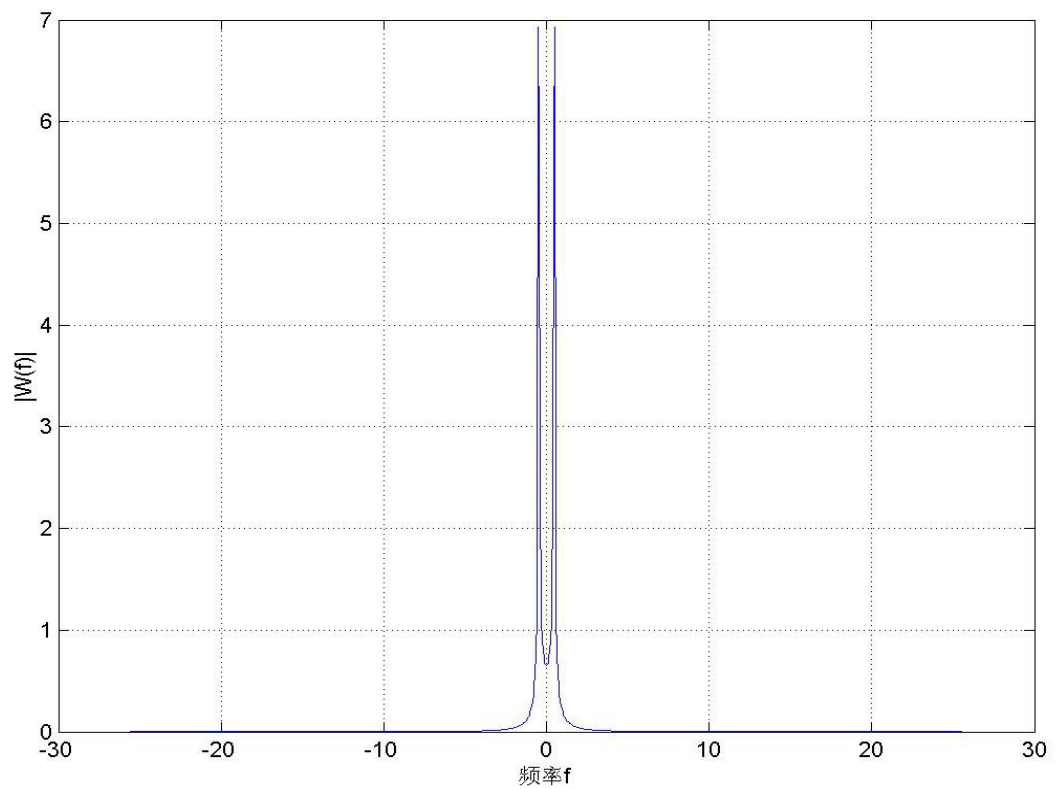
信号的原代码描述：

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

余弦函数信号时域图：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

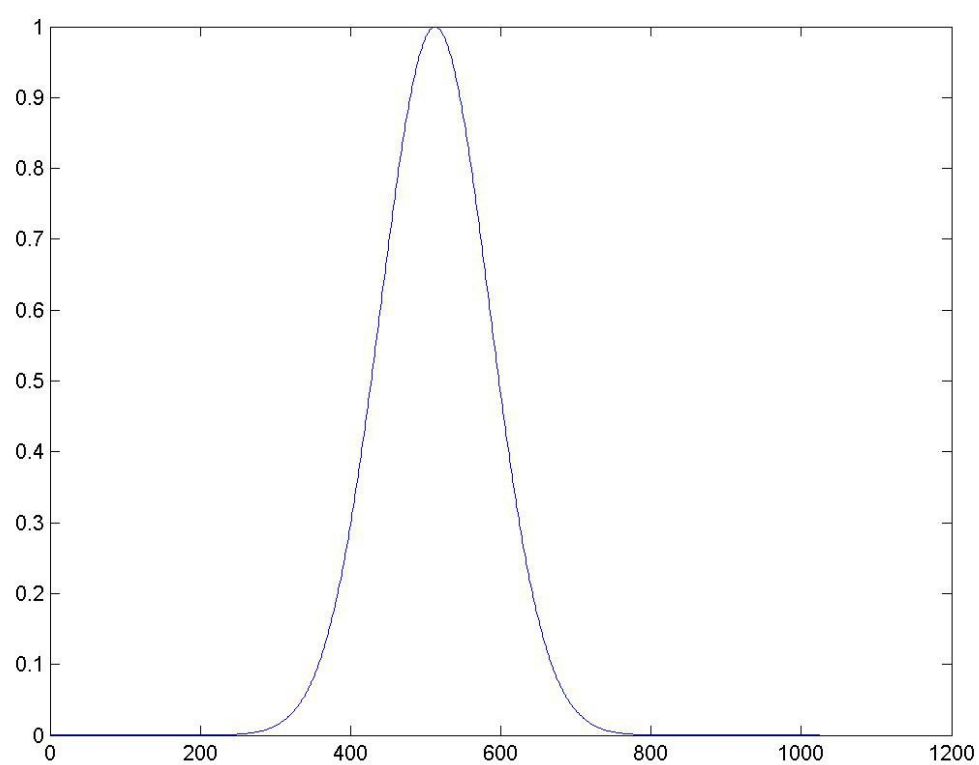
余弦函数经复氏变换后所得频谱图只在频率为 $3/(2 \times 3.14)$ 处取得极值，其余地方幅值近似为 0，因此余弦函数可以看作仅由其自身信号叠加形成的。

7.高斯函数信号

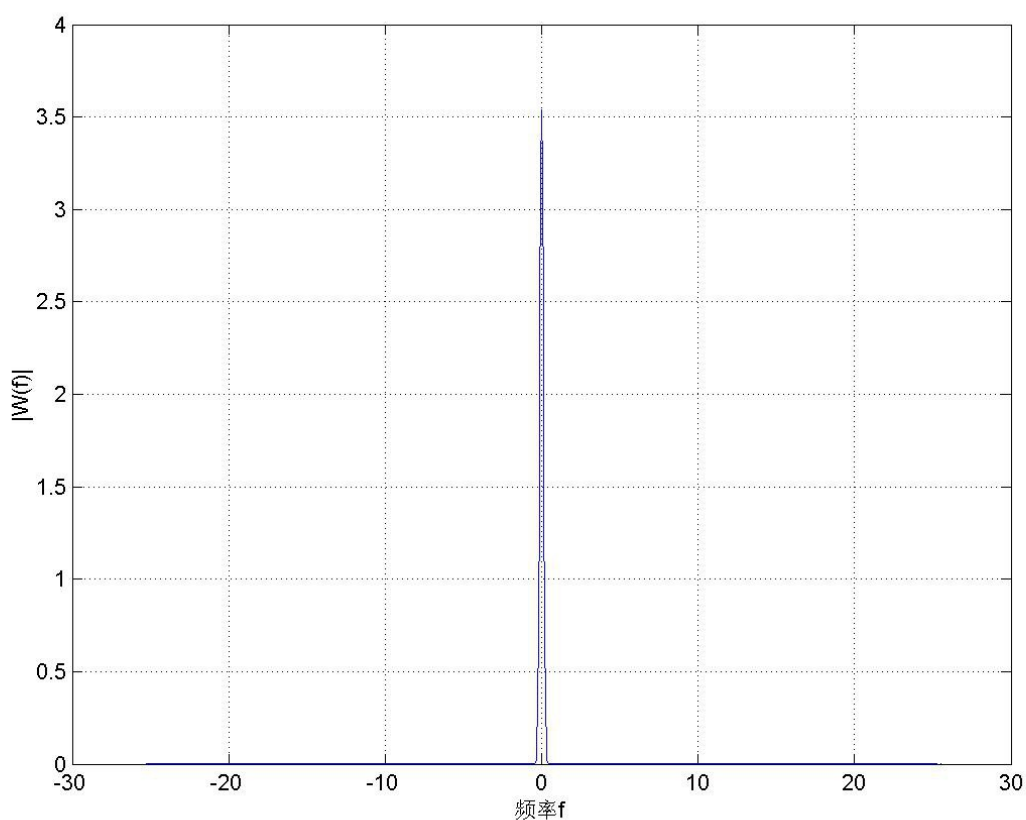
信号的原代码描述：

```
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：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

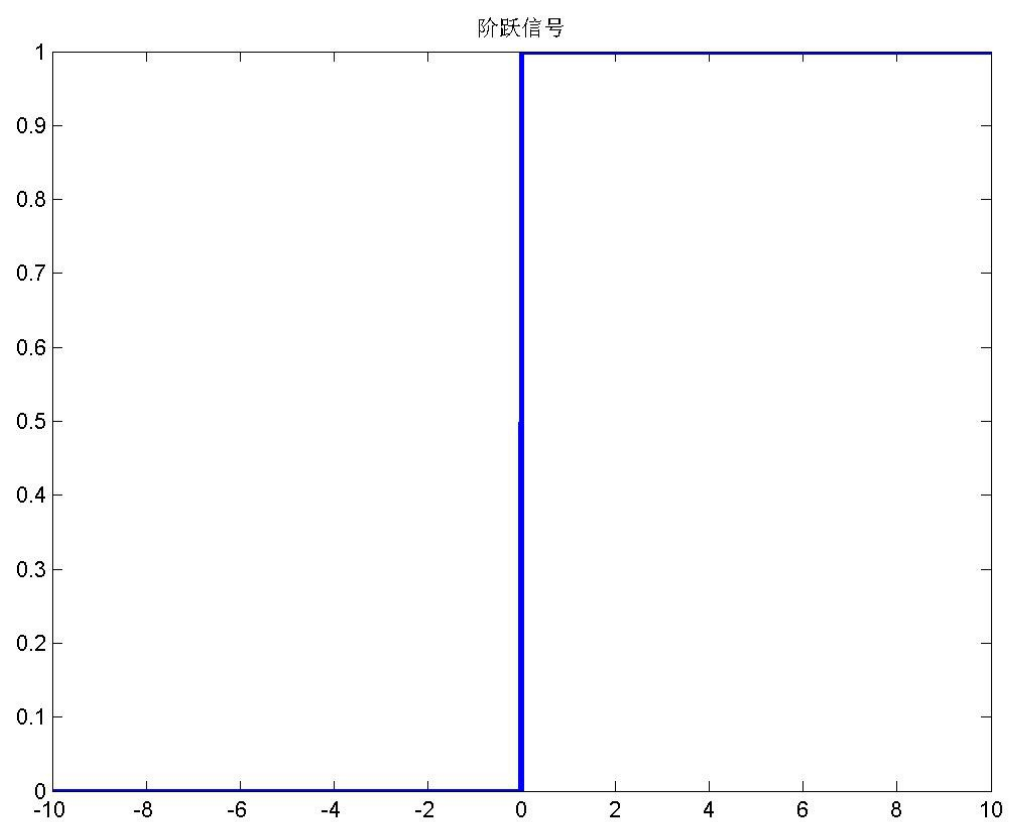
高斯函数在某一点取得极大值，然后在其余点迅速衰减为 0，经复氏变换后所得像函数仍为高斯函数，函数在频率为 0 处取得极大值其他处近似为 0，信号可近似看作有有限区间的频率信号叠加而成的。

8.阶跃信号和符号函数信号

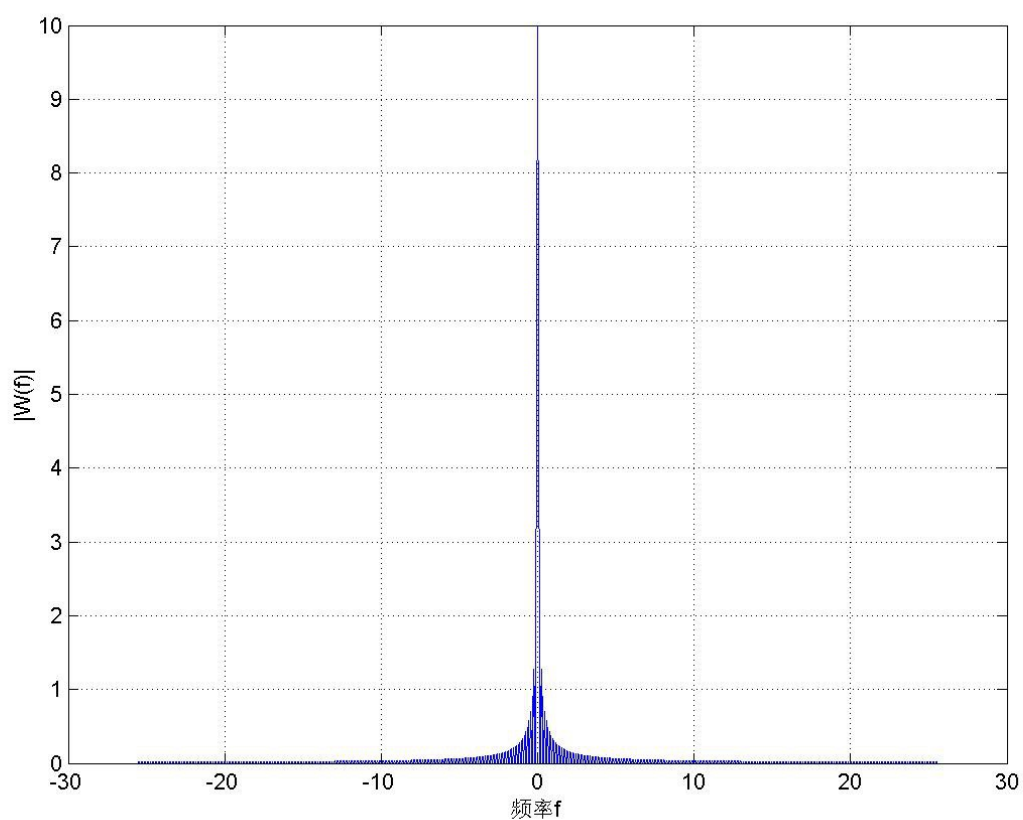
阶跃信号原代码描述：

```
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：



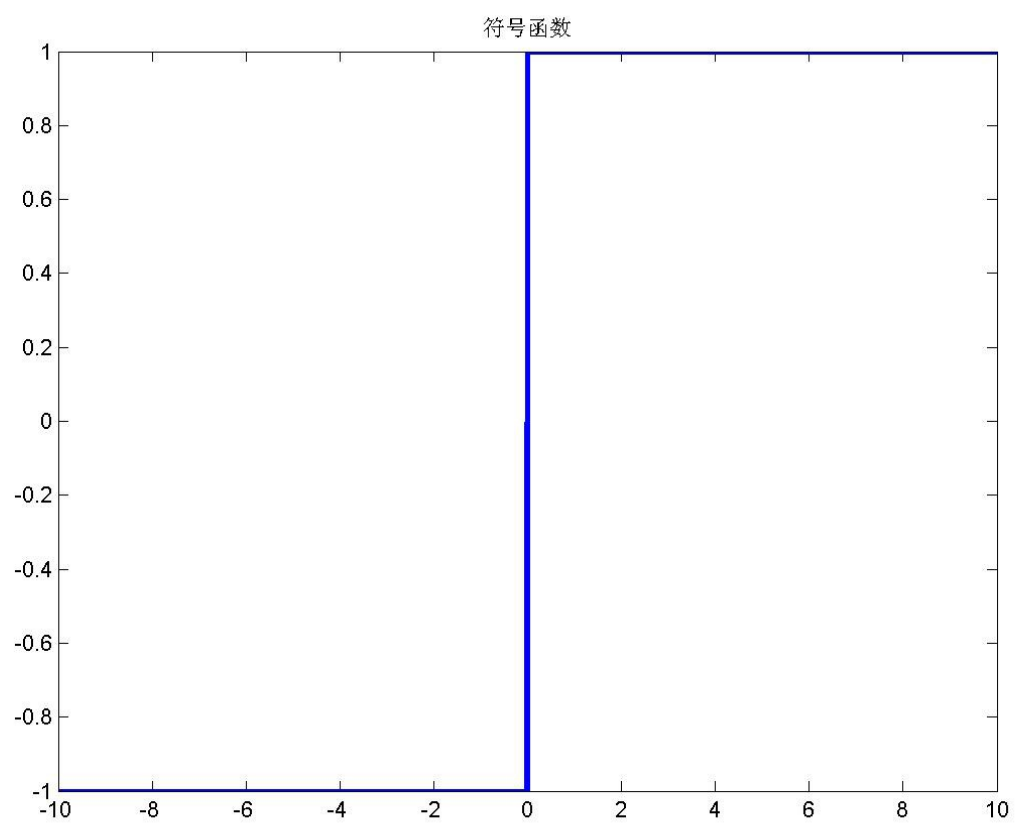
复氏变换后的频谱图形：



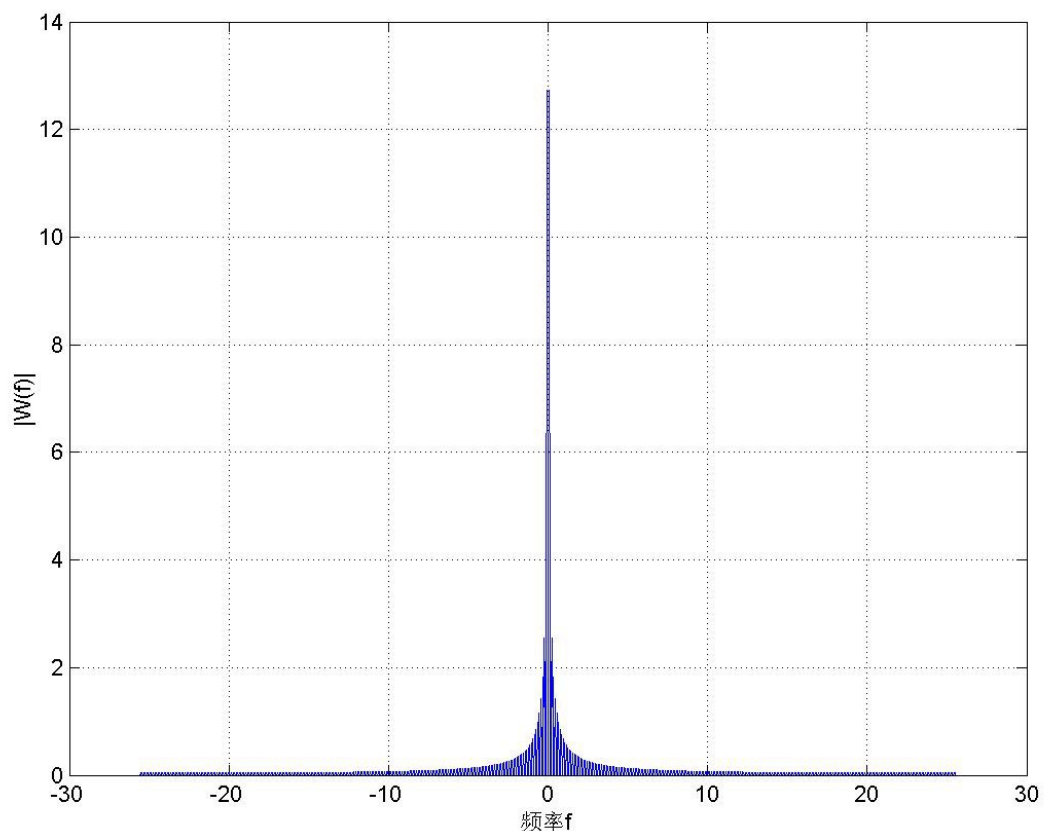
符号函数原代码描述：

```
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：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

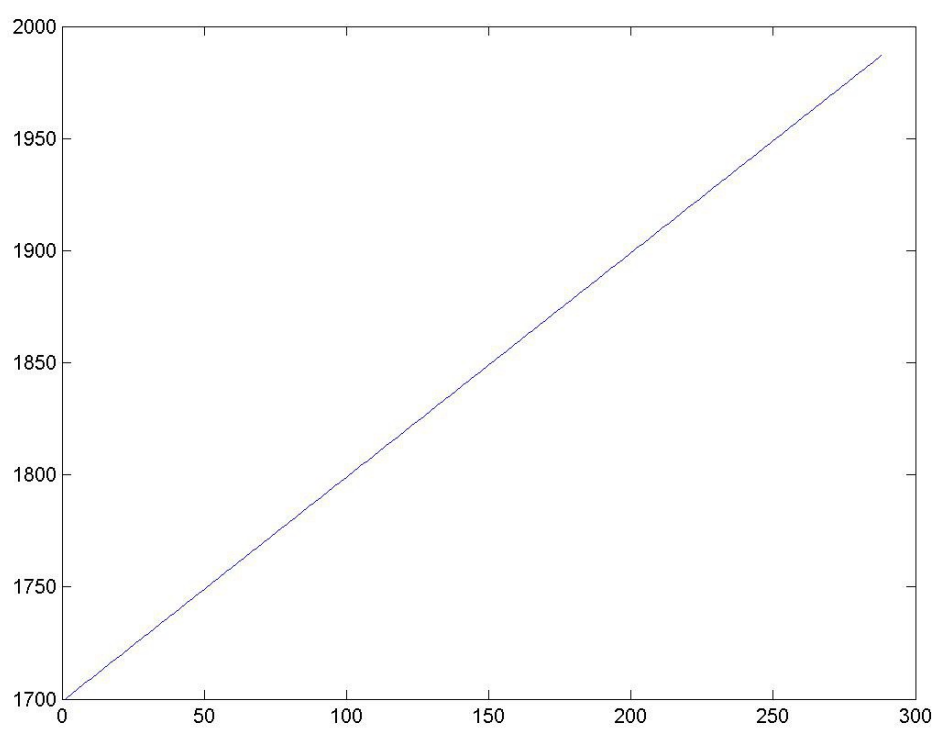
阶跃函数与符号函数的时域图基本相同，不同的是阶跃函数在 $t < 0$ 是值为 0，而符号函数在 $t < 0$ 时值为 -1，符号函数可以看成是阶跃函数将幅值扩大 1 倍然后向下平移一个单位形成的，因此，他们的频谱图极为相似。

9.太阳黑子活动

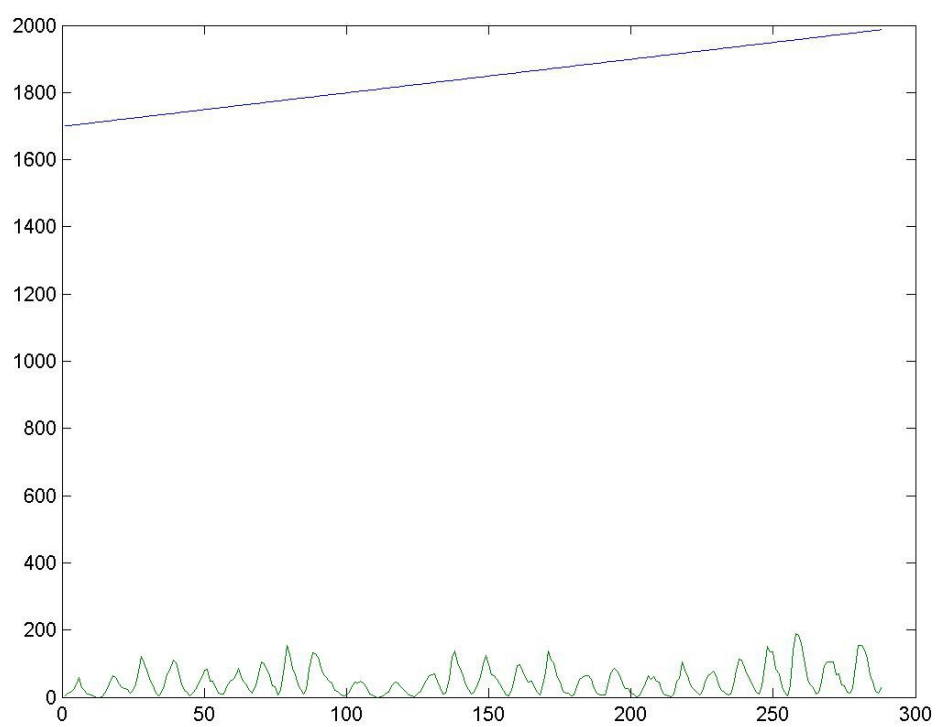
数据载入及变换代码：

```
load sunspot.dat
year=sunspot(:,1);
wolfer=sunspot(:,2);
```

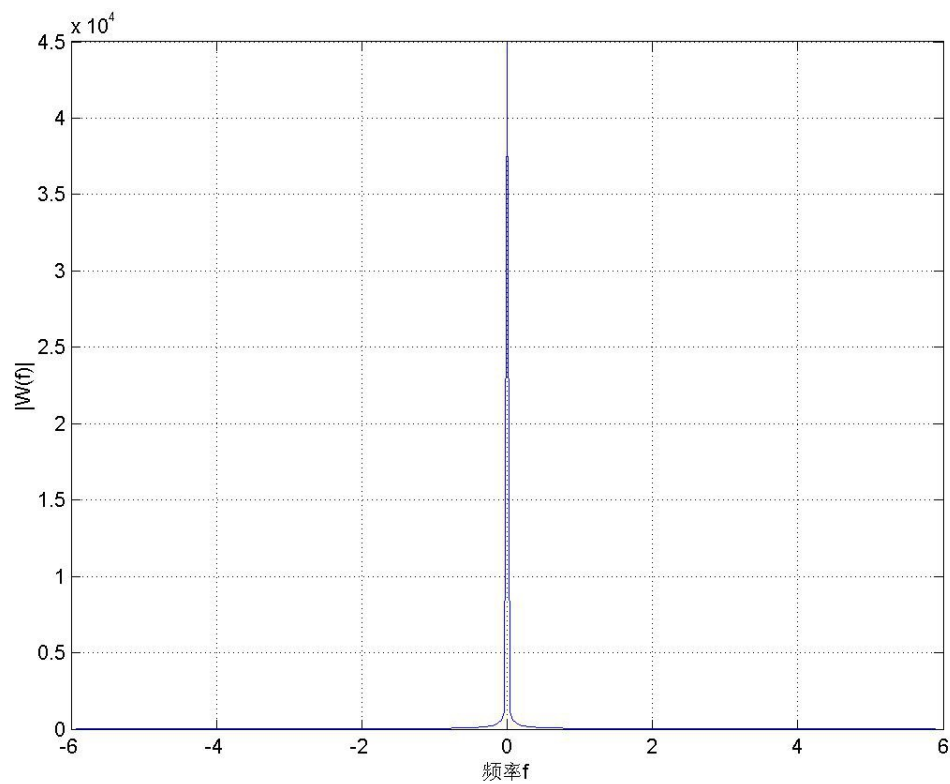
年份 year 图：



太阳黑子时域图：



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

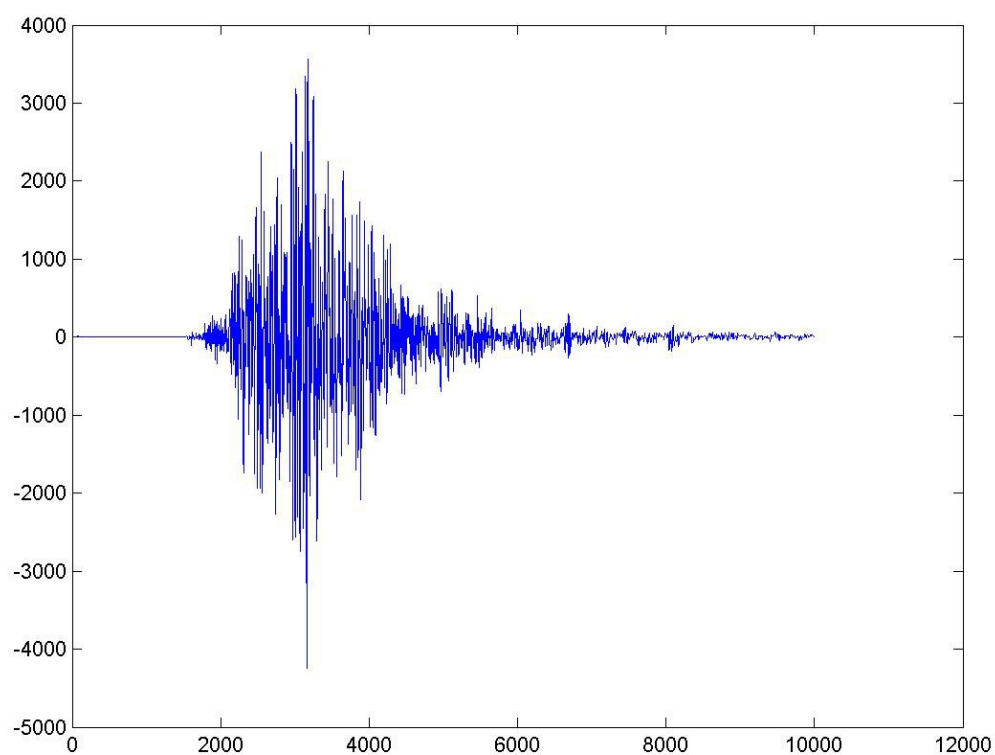
从太阳黑子的时图可以看出，太阳黑子变化周期很长，经复氏变换后在频率为 0 处取得极值，其他频率分量的幅值很小，几乎为 0。

10.地震数据

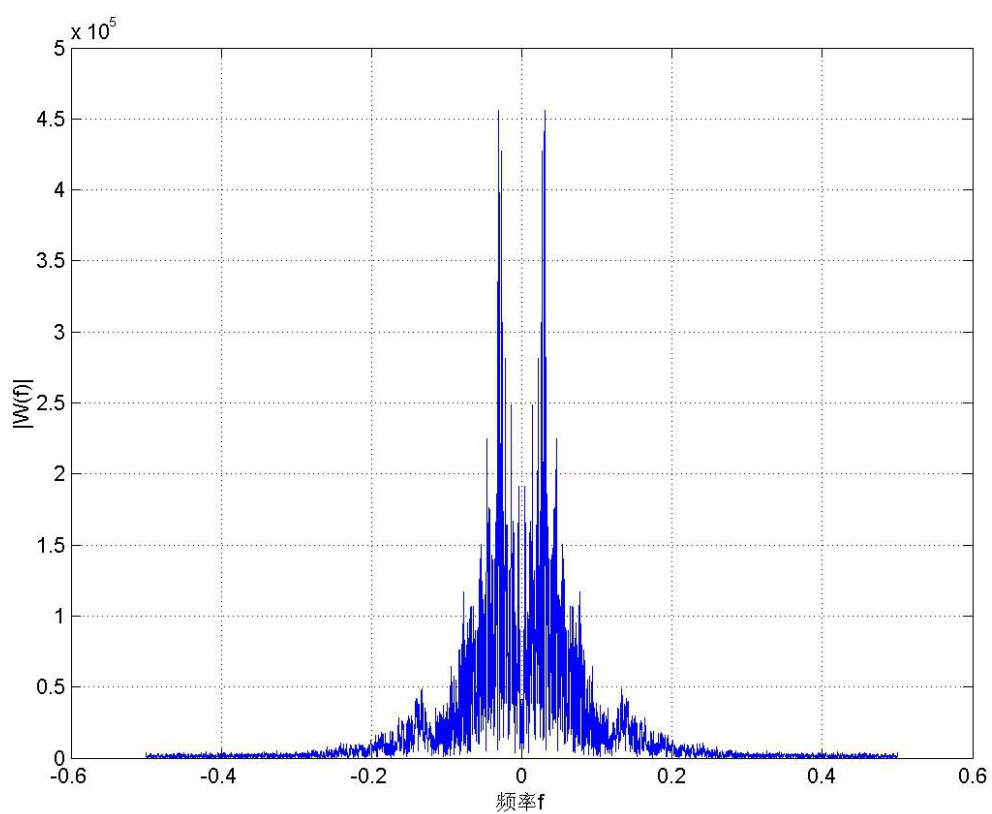
数据载入及变换代码：

```
load quake;  
cftbyfft(e,1:length(e));
```

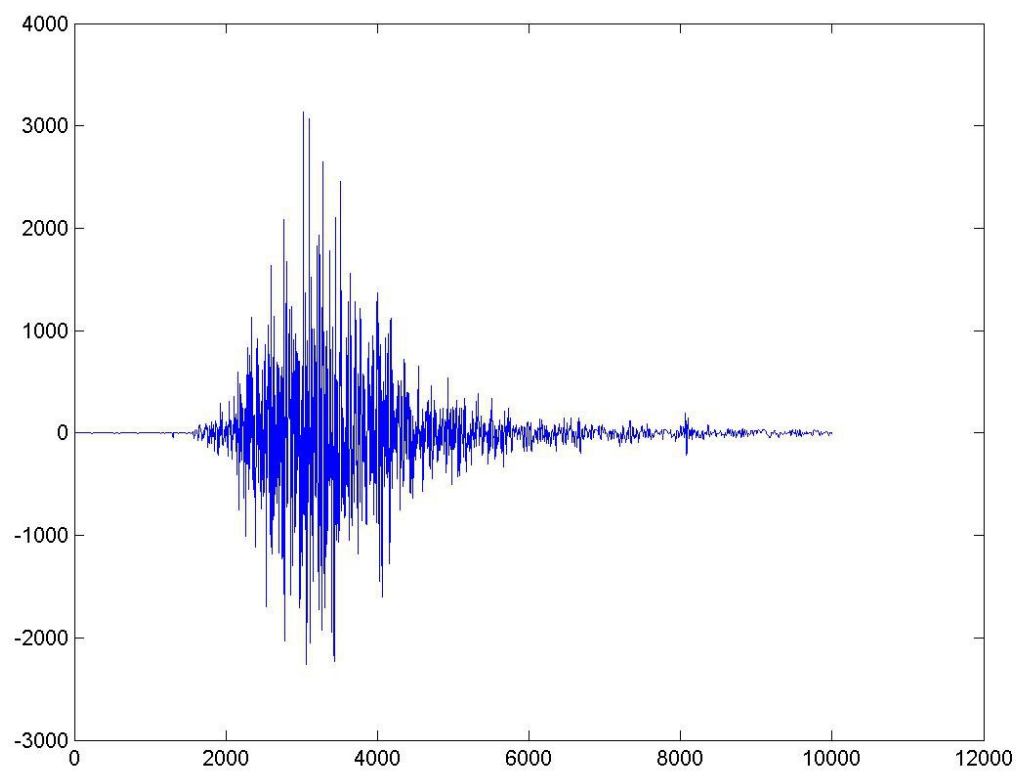
e 时域图：



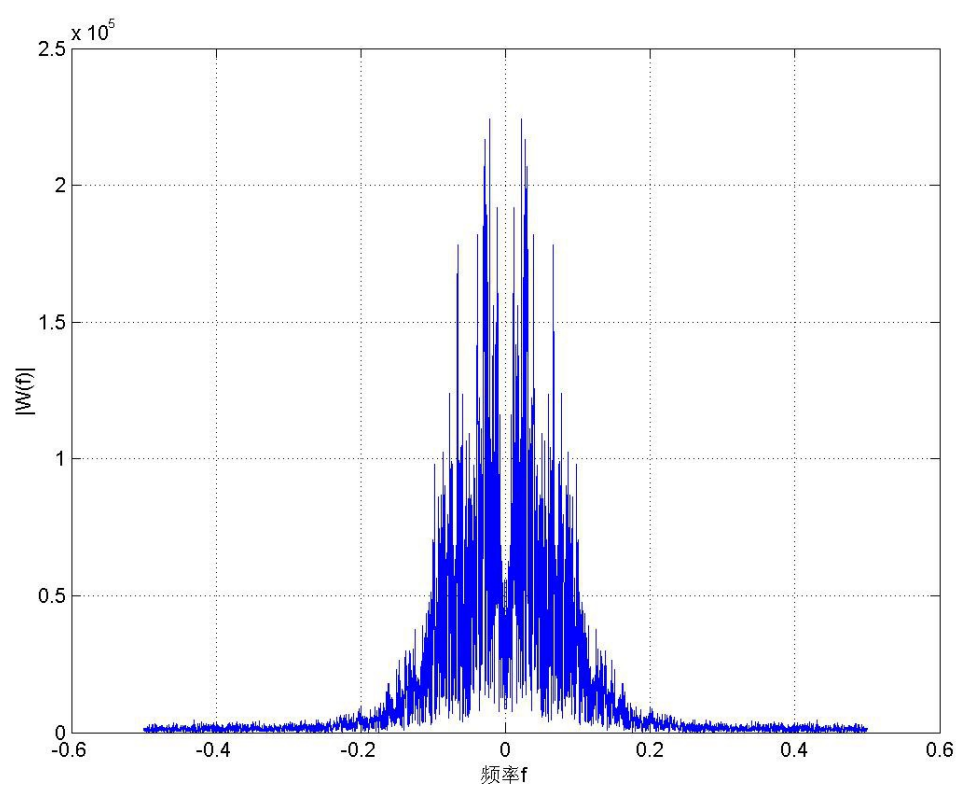
复氏变换后的频谱图形：



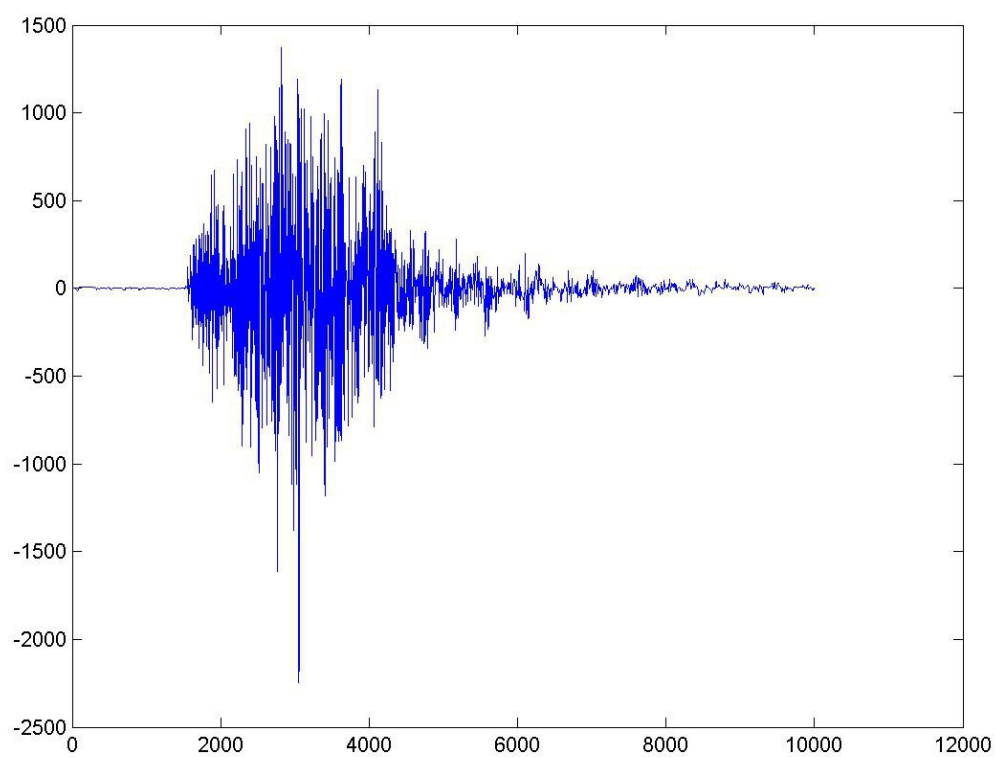
N 时域图:



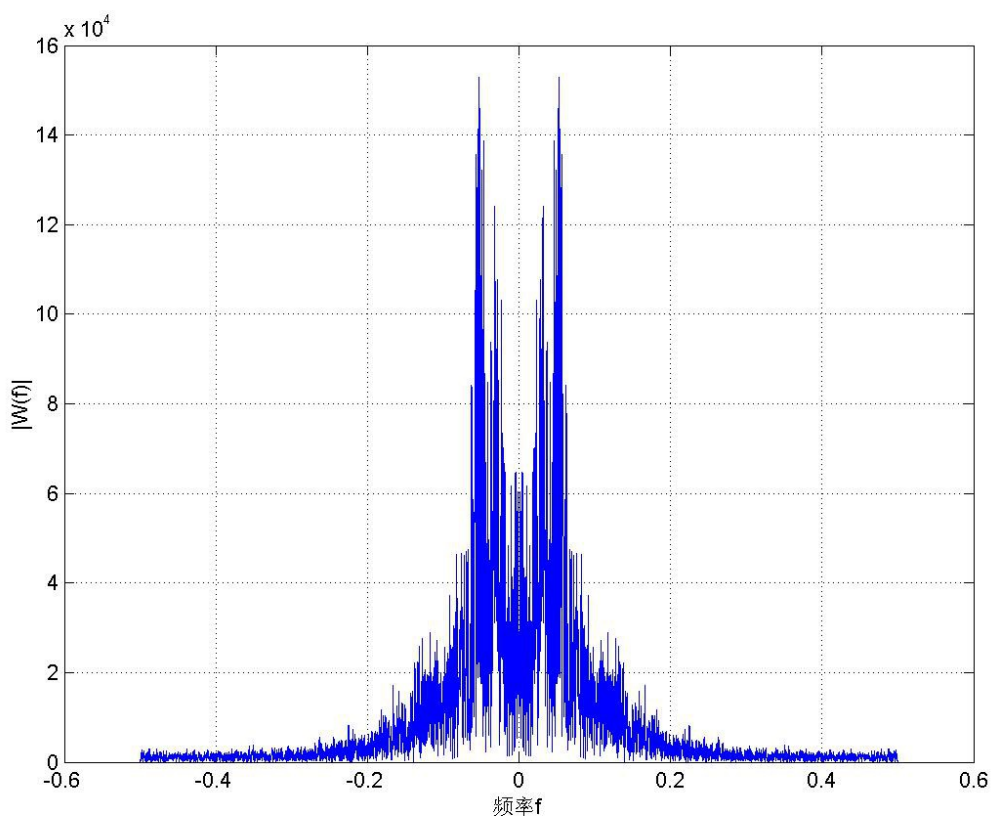
复氏变换后的频谱图形:



V 时域图:



复氏变换后的频谱图形：



实验结果分析：

三组数据的时域图很相似，它们变换后得到的频谱图也很相似，均在频率近似为 0.05 的地方有极大值，这说明频率为 0.05 的地震波所占分量很大，因此我们在设计建筑物时应尽量使房屋的固有频率远离 0.05 以避免在地震时形成共振，造成巨大的破坏。

实验思考：

通过实验我们发现复氏变换有其局限性，即复氏变换将信号在整个时间域上积分，所得频谱图反映的是信号在整个时域上的贡献，而不能得到信号在某一点或者某一时段段的频率分量，由实验可以看出在时域上不同的函数可能得到相同的频谱图，因此，我们有时需要借助更高的数学工具对信号进行分析，这便是小波分析，通过小

波分析，我们能人为的将信号分成若干个频率区间，研究每一频率区间里的信号随时间的变化。但这并不是说复氏变换就没用，恰恰相反，从以上实验中我们可以看出它在信号处理上的巨大作用，这也让我对数学的实用性有了进一步的理解。