

复变函数与积分变换实验报告

生命科学与技术学院 生物技术 0701 胡成成 U200712847

1. 实验目的

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。

2. 实验过程

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

3. 实验结果及分析

1. 矩形脉冲函数

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

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

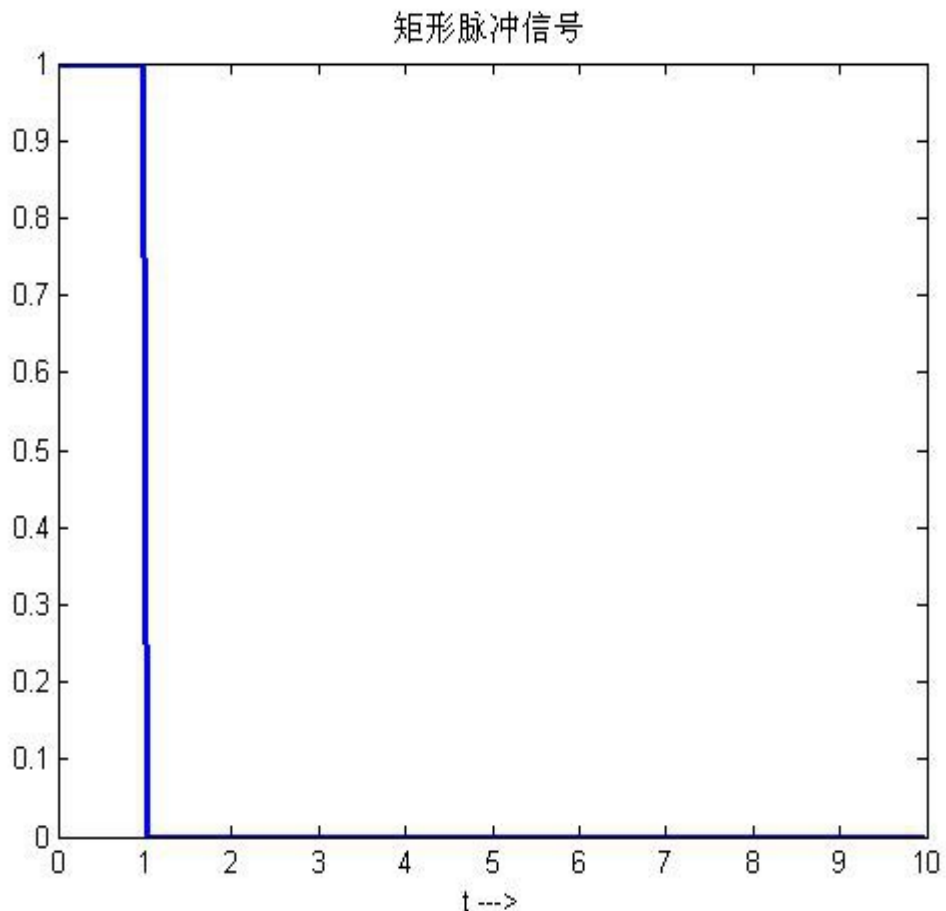
$w=zeros(size(t,2),1)$;

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

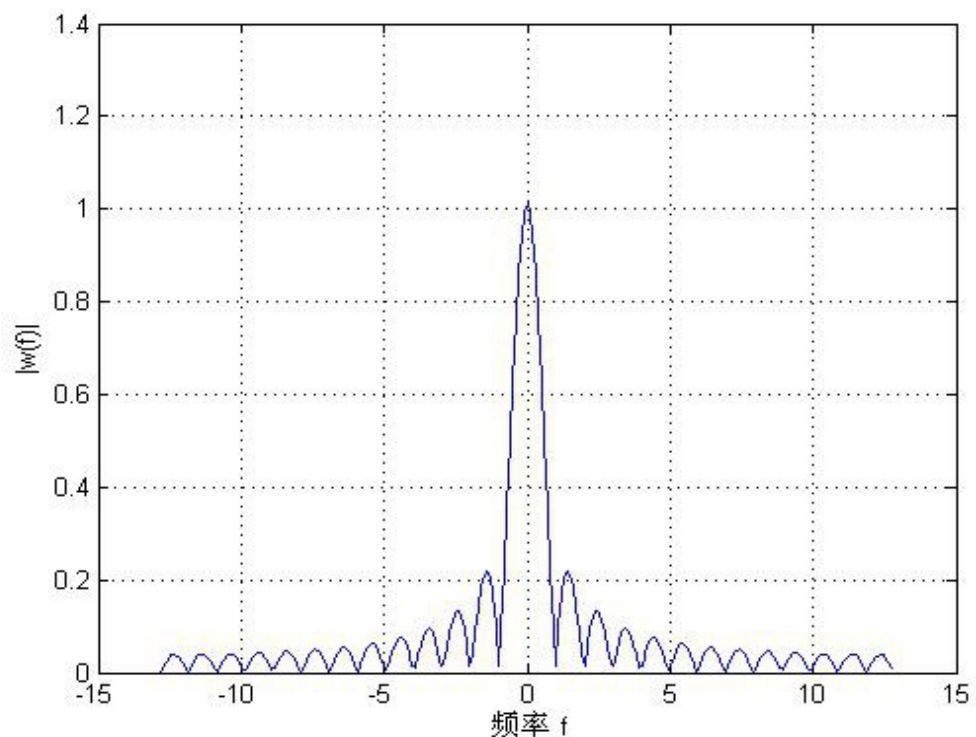
$w(Tow,1)=ones(length(Tow),1)$;

$plot(t,w,'b','LineWidth',2.5);title(' 矩 形 脉 冲 信 号 ');xlabel('t$
--->');

(2) 信号时域图 :



(3) 傅 氏 变 换 后 的 频 谱 图 :

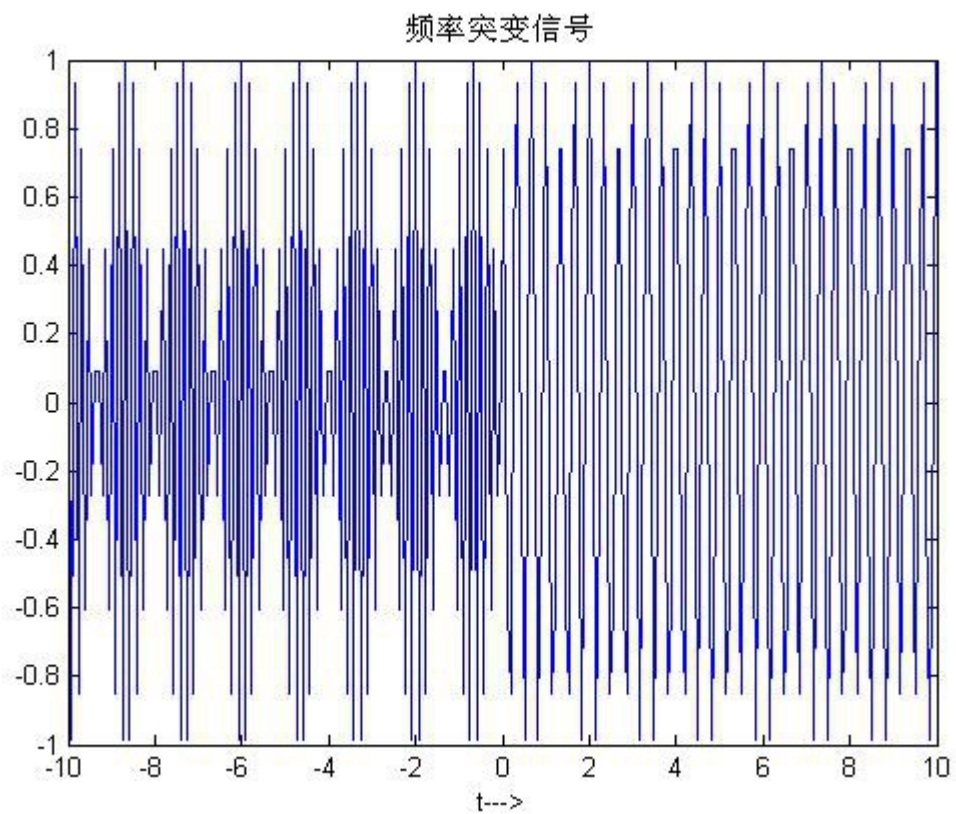


(4) 实验结果分析：原信号在 t 小于 1 的区域恒为 1，在 $t=1$ 时突变为 0。在频谱图中，频率为 1 的分量占了很大比重，其他频率分量对称分布，但分量都较小基本上按由大到小排布，频谱成分较单一。

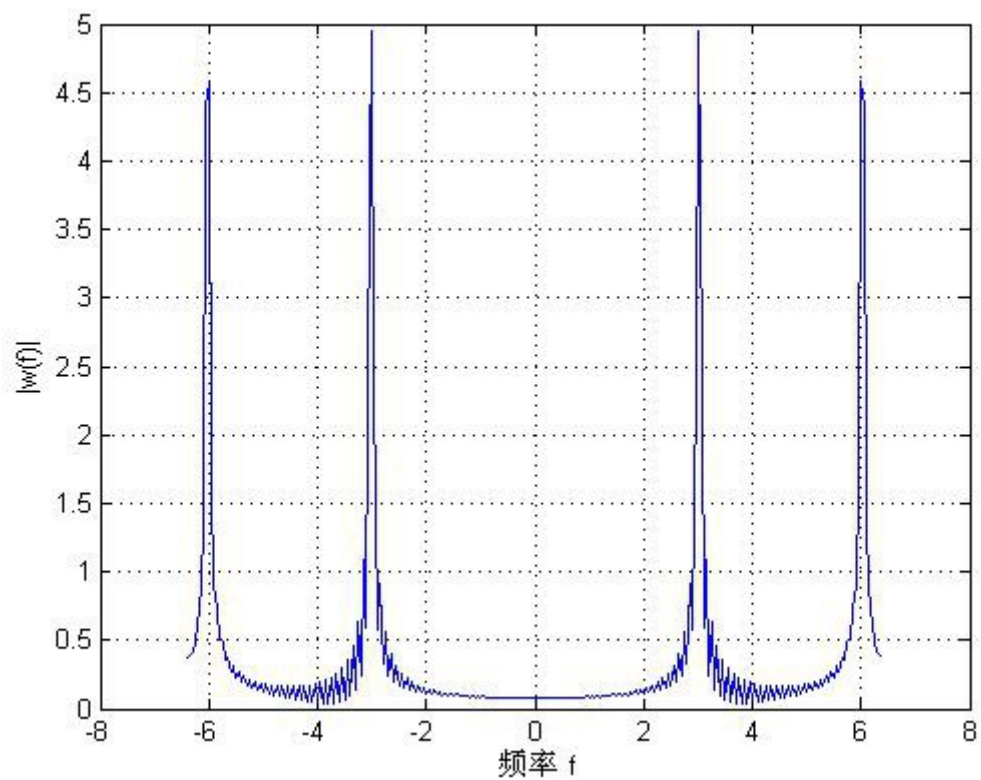
2. 频率突变信号

(1) 信号代码：`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--->');`

(2) 信号时域图：



(3)傅氏变换后的频谱图：

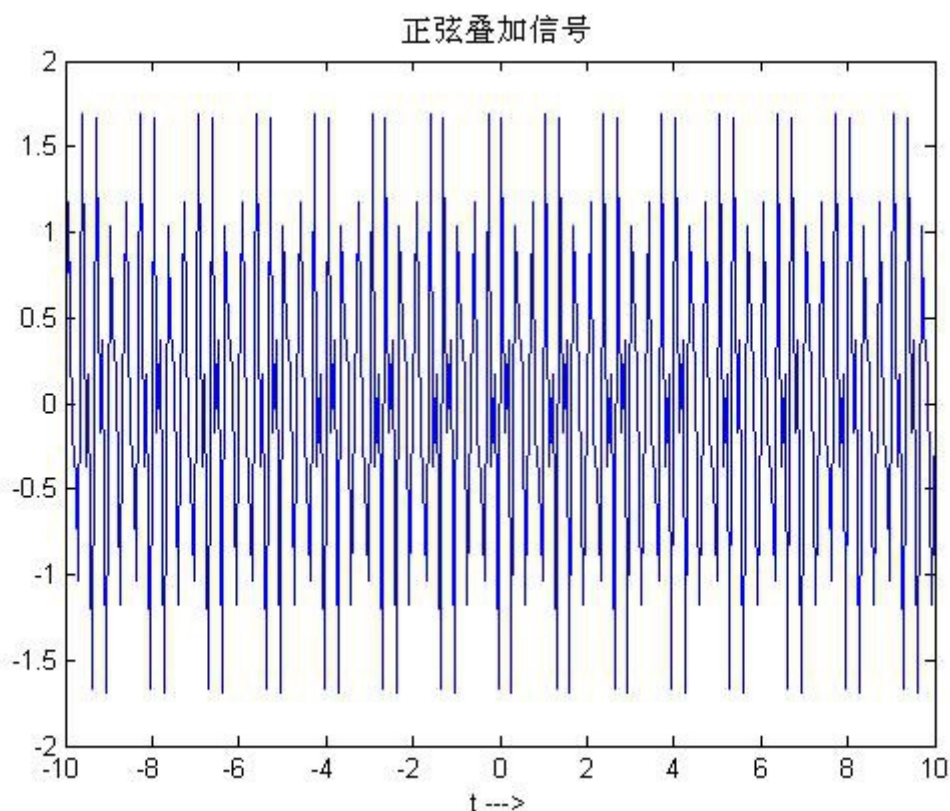


(4)实验结果分析：在 $t \ll 0$ 时，时域图较密集，有一定周期， $t \gg 0$ 时，时域图较稀疏，但周期未

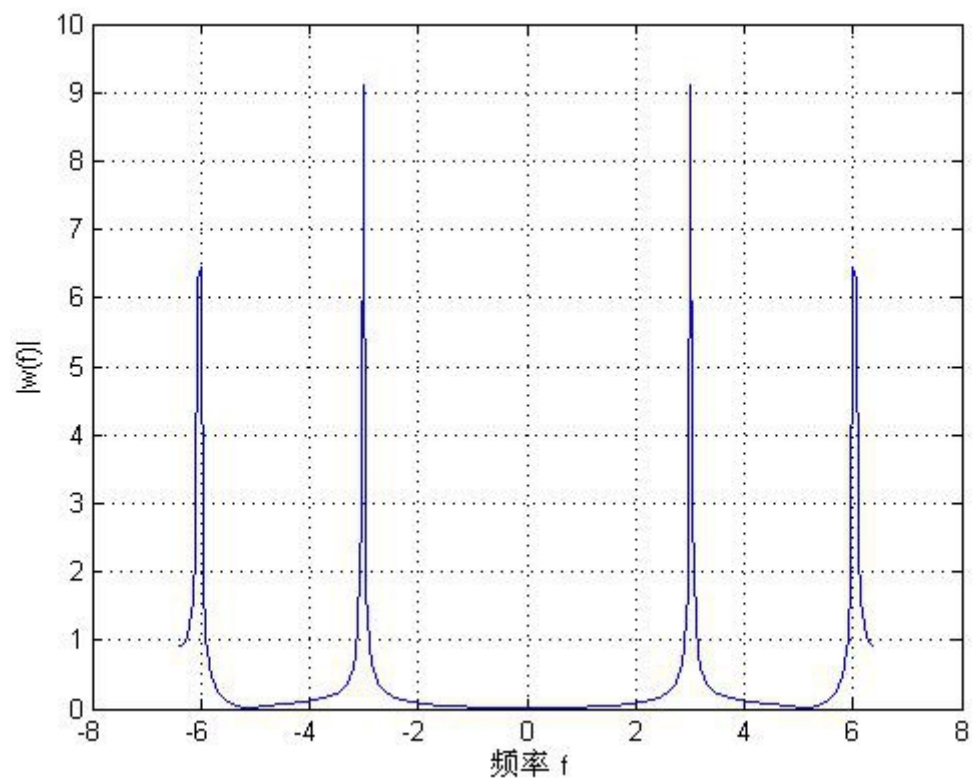
变。可在 $t=0$ 时，时域图发生突变。在频谱图上，明显看出在频率为 3 和 6 的位置有突变。因为傅里叶变换的积分作用体现了突变成份，即任一频率点的谱值是由信号在整个时间域上的贡献决定的；反之，信号在某一时刻的状态也是由频谱在整个频率域上的贡献决定的，时间上的突变会引起频率域上对应于不同频率的突变频谱。这就是傅氏变换的一大缺点，无法在知道一点的情况下知道这一点对应的频谱关系。

3. 正弦叠加信号

(1)信号代码：`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 --->');`
(2)信号时域图：



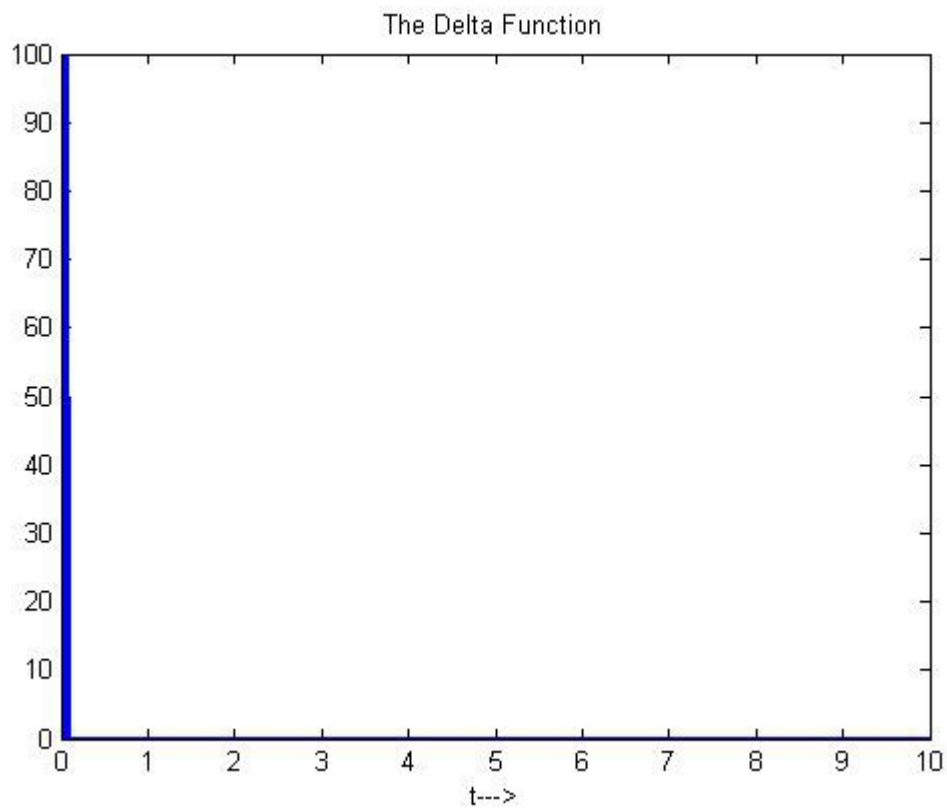
(3)傅氏变换后频谱图：



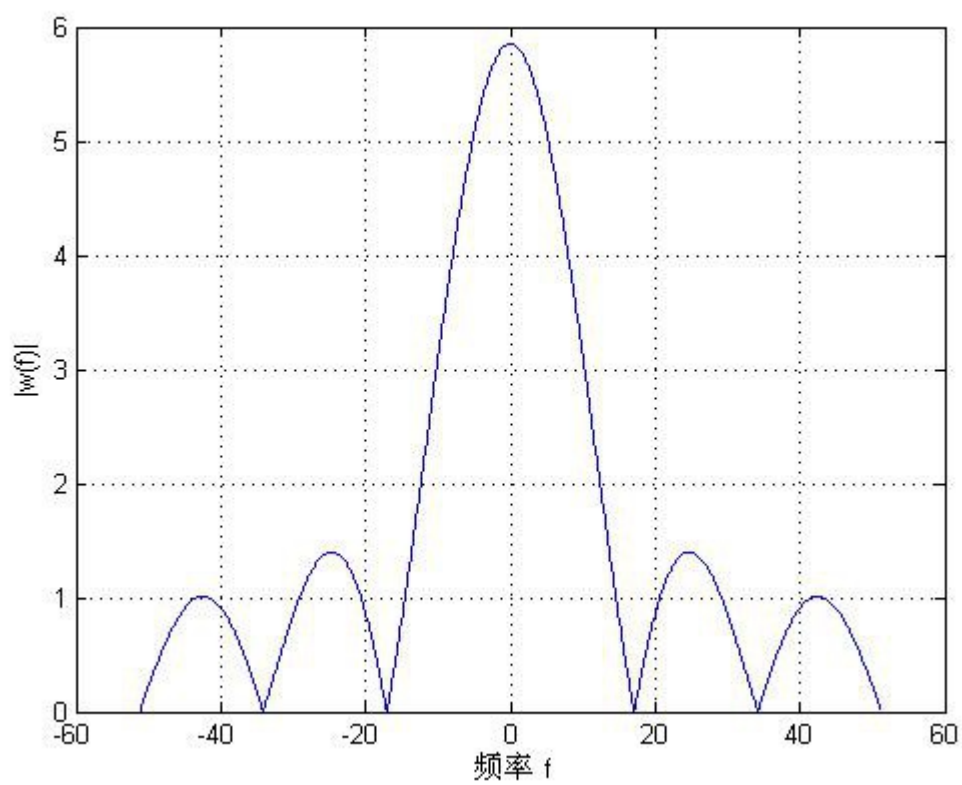
(4)实验结果分析：由时域图观察可知，该信号周期性很强，在周期点都有突变，频率突变信号有一定差别，但从频谱图来看，他们两个的图形应该说完全一样，在 3 和 6 有明显突变。同样，这对比极大显示了傅氏变换的缺点说在。

4.脉冲信号 1

(1)信号代码：`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-->');`
 (2)信号 1 时域图：



(3) 傅 氏 变 换 后 的 频 谱 图 :



(4)实验结果分析：结合脉冲信号 2 一起分析。见 2 中的分析。

5.脉冲信号 2

(1)信号代码 : `clear;M=10; T=10; N=2^M;`

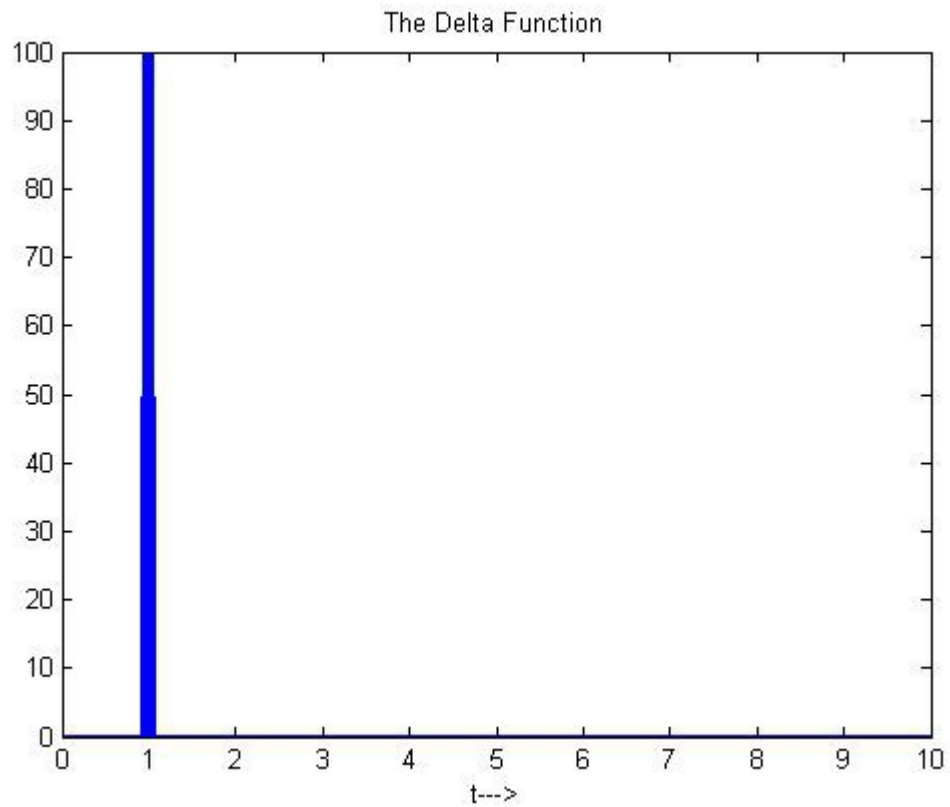
`dt=T/N; n=0:N-1; t=n*dt;`

`w=zeros(size(t));`

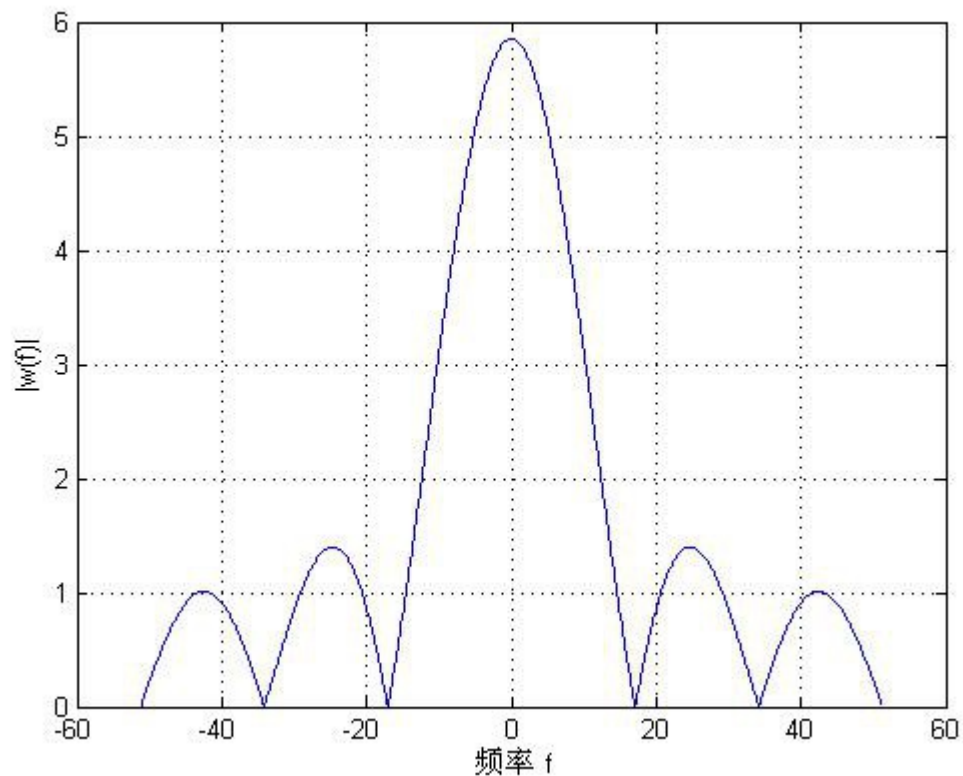
`w(100:105)=100;`

`plot(t,w,'b','LineWidth',2.5);title('The Delta Function');xlabel('t--->');`

(2)信号 2 时域图 :



(3)傅氏变换后的频谱图 :

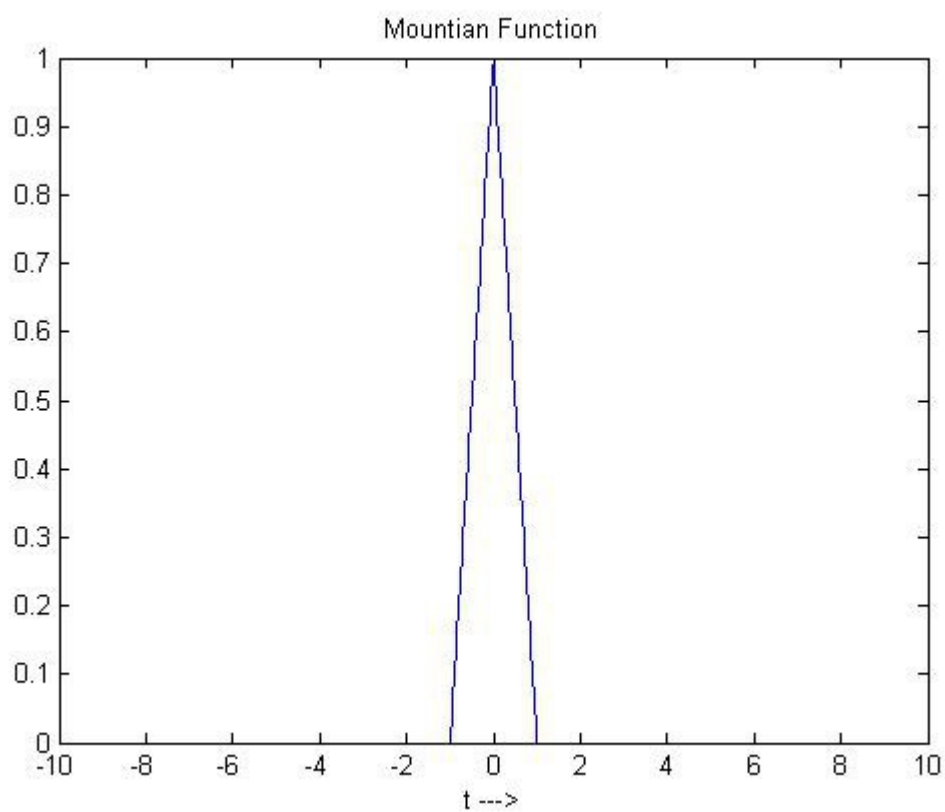


(4)实验结果分析：由两脉冲信号的时域图的比较发现，两图有很明显不同，一个在 0 处突变，一个在 1 处。而再对比它们的傅氏变换图，却发现惊人的相似：均在频率为零时占大分量，说明了直流的主导作用。并且同平率突变信号与正弦叠加信号一样，体现了傅氏变换的缺点。

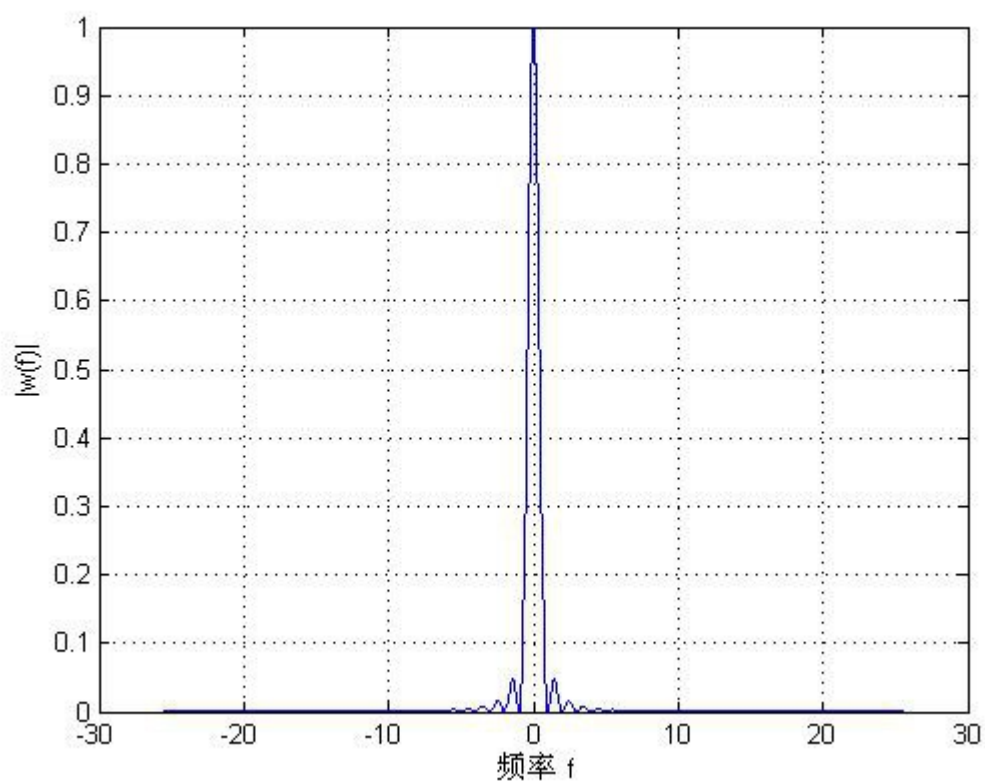
6.山形函数信号

(1)信号代码：
`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 --->');`

(2)信号时域图：



(3)傅氏变换后的频谱图：



(4)实验结果分析：由时域图看出，在 $t=1$ 开始出现突变升高，到零时突

变降低。频谱图中，在频率为零时分量很大，几乎占了全部的分量，其他频率分量极小，按从大到小对称分布于两旁，到后来接近于零，说明在山形函数信号中直流分量占主导地位。频谱较单一。

7.余弦信号函数

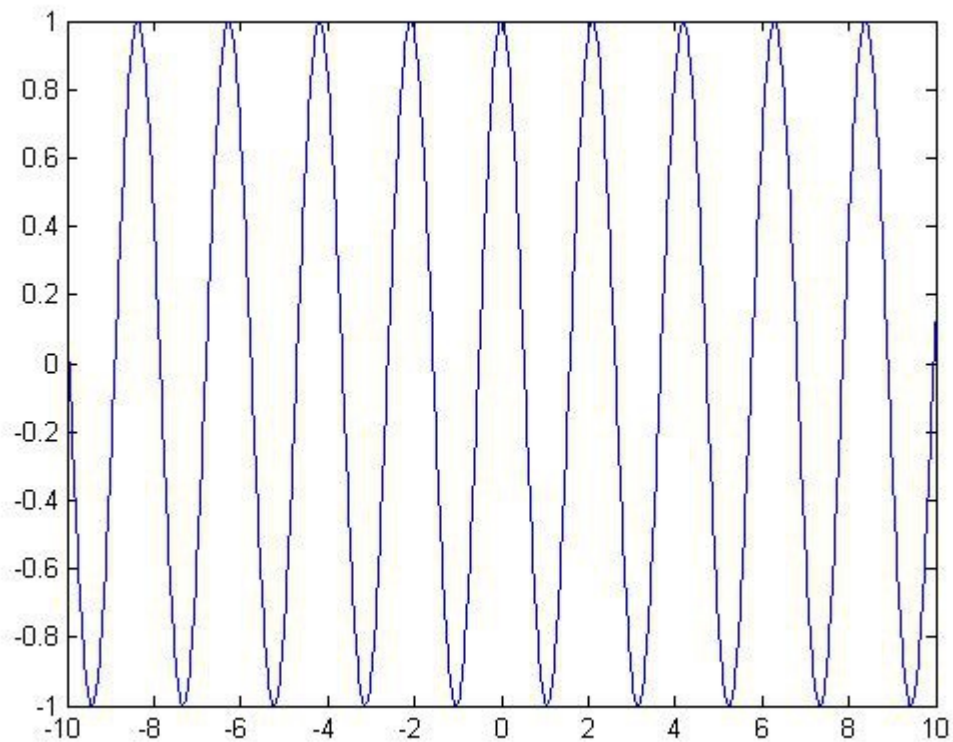
(1)信号代码：clear; M=10; N=2^M;

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

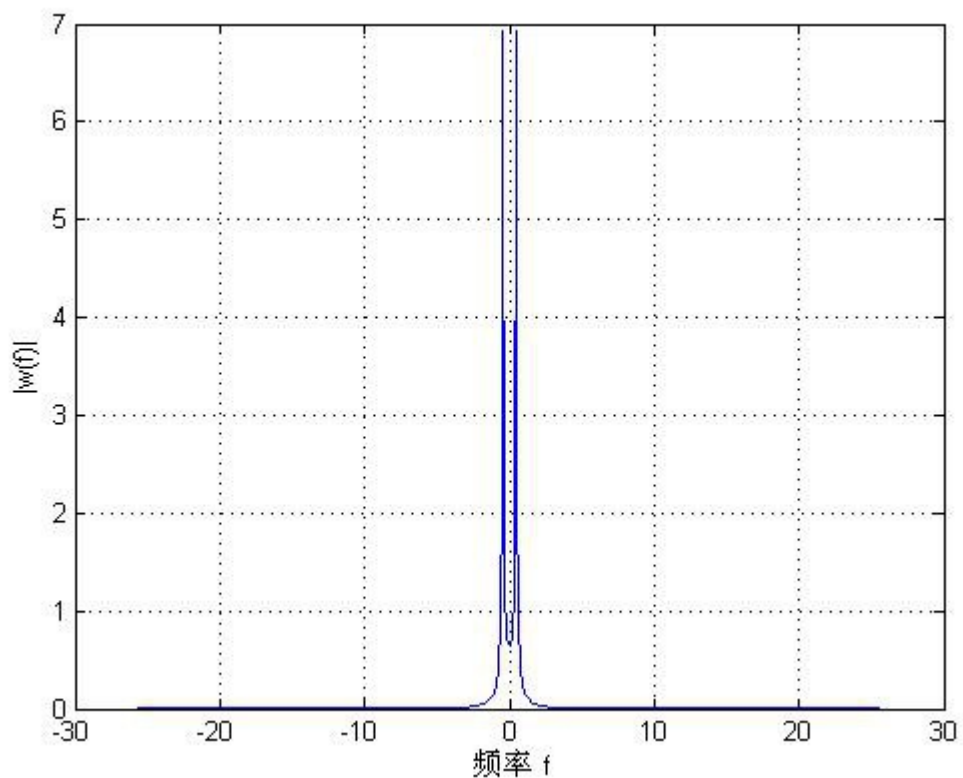
xcos=cos(3*t);

plot (t, xcos) ;

(2)信号时域图：



(3)傅氏变换后的频谱图：



(4)实验结果分析：看时域图，余弦函数有周期，幅值不超过 1.在傅氏变换图中，看出在频率 0 的邻域内，频谱占了主要分量。说明周期余弦函数信号对应着简单的频域变换。频谱同样较单一。

8.高斯函数信号

(1)信号代码：clear; M=10; N=2^M;

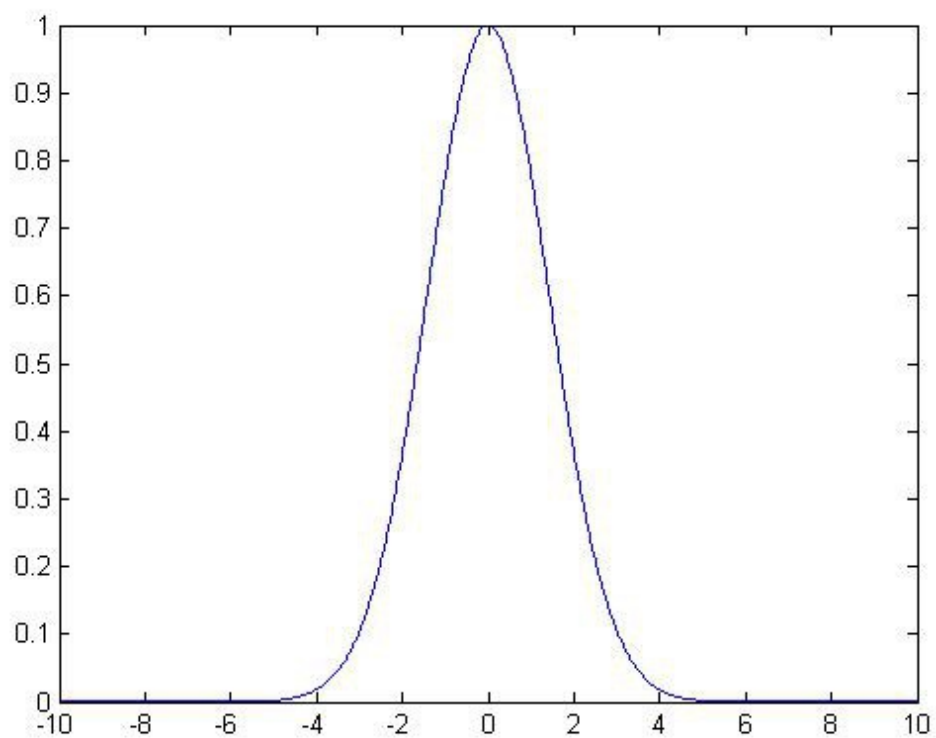
t=linspace(-10,10,N);

a=1/4;

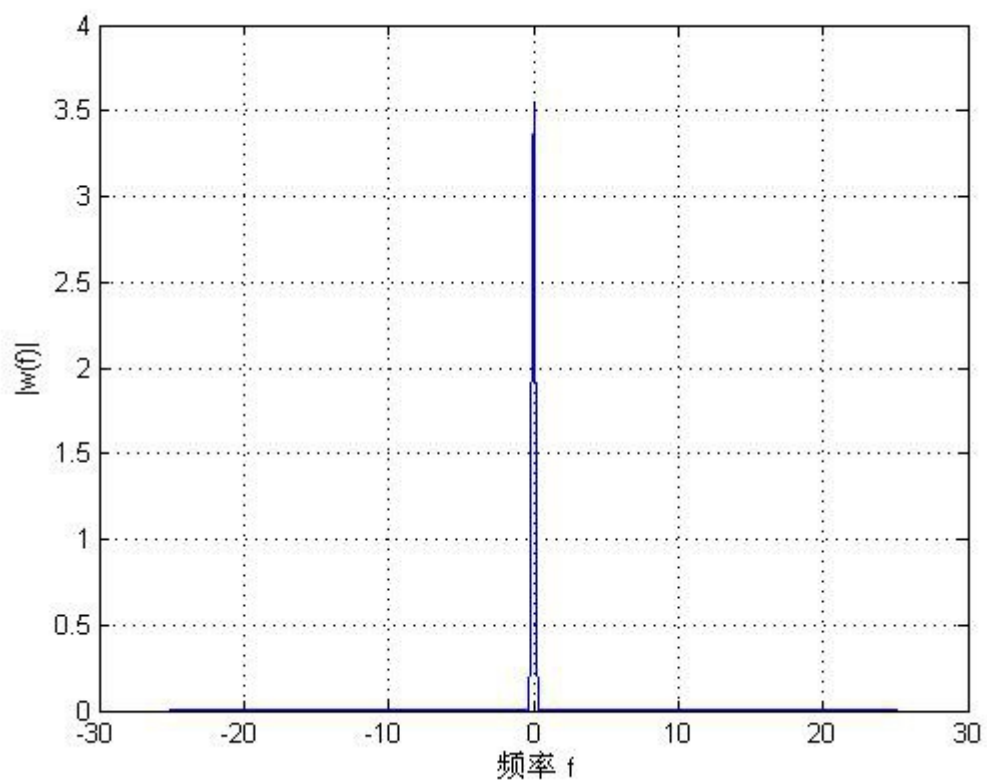
g=exp(-a*t.^2);

plot (t, g) ;

(2)信号时域图：



(3)傅氏变换后的频谱图：

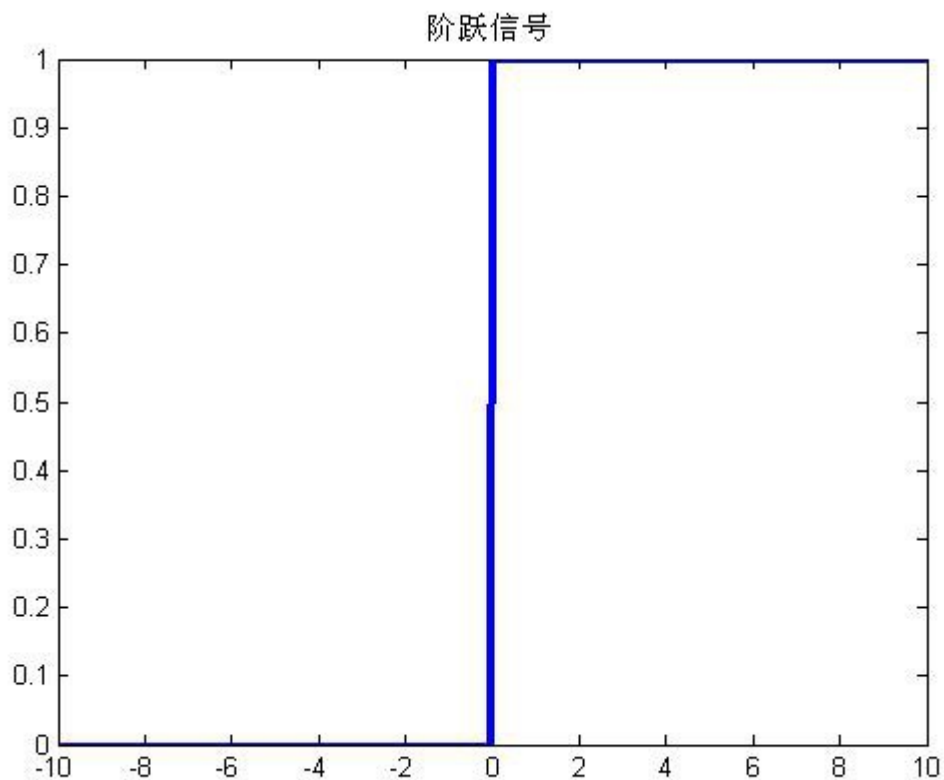


(4)实验结果分析：高斯函数分布为正态分布，只有单峰值。所以在频谱图中，只有频率为 0 的地方具有最大幅值。说明超出一定范围时域的小概率事件基本不

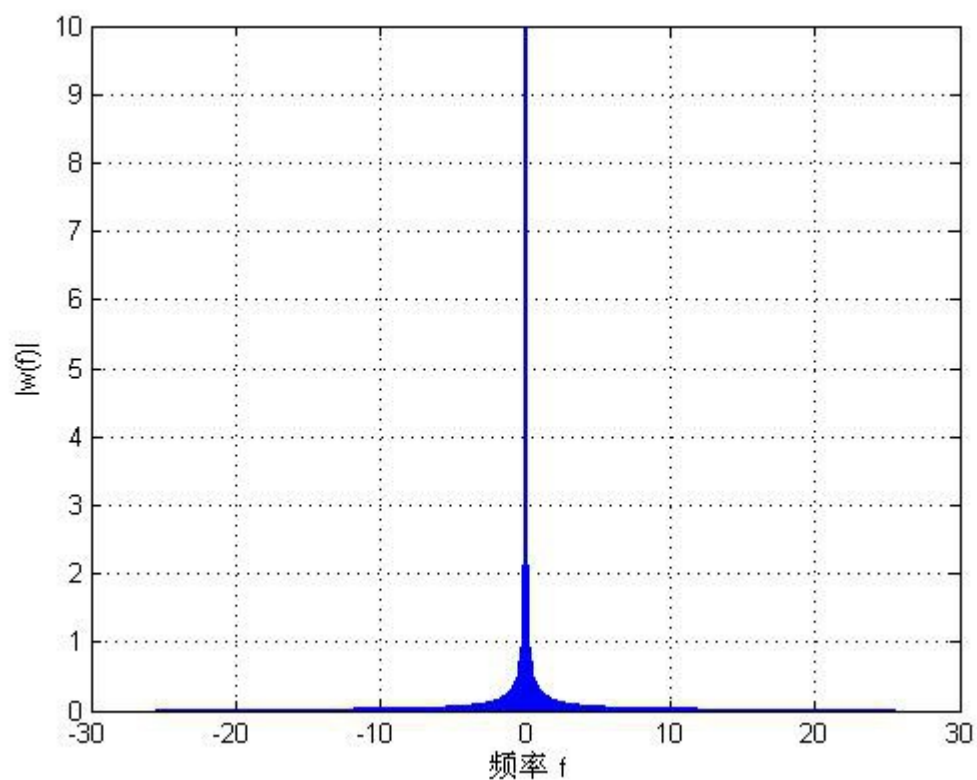
会发生。越是时域幅值高的地方，事件发生的可能性越大。高斯函数的傅氏变换仍是高斯函数。

9.阶跃信号函数

(1)信号代码：`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');`
(2)信号时域图：



(3)傅氏变换后的频谱图：

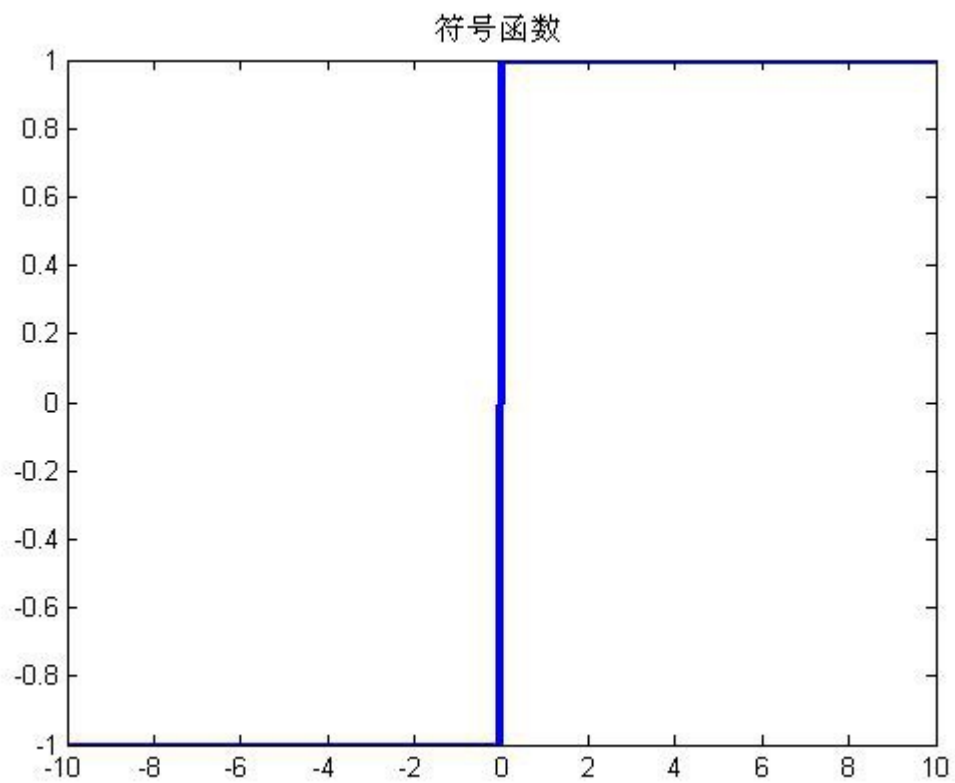


(4)实验结果分析：阶跃信号如同矩形脉冲信号，在 $t=0$ 有突变，唯一不同就是 $t=0$ 前后幅值的不同。于是有了不一样的频谱图。他的频谱图在频率为 0 出的分量占了差不多全部，比矩形脉冲信号的更单一。

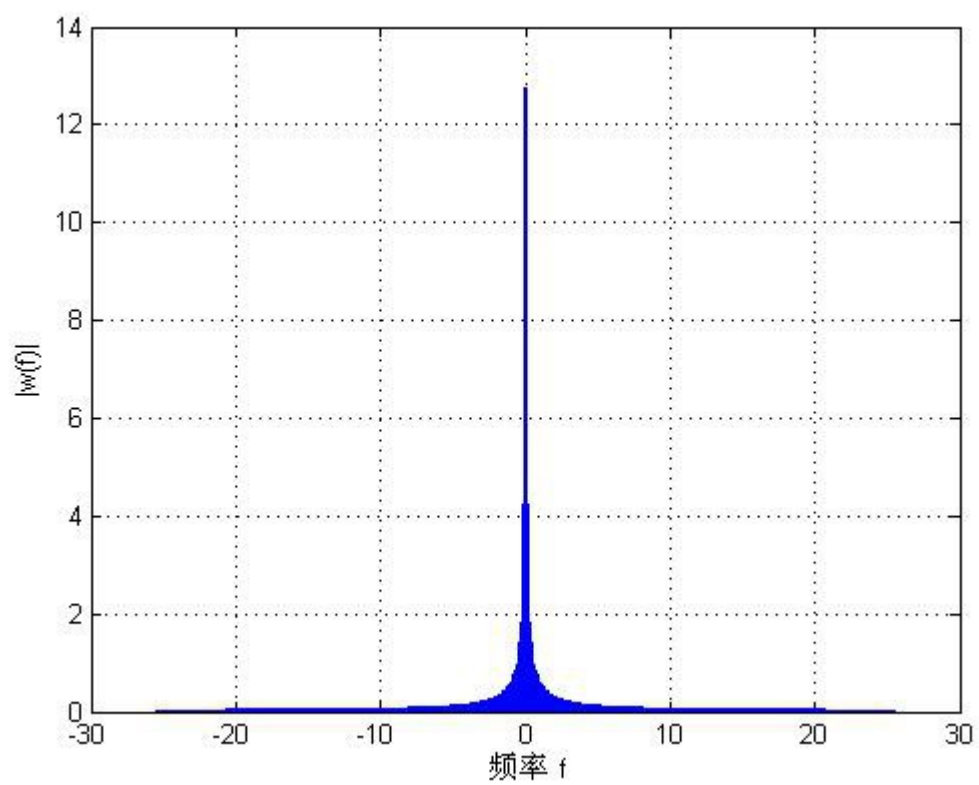
10.符号函数信号

(1)信号代码：
`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');`

(2)信号时域图：



(3)傅氏变换后的频谱图：



(4)实验结果分析：符号函数信号看起来就是阶跃函数替身，傅氏变换图

也一样，只是幅值不同。比较足以看出，不同的函数可能有相同时域图和傅氏变换图（具体说是类似）。

11.太阳黑子活动

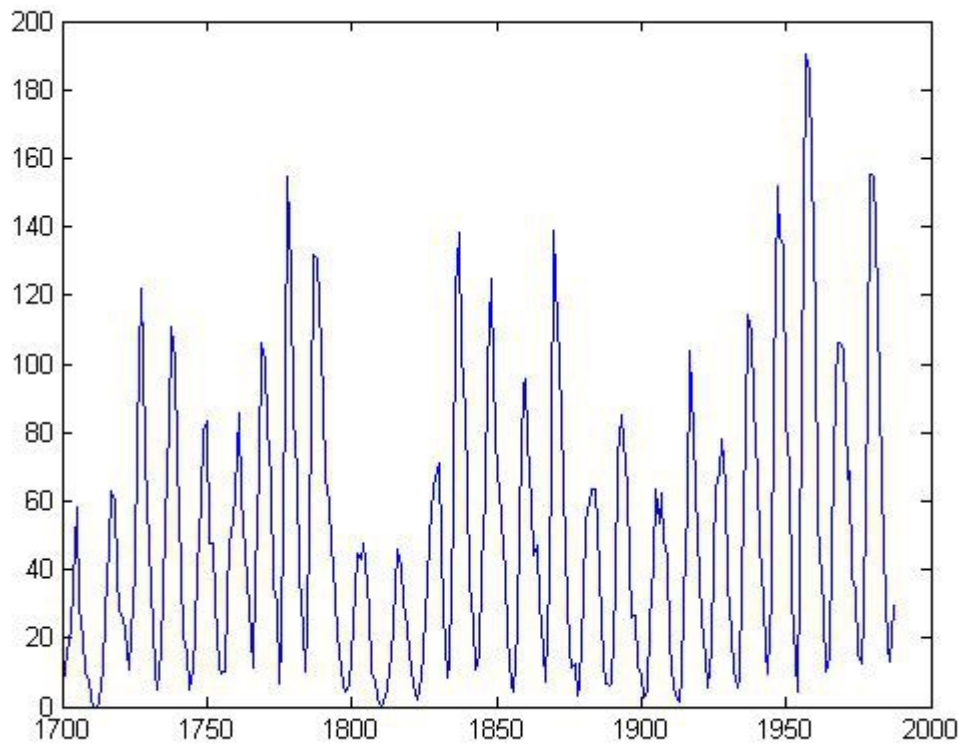
(1)信号代码：load sunspot.dat

year=sunspot(:,1);

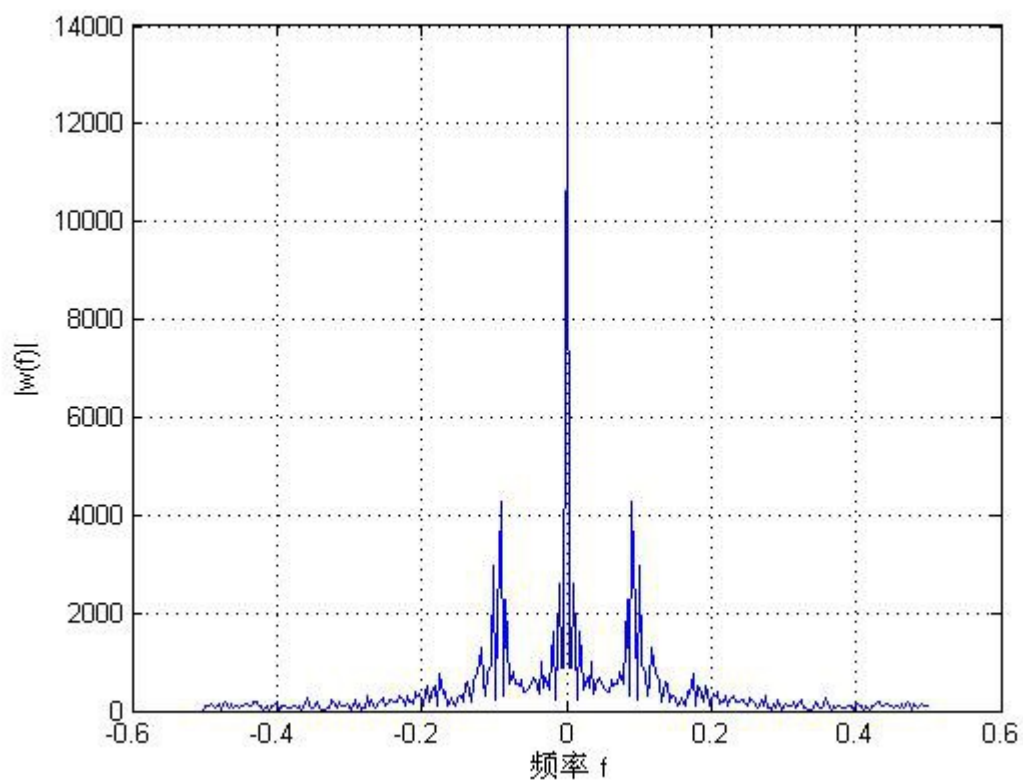
wolfer=sunspot(:,2);

plot (year, wolfer) ;

(2)信号时域图：



(3)傅斯变换后的频谱图：

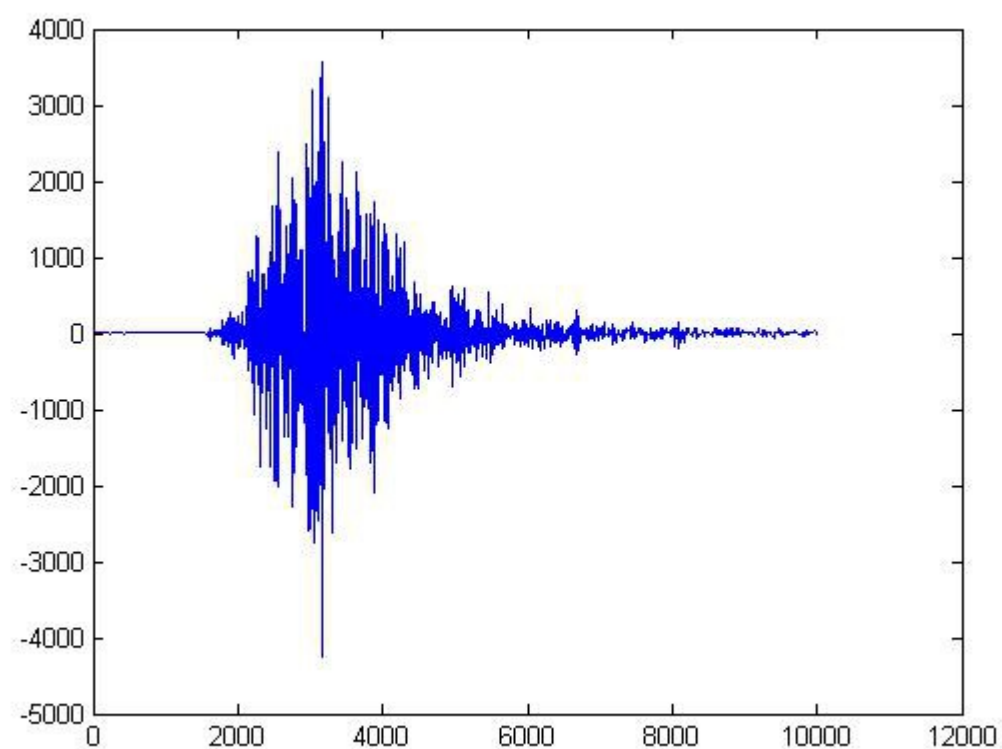


(4)实验结果分析：由时域图看出，太阳黑子的变化没有一定的规律性，有些繁杂，但傅氏变换图显示除了它是一系列频率不一样的谱线叠加而成，这对分析太阳黑子有极大的帮助。

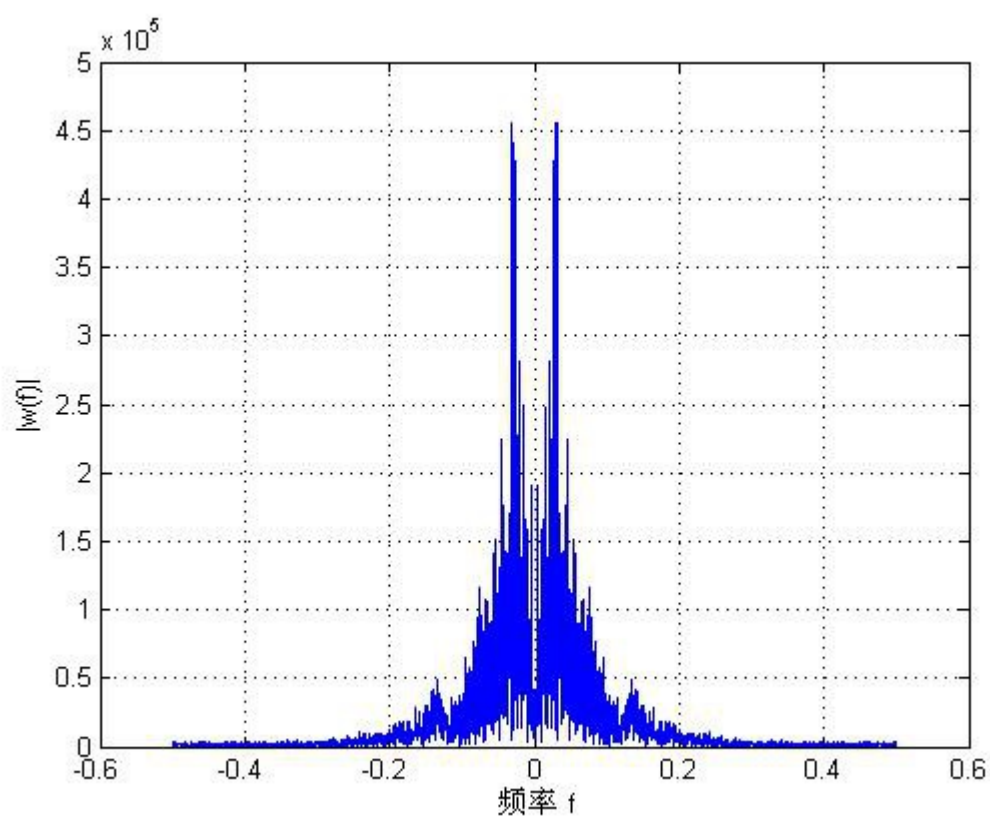
12.地震数据

(1)信函代码：load quake;
cftbyfft(e,1:length(e));

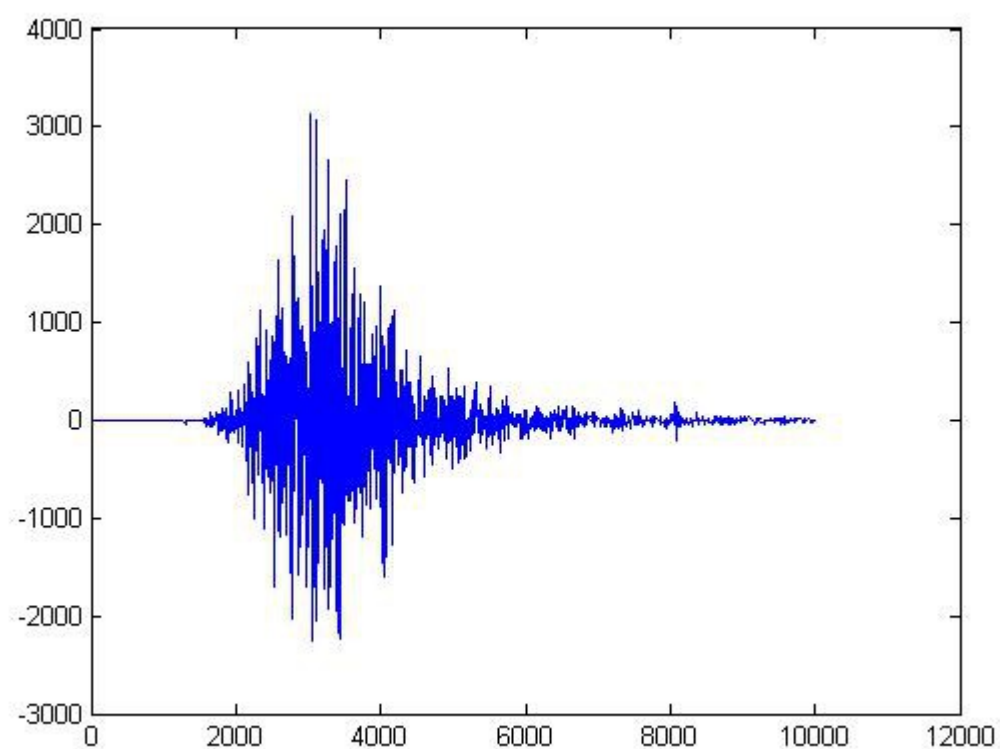
(2) e 型信号时域图：



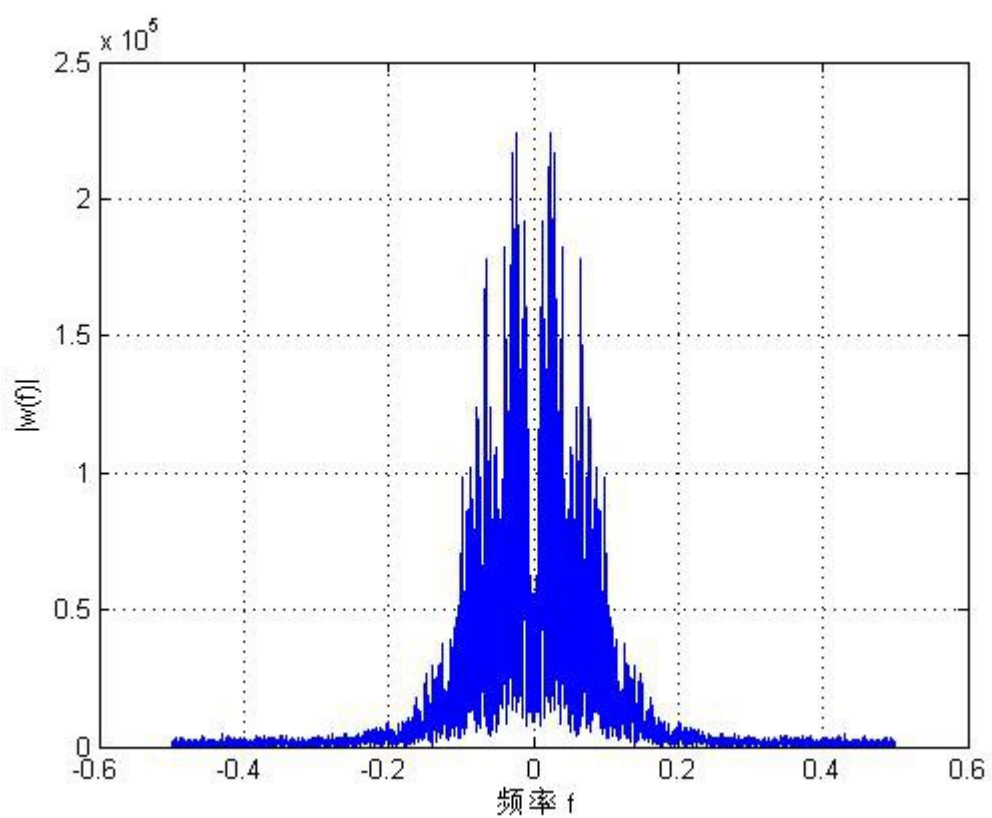
(3) 傅氏变换后的频谱图：



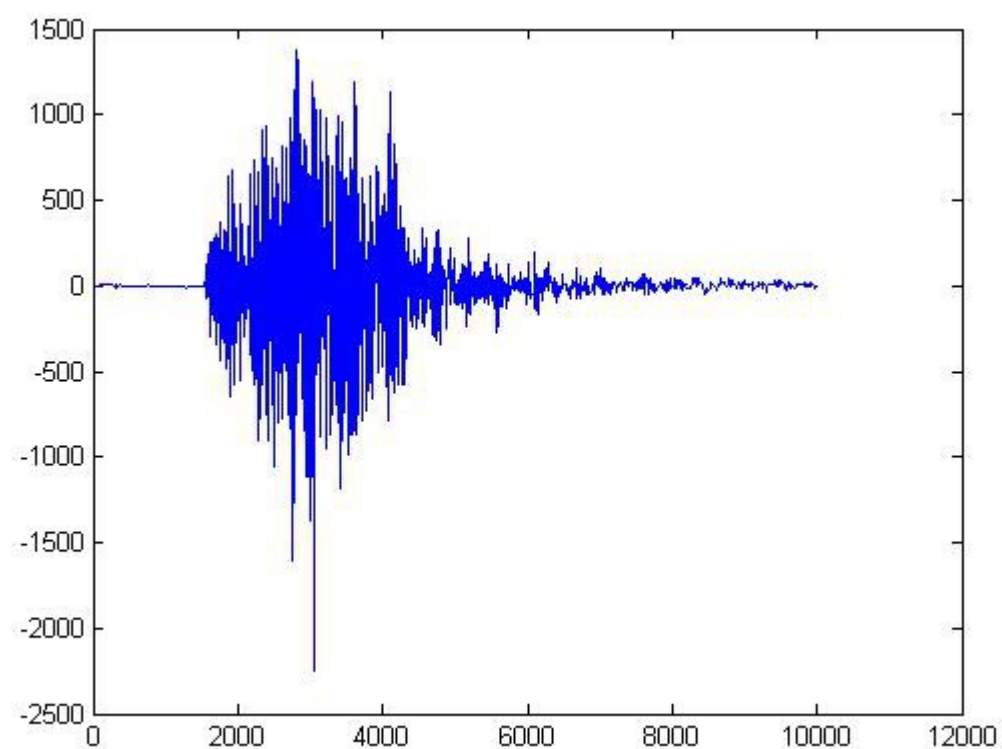
(4) N 型信号时域图：



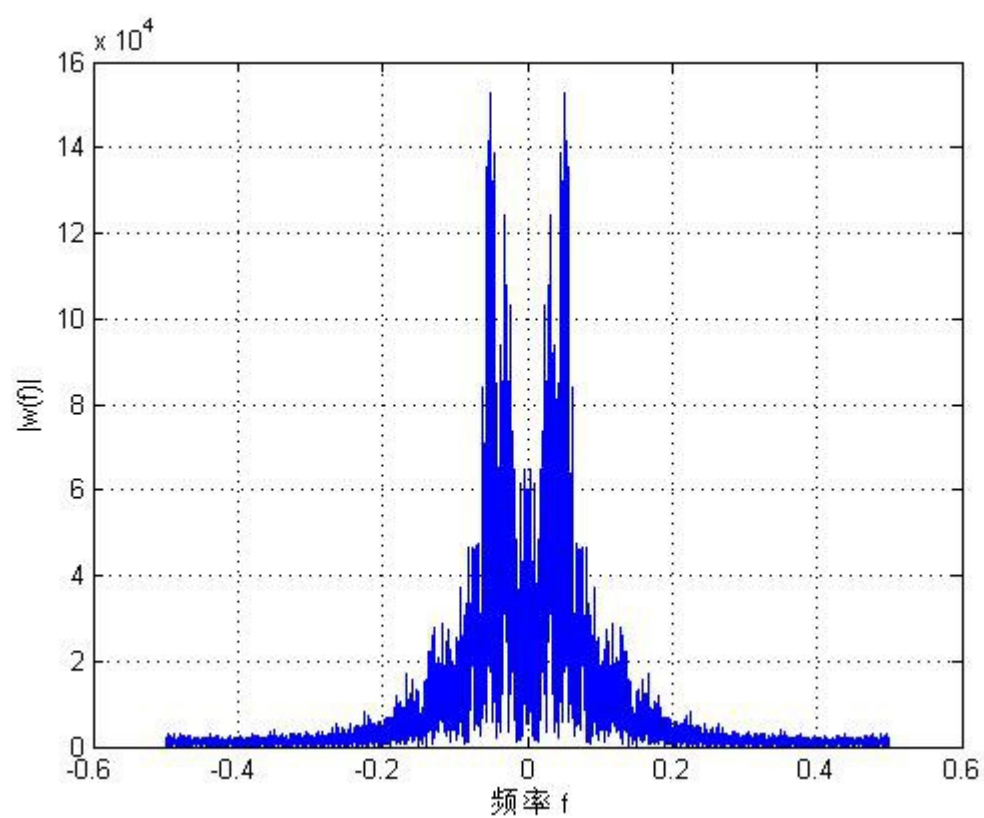
(5) 傅氏变换后的频谱图：



(6) V 型信号时域图：



(7) 傅氏变换后的频谱图：



(8) 实验结果分析：对比这三种时域上的时域图及傅氏变换图，有些相似，但也有不同。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。对现实生活有一定帮助。

四．实验总结

上分析可以看出，傅里叶变换的积分作用能平滑突变成份，使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。某些简单函数有简单的傅氏变换。当函数均匀时，其最大频率分量出现在 0 处或者其附近。而对于具有相似时域图的信号，它们也具有相似的频谱图形，不同之处仅仅在于峰值的不同。

经过这次实验，我了解了用 matlab 处理傅氏变换的一些知识，达到了老师的要求。同时，通过实验，还了解到运用傅氏变换处理一些看似无规律的函数，来达到分析的目的。虽然报告中有些东西参考了样板（也照抄了一些），但从样板的分析，我理解了。

总的来说，我收获很大，感谢老师能给我们这样一个更亲密接触傅氏变换的机会！