

实 验 报 告

课程名称: 信息与通信技术仿真实验

系部名称: 电气与信息工程学院

专业班级: 电子信息工程 20 - 1 班

学生姓名: 林迦勒

学 号: 20200626

指导教师: 唐弢 王岩

黑龙江工程学院教务处制

实 验 报 告

实验项目	通信系统综合设计				
同组人数	1 人	实验地点	实验室 506	实验日期	2022.12.03
实验类型	<input checked="" type="checkbox"/> 验证型 <input type="checkbox"/> 综合型 <input checked="" type="checkbox"/> 设计型 <input type="checkbox"/> 其 它				
一、实验目的 1、掌握通信系统建模原理。 2、利用 MATIAB 对通信系统设计仿真。					
二、实验器材 计算机					
三、实验内容（原理、方案、步骤、记录及分析等）*					
【实验原理（或方案、方法）】:					
通信系统的一般模型如图所示。					
<pre> graph LR A[信息源] --> B[发送设备] B --> C[信道] C --> D[接收设备] D --> E[受信者] F[噪声源] --> C </pre> <p style="text-align: center;">(发送端) (接收端)</p>					
图 1 通信系统的一般模型					
1) 信息源（简称信源）：把各种消息转换成原始电信号，如麦克风。信源可分为模拟信源和数字信源。 2) 发送设备：产生适合于在信道中传输的信号。 3) 信道：将来自发送设备的信号传送到接收端的物理媒质。分为有线信道和无线信道两大类。 4) 噪声源：集中表示分布于通信系统中各处的噪声。 5) 接收设备：从受到减损的接收信号中正确恢复出原始电信号。 6) 受信者（信宿）：把原始电信号还原成相应的消息，如扬声器等。 具体可分为模拟通信系统和数字通信系统。模拟通信系统是利用模拟信号来传递信息的通信系统，如图 2 所示。数字通信系统是利用数字信号来传递信息的					

通信系统，如图 3 所示。信源编码与译码目的是提高信息传输的有效性，完成模/数转换；信道编码与译码目的是增强抗干扰能力；数字调制与解调目的是形成适合在信道中传输的带通信号。

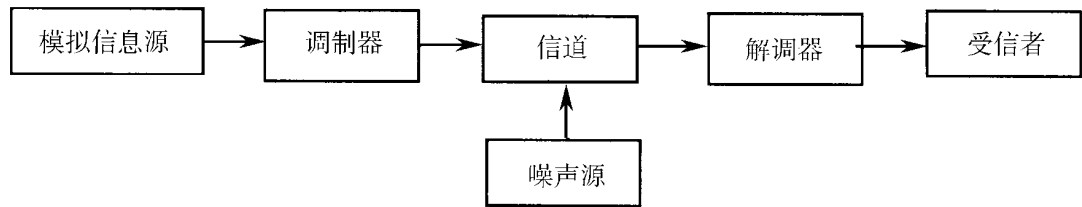


图 2 模拟通信系统模型

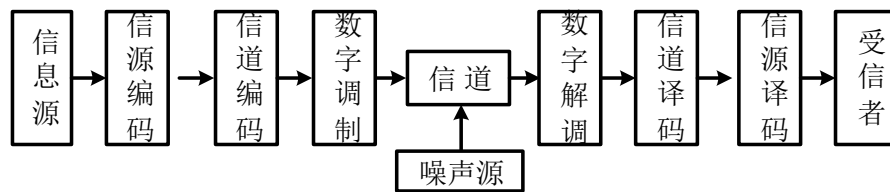


图 3 数字通信系统模型

* 讲明实验原理及关键参数计算方法，按步骤记录、总结和归纳。

**若为设计性实验，实验原理要简明扼要的给出方案比较和论证，并说明确定方案的理由；若为综合性实验，在阐明实验原理的同时，要指出本实验主要涉及和应用的知识点。

【实验过程】(实验步骤、记录及分析等):

1、数字通信系统设计，该系统应具有以下模块：

(1) 采用多种信道编码方式：可使用线性分组码、循环码、汉明码、卷积码、RS 码等，在其中至少选择两种。

(2) 采用多种调制方式：可使用 BPSK、QPSK、FSK、MFSK、ASK、QAM 等，在其中至少选择两种。

(3) 通过 AWGN 信道，查看不同信噪比下的误码率。

(4) *可选部分，可选择 PCM 量化编码作为信源编码模块或者直接输入二进制或多进制码字。

2、模拟通信系统设计，选择 AM、FM、PM 中的一种，对系统建模，并讨论通过 AWGN 信道后，不同信噪比下的误码率。

3、要求

(1) 仿真使用 M 文件，或者 Simulink 均可

(2) 对每个部分建模的步骤作出合理的说明，并最后给出可以表征系统性能的仿真结果（如误码率等）。

(3) 5 人一组，作 ppt，并录制 3-5 分钟讲演视频。

四、实验结论

1、数字通信系统设计

```
clc;clear;close all
```

```
ts=0.00001;
```

%信号抽样时间间隔

```
t=0:ts:10-ts;
```

%时间向量

```
fs=1/ts;
```

%采样频率

```
msg=cos(2*pi*t)+exp(-2*t).*sin(6*pi*t);
```

%消息信号

```
A=1;
```

%载波振幅

```
fc=1000;
```

%载波频率

```
MSG=abs(fft(msg,256));
```

%对消息信号进行FFT

```
figure(1);
```

```
subplot(2,1,1);
```

```

plot(t, msg); %画出消息信号的时域谱
title('消息信号时域谱');
subplot(2, 1, 2);
plot(fftshift(MSG)); %画出消息信号的频谱
title('消息信号频域谱');
carry=A*cos(2*pi*fc*t); %载波信号
CARRY=abs(fft(carry, 256)); %对载波信号求FFT
figure(2);
subplot(2, 1, 1);
plot(carry); %画出载波的时域谱
axis([0 500 -1 1]);
title('载波时域谱');
subplot(2, 1, 2);
plot(fftshift(CARRY)); %画出载波频谱
title('载波频域谱');

%-----调制部分-----%
y1=ammod(msg, fc, fs); %用ammod语句对msg进行AM调制
Y1=abs(fft(y1, 256));
figure(3);
subplot(2, 1, 1);
plot(t, y1); %画出已调信号时域谱
title('已调信号时域谱');
subplot(2, 1, 2);
plot(fftshift(Y1)); %画出已调信号频谱
title('已调信号频域谱');

%-----信道部分-----%
y2=awgn(y1, 15, 'measured'); %调制信号通过信噪比为15db的信道
Y2=abs(fft(y2, 256));

y4=awgn(y1, 25, 'measured'); %调制信号通过信噪比为25db的信道
Y4=abs(fft(y4, 256));

figure(4);
subplot(2, 1, 1);
plot(t, y2); %已调信号通过信道之后的时域谱
title('15db噪声已调信号时域谱');
subplot(2, 1, 2);
plot(fftshift(Y2)); %已调信号通过信道之后的频域谱
title('15db噪声已调信号频域谱');

figure(6);
subplot(2, 1, 1);
plot(t, y4); %已调信号通过信道之后的时域谱

```

```

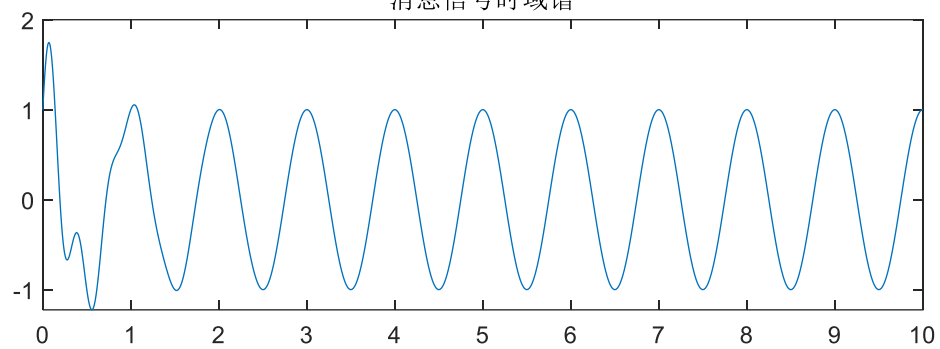
title('25db噪声已调信号时域谱');
subplot(2,1,2);
plot(fftshift(Y4)); %已调信号通过信道之后的频域谱
title('25db噪声已调信号频域谱');
%-----解调部分-----%
y3=amdemod(y2,fc,fs); %15db解调
Y3=abs(fft(y3,256)); %解调信号FFT
[br,pe1]=symerr(y1,y3);
xxx=pe1;
y5=amdemod(y4,fc,fs); %25db解调
Y5=abs(fft(y4,256)); %解调信号FFT

figure(5);
subplot(2,1,1);
plot(t,y3); %解调信号时域谱
title('15db解调信号时域谱');
subplot(2,1,2);
plot(fftshift(Y3)); %解调信号频谱.
title('15db解调信号频域谱');

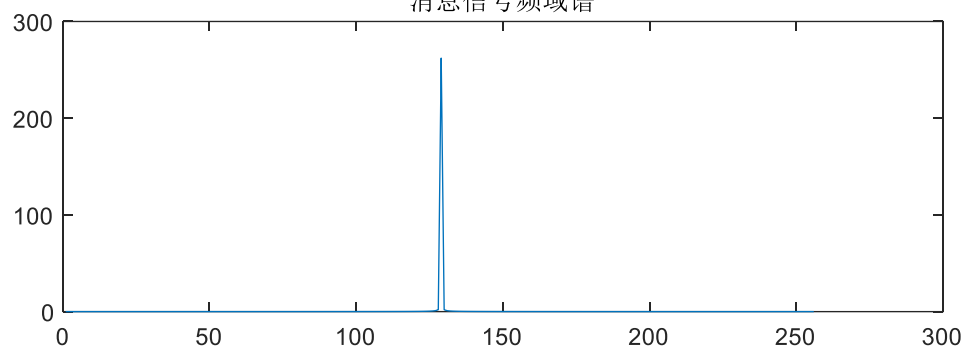
figure(7);
subplot(2,1,1);
plot(t,y5); %解调信号时域谱
title('25db解调信号时域谱');
axis([0 10 -2 2]);
subplot(2,1,2);
plot(fftshift(Y5)); %解调信号频谱.
title('25db解调信号频域谱');

```

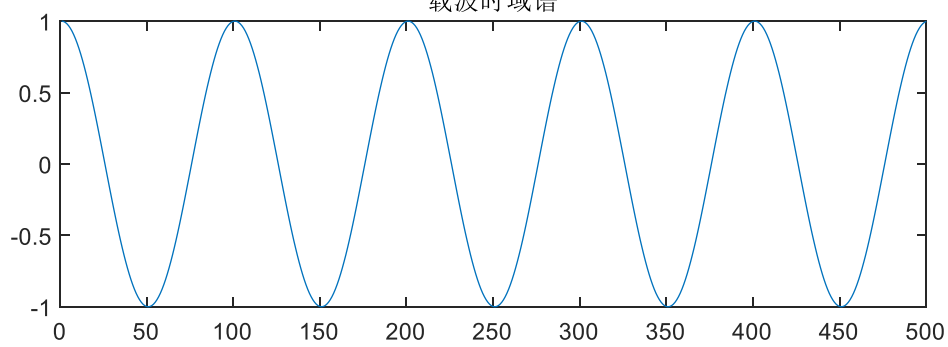
消息信号时域谱



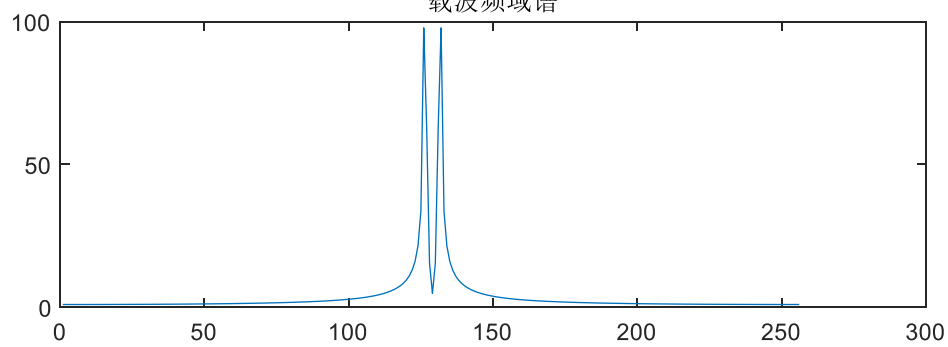
消息信号频域谱

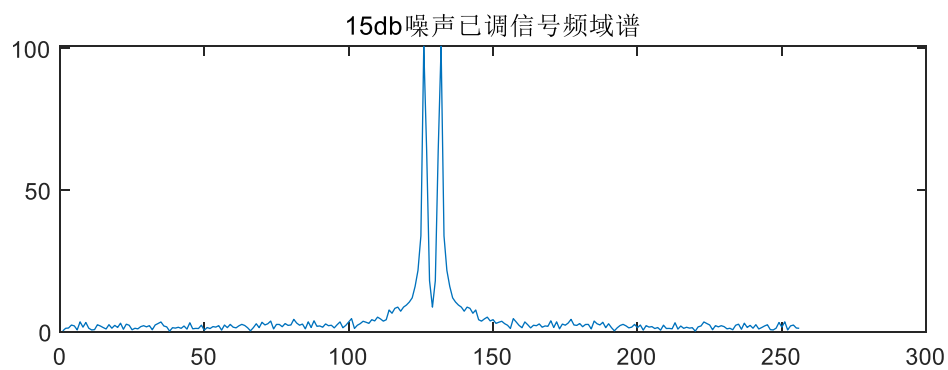
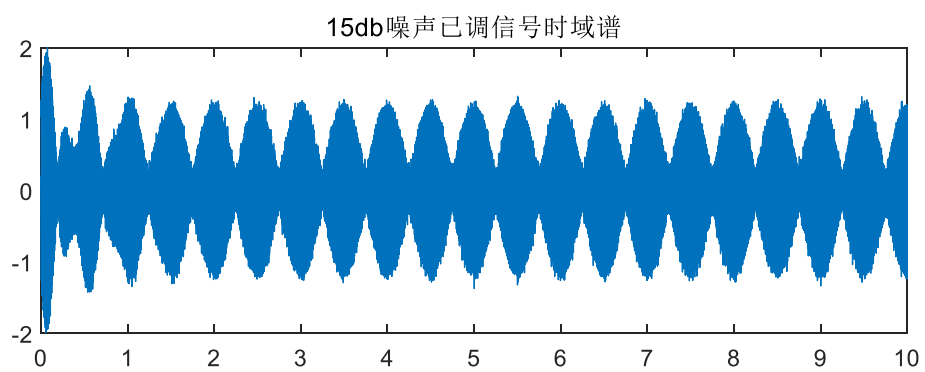
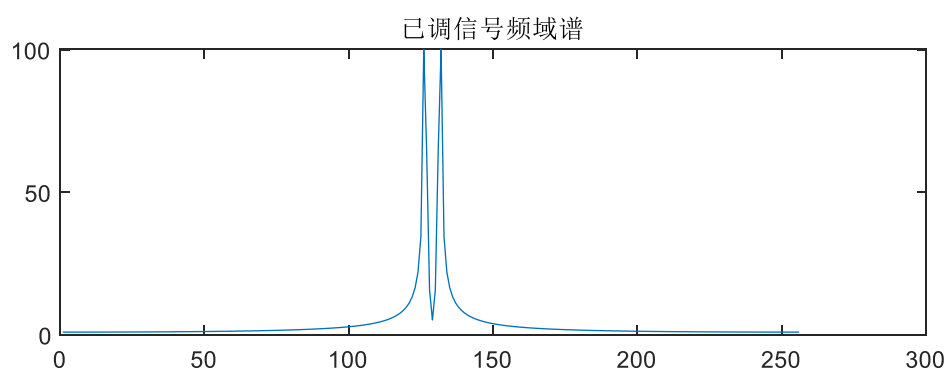
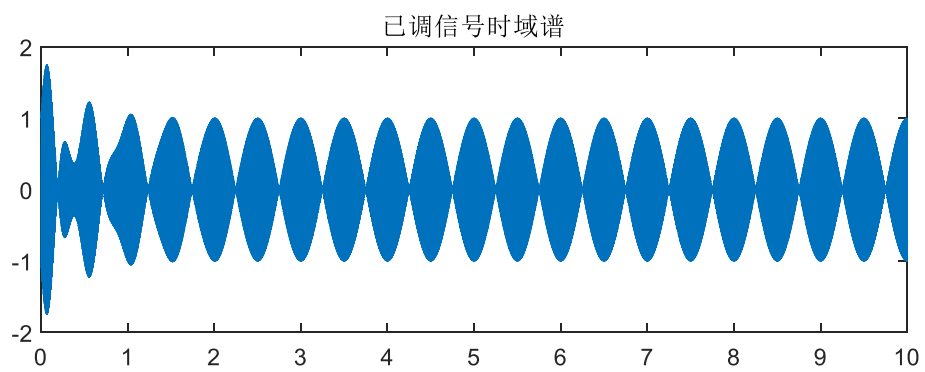


载波时域谱

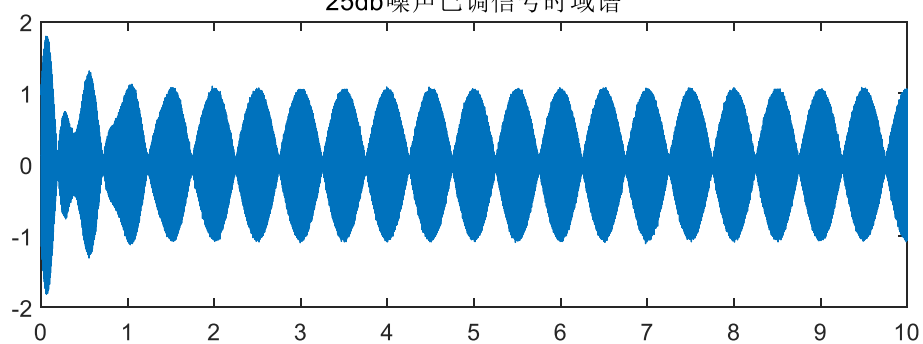


载波频域谱

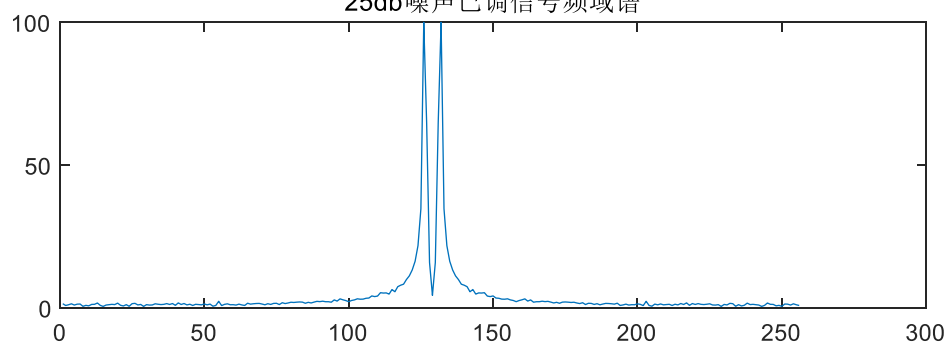




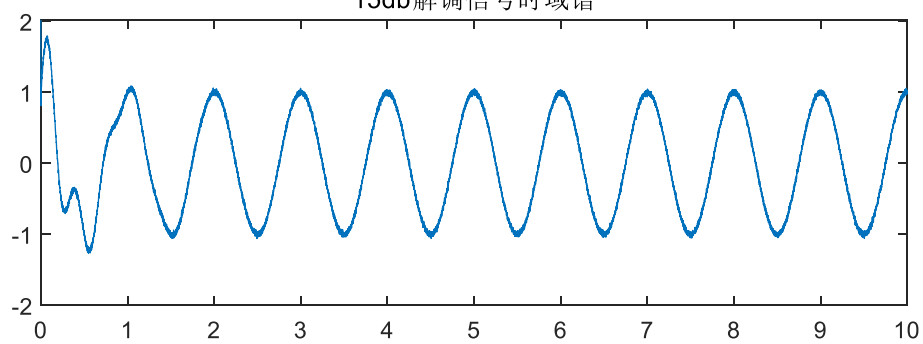
25db噪声已调信号时域谱



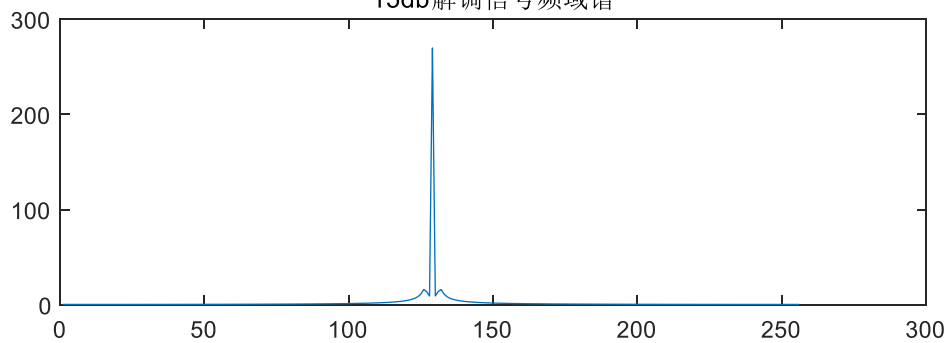
25db噪声已调信号频域谱

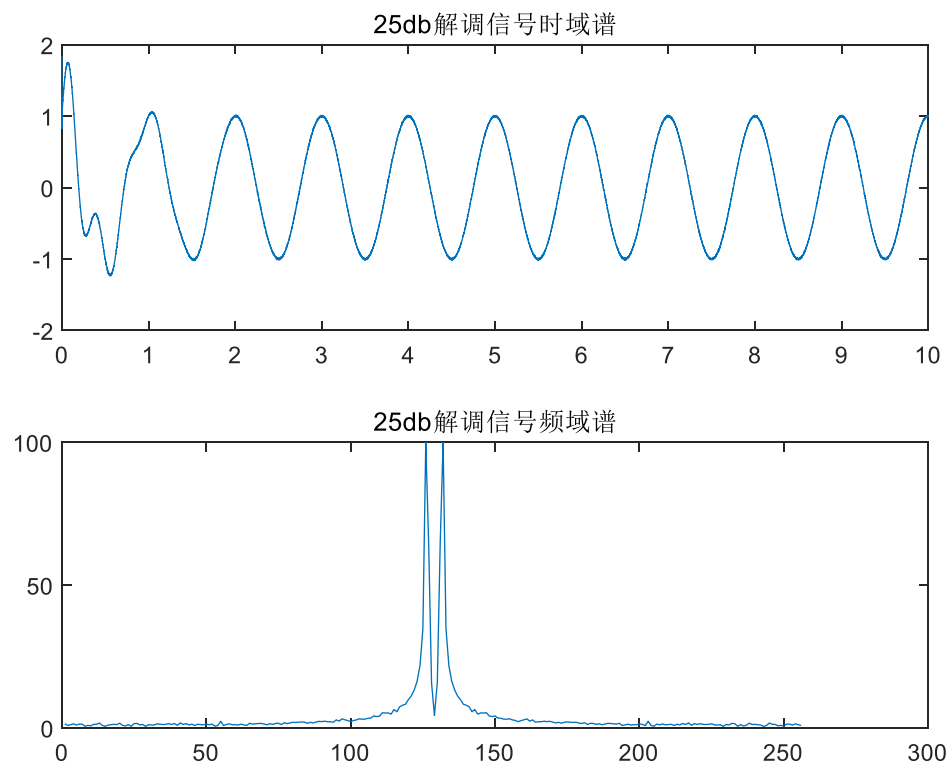


15db解调信号时域谱



15db解调信号频域谱





2、模拟通信系统设计

```
%-----基本设置-----%
clear;close all; clc
t=1/360:1/360:20;           %载波持续时间设置
Fc=36;                       %载波信号频率
Fd=20;                       %码速率
Fs=360;                      %抽样频率
carry=cos(2*pi*Fc*t);        %载波表达式
x1=ceil(rand(1,1000)-0.5);   %生成二进制消息
a=num2str(x1);               %矩阵变成字符
b=strrep(a, ' ', '');        %去掉字符中的空格
figure(1);
subplot(2,1,1);
plot(x1);
title('消息');
axis([0 50 0 1]);
subplot(2,1,2);
plot(t,carry);
title('载波信息');xlabel('时间/s');ylabel('幅度');
axis([0 0.2 -1 1]);

%-----信道编码部分-----%
```

```

%-----汉明码-----%
n=7;                                %Hamming码组长度 $n=2^m-1$ , 4 (7, 4) 汉明码
m=3;                                %监督位长度
[H, G]=hammgen(m);                  %产生 (n, n-m) Hamming码的生成矩阵和校验矩阵
x=reshape(x1, [], 4);               %调整矩阵行列
y1=mod(x*G, 2);                     %产生编码数据
%-----循环码-----%
n1=7; k=4;                          % (3, 2) 循环码
pol=cyclpoly(n1, k);                %循环码的生成多项式
[h, g]=cyclgen(n1, pol);            %生成循环码
y2 = mod(x*g, 2);                   %产生编码数据
%-----画出编码之后的图形-----%
figure(2);
subplot(2, 1, 1);
plot(y1);
title('汉明码');
axis([0 50 0 2]);
subplot(2, 1, 2);
plot(y2);
title('循环码');
axis([0 50 0 2]);

%-----数字调制部分-----%
%-----2ASK调制-----%
code1=dmod(y1, Fc, Fd, Fs, 'ask', 2); %汉明码 2ASK调制
code3=dmod(y2, Fc, Fd, Fs, 'ask', 2); %循环码 2ASK调制
for i=1:20                           %手动调节 2ASK部分 调节信号为 汉明码2ASK信号
    if y1(i)==0
        code11(30*(i-1)+1:30*i)=0;
    else
        code11(30*(i-1)+1:30*i)=code1(30*(i-1)+1:30*i);
    end
end
for i=1:20                           %手动调节 2ASK部分 调节信号为 循环码2ASK信号
    if y2(i)==0
        code33(30*(i-1)+1:30*i)=0;
    else
        code33(30*(i-1)+1:30*i)=code3(30*(i-1)+1:30*i);
    end
end
figure(3);
subplot(2, 1, 1);
plot(code11);

```

```

title(' 汉明码 2ASK调制');
subplot(2,1,2);
plot(code33);
title(' 循环码 2ASK调制');
%-----2FSK调制-----%
code2=dmod(y2, Fc, Fd, Fs, 'fsk', 2);          %循环码 2FSK调制
code4=dmod(y1, Fc, Fd, Fs, 'fsk', 2);          %汉明码 2FSK调制
figure(4);
subplot(2,1,1);
plot(code4);
title(' 汉明码 2FSK调制');
axis([0 50 -2 2]);
subplot(2,1,2);
plot(code2);
title(' 循环码 2FSK调制');
axis([0 50 -2 2]);

%-----信道部分-----%
%          采用信噪比为20db的信道          %
s1=awgn(code1, 20, 'measured');          %汉明编码后经过2ASK调制信号通过20信噪比信道
s2=awgn(code2, 20, 'measured');          %循环编码后经过2FSK调制信号通过20信噪比信道
s3=awgn(code3, 20, 'measured');          %循环编码后经过2ASK调制信号通过20信噪比信道
s4=awgn(code4, 20, 'measured');          %汉明编码后经过2FSK调制信号通过20信噪比信道
figure(6)
subplot(4,1,1);
plot(s1);
title(' 汉明码2ASK信号 通过20db信道');
axis([0 50 -2 2]);
subplot(4,1,2);
plot(s2)
title(' 循环码 2FSK信号通过20db信道');
axis([0 50 -2 2]);
subplot(4,1,3);
plot(s3)
title(' 循环码 2ASK信号通过20db信道');
axis([0 50 -2 2]);
subplot(4,1,4);
plot(s4)
title(' 汉明码 2FSK信号通过20db信道');
axis([0 50 -2 2]);

%-----数字解调部分-----%
znt1=ddemod(s1, Fc, Fd, Fs, 'ask', 2);          %对汉明编码后经过2ASK调制信号通过20信噪比信道
进行解调

```

```

znt2=ddemod(s2, Fc, Fd, Fs, 'fsk', 2);           %对循环编码后经过2fSK调制信号通过20信噪比信道
进行解调
znt3=ddemod(s3, Fc, Fd, Fs, 'ask', 2);           %对循环编码后经过2ASK调制信号通过20信噪比信道
进行解调
znt4=ddemod(s4, Fc, Fd, Fs, 'fsk', 2);           %对汉明编码后经过2fSK调制信号通过20信噪比信道
进行解调
figure(7)
subplot(4,1,1);
plot(znt1);
title('汉明码2ASK信号解调');
axis([0 50 0 1]);
subplot(4,1,2);
plot(znt2);
title('循环码2FSK信号解调');
axis([0 50 0 1]);
subplot(4,1,3);
plot(znt3);
title('循环码2ASK信号解调');
axis([0 50 0 1]);
subplot(4,1,4);
plot(znt4);
title('汉明码2FSK信号解调');
axis([0 50 0 1]);

%-----译码部分-----%
newmsg1 = decode(znt1,n,k);           % 对解调后的2ask信号进行汉明译码.
newmsg2 = decode(znt2,n1,k, 'cyclic'); % 对解调后的2fsk信号进行循环译码.
newmsg3 = decode(znt3,n1,k, 'cyclic'); % 对解调后的2ask信号进行循环译码.
newmsg4 = decode(znt4,n,k);           % 对解调后的2fsk信号进行汉明译码.
figure(8)
subplot(4,1,1);
plot(newmsg1);
title('汉明码2ASK解调译码信号');
axis([0 50 0 1]);
subplot(4,1,2);
plot(newmsg2);
title('循环码2FSK解调译码信号');
axis([0 50 0 1]);
subplot(4,1,3);
plot(newmsg3);
title('循环码2ASK解调译码信号');
axis([0 50 0 1]);
subplot(4,1,4);
plot(newmsg4);

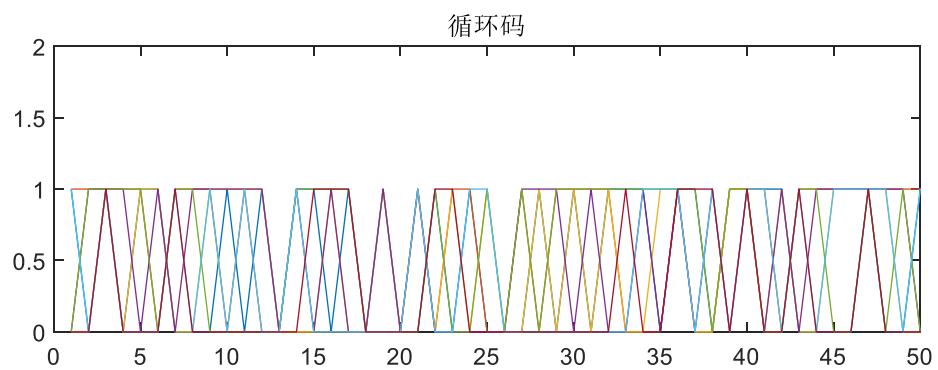
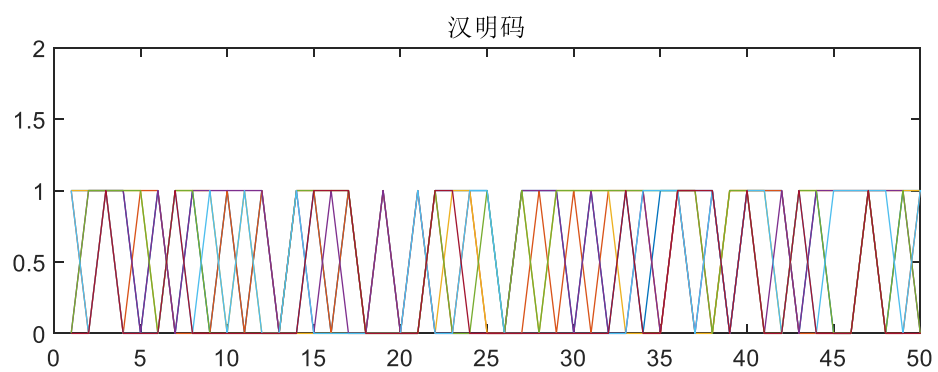
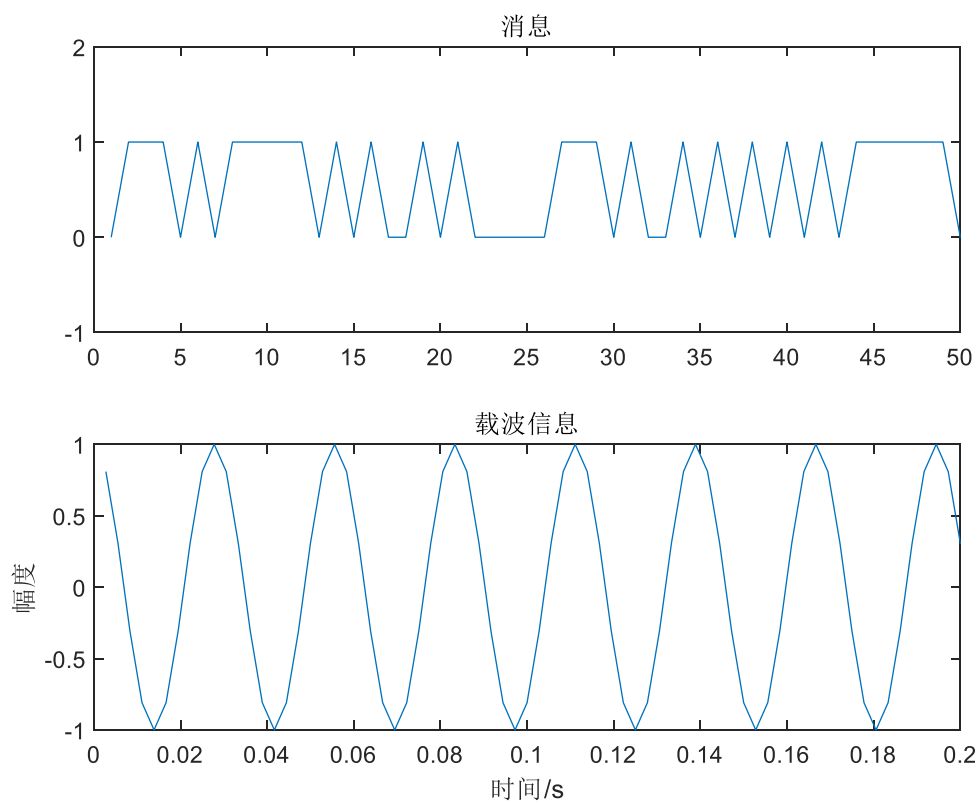
```

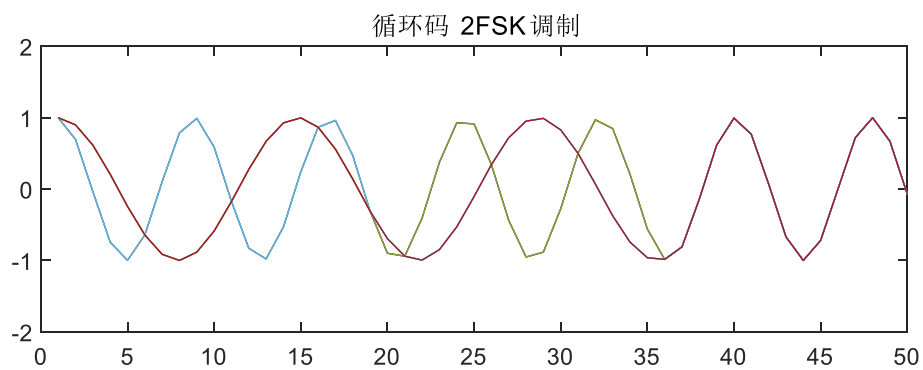
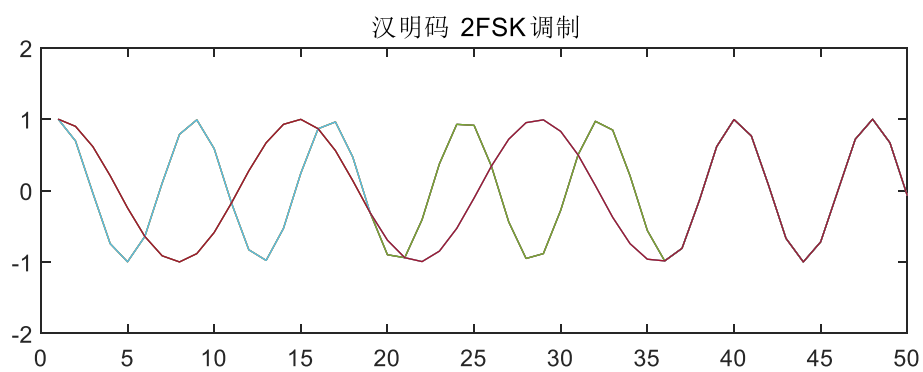
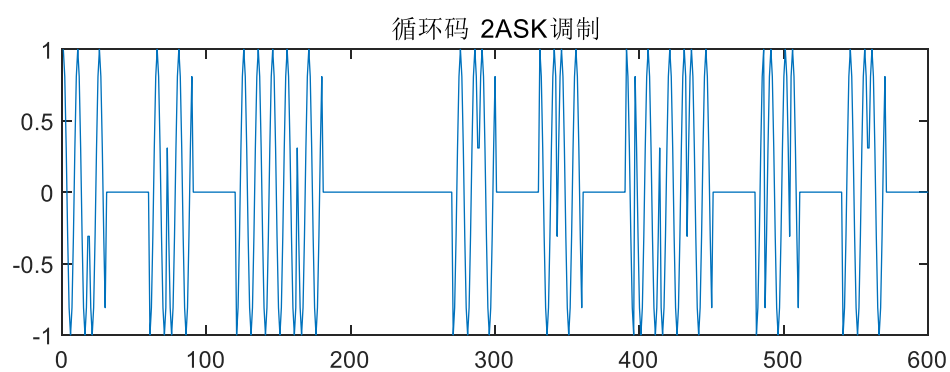
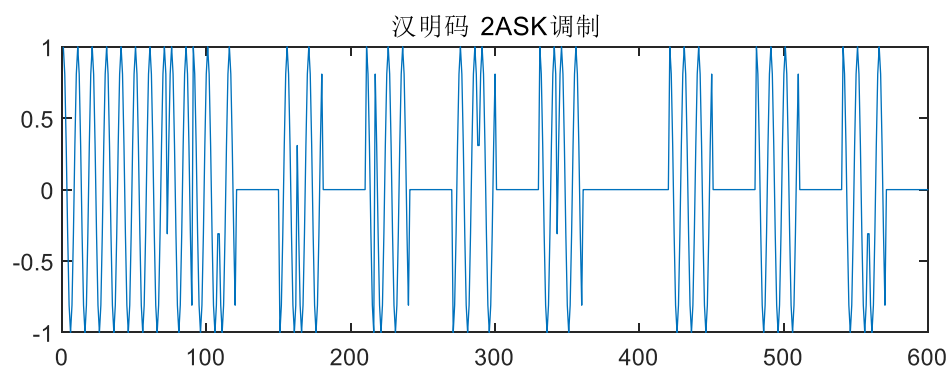
```

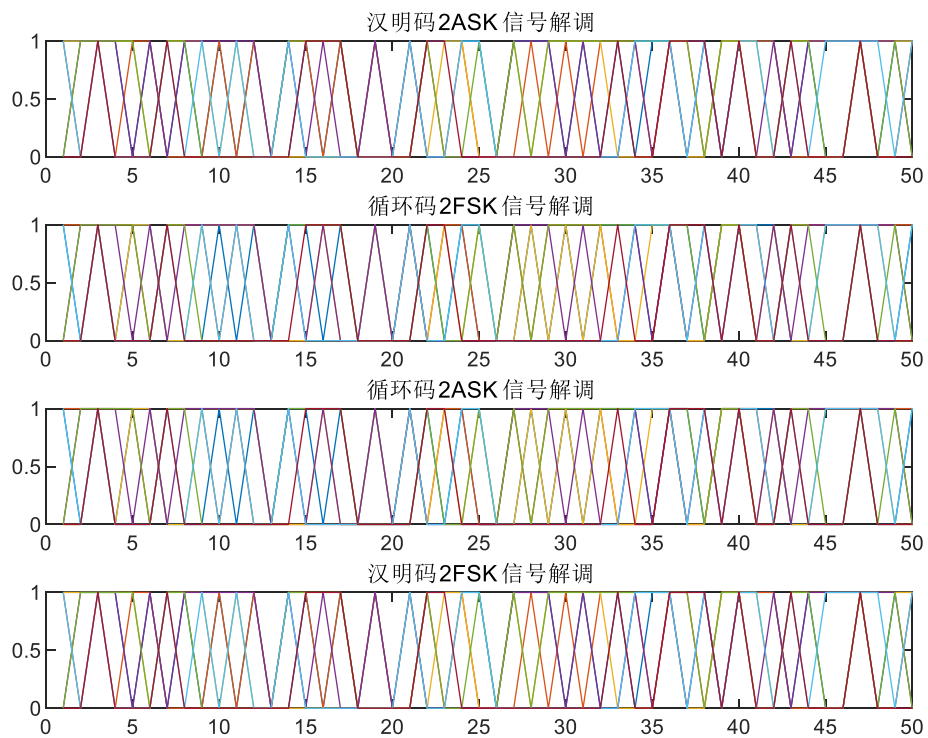
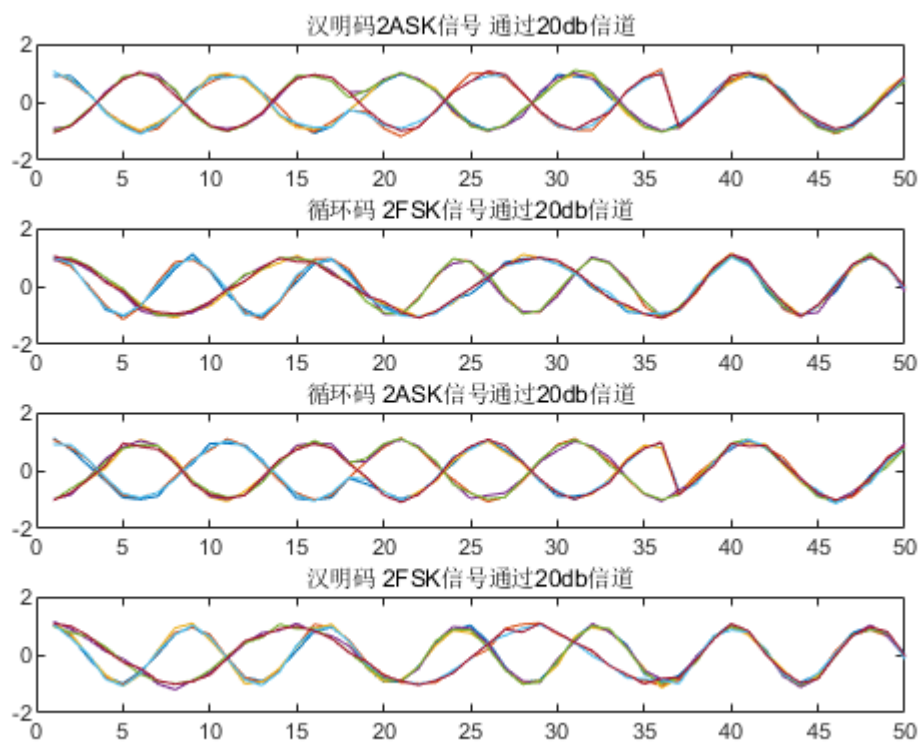
title(' 汉明码2FSK解调译码信号');
axis([0 50 0 1]);

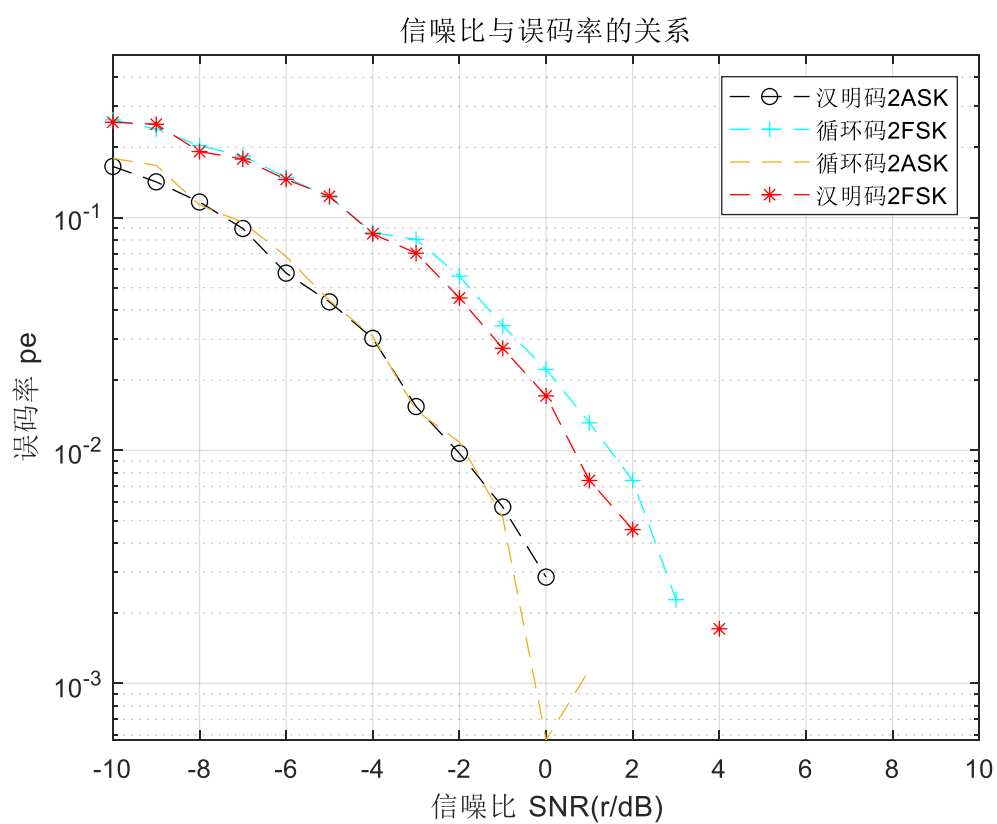
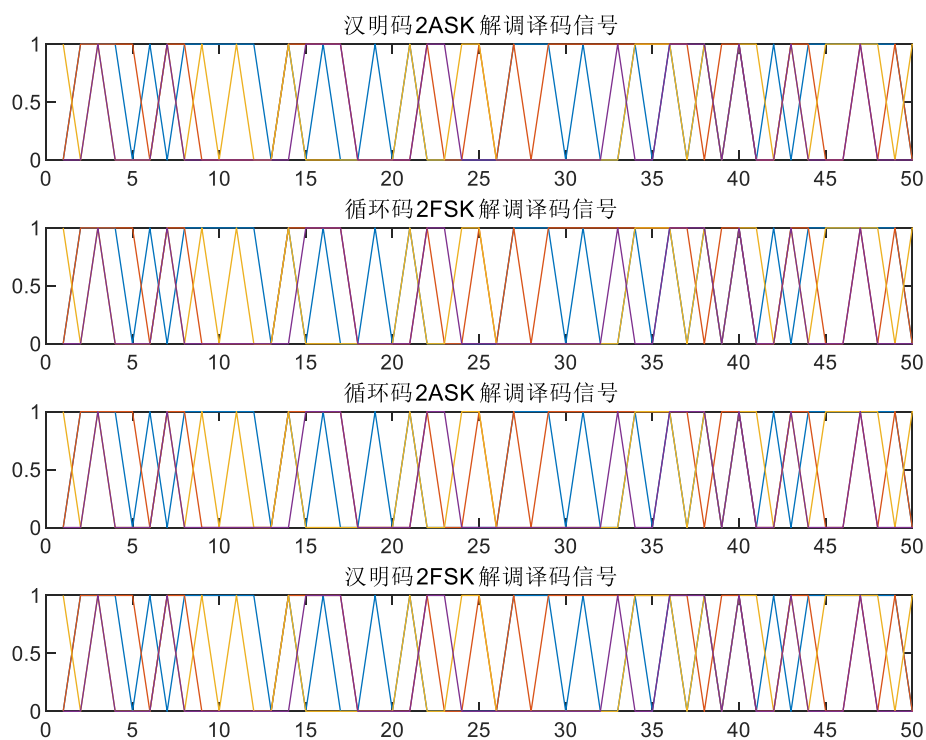
%-----误码率分析部分-----%
SNR=-10:10;
for i=1:length(SNR)
    Ynt1=awgn(code1,SNR(i));           %加入高斯小噪声，信噪比从-10dB到10dB
    Ynt2=awgn(code2,SNR(i));
    Ynt3=awgn(code3,SNR(i));
    Ynt4=awgn(code4,SNR(i));
    Z1=ddemod(Ynt1,Fc,Fd,Fs,'ask',2);   %调用数字带通解调函数ddemod对加噪声信号进行解调
    [br, pe1(i)]=symerr(y1,Z1);          %对解调后加大噪声信号误码分析（汉明码编码，2ask误码率分析），br为符号误差数，pe(i)为符号误差率
    Z2=ddemod(Ynt2,Fc,Fd,Fs,'fsk',2);   %对解调后大噪声信号误码分析（循环码编码，2fsk误码率分析）
    [br, pe2(i)]=symerr(y2,Z2);
    Z3=ddemod(Ynt3,Fc,Fd,Fs,'ask',2);   %对解调后大噪声信号误码分析（循环码编码，2ask误码率分析）
    [br, pe3(i)]=symerr(y2,Z3);
    Z4=ddemod(Ynt4,Fc,Fd,Fs,'fsk',2);   %对解调后大噪声信号误码分析（汉明码编码，2fsk误码率分析）
    [br, pe4(i)]=symerr(y1,Z4);
end
%-----画出不同方式下信噪比与误码率关系-----%
figure(5);
semilogy(SNR,pe1,'k--o');              % 调用semilogy函数绘制”汉明码编码2ask“信噪比与误码率的关系曲线
hold on
semilogy(SNR,pe2,'c--+');               % 调用semilogy函数绘制“循环码编码2fsk”信噪比与误码率的关系曲线
semilogy(SNR,pe3,'r--');                % 调用semilogy函数绘制”循环码编码2ask“信噪比与误码率的关系曲线
semilogy(SNR,pe4,'r--*');               % 调用semilogy函数绘制“汉明码编码2fsk”信噪比与误码率的关系曲线
hold off
legend(' 汉明码2ASK',' 循环码2FSK',' 循环码2ASK',' 汉明码2FSK');
xlabel(' 信噪比 SNR(r/dB)');
ylabel(' 误码率 pe');
title(' 信噪比与误码率的关系');
axis([-10 10 0 0.5])
grid on

```









五、思考题：

你选择的是 M 文件仿真还是 SIMULINK？为什么？

答：使用的 M 文件，因为 matlab 上已经有编区好的模块代码，可以直接调用，有机会会使用 simulink。

横向比较不同条件下（调制方式、编码方式等）的系统性能，并分析结果。

答：在 2ASK 及 2FSK 两种调制方式下，在 10 这段噪声区间内，2ASK 的误码率还小于 2FSK 的误码率，无论是循环码或汉明码；在汉明码的循环码的两种编码方式，在同一调制方式、信噪比相同条件下，误码率接近。

六、心得体会

包括：

- (1) 试验中遇到的问题及解决方法
- (2) 本次实验的收获，你的能力有那方面的提升？

问题：模拟调制时，即使对调解调调制的加噪信号，15dB 与 25dB 的频域图不变（解调频域图）。

心得：这次实验总结了前面各实验的学习成果，设计了模拟通信系统及数字通信系统。学习、了解了（更深刻、深层次）AM 振幅调制、2ASK 及 2FSK 的概念与不同点，以及显示结果的差别。掌握了通信系统建模原理，是一次非常有意义的实验。

七、实验情况及成绩评定		
	预 习:	<input type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 不及格
	出 席:	<input type="checkbox"/> 正常 <input type="checkbox"/> 迟到 <input type="checkbox"/> 缺席 <input type="checkbox"/> 早退 <input type="checkbox"/> 事假
	过程表现:	<input type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 不及格
	完成报告:	<input type="checkbox"/> 按时 <input type="checkbox"/> 迟交
	实验结论	<input type="checkbox"/> 正确 <input type="checkbox"/> 基本正确 <input type="checkbox"/> 错误
	思考题回答情况	<input type="checkbox"/> 正确 <input type="checkbox"/> 基本正确 <input type="checkbox"/> 错误
	心得体会	<input type="checkbox"/> 优秀 <input type="checkbox"/> 一般 <input type="checkbox"/> 不及格
	成绩评定:	
	补充记录或评语:	教师签字: