

自动控制理论 A

Matlab 仿真实验报告

实验名称： 一、二阶系统的时域分析

姓名： Fweil

学号： ? ? ? ?

班级： ? ? ? ? ?

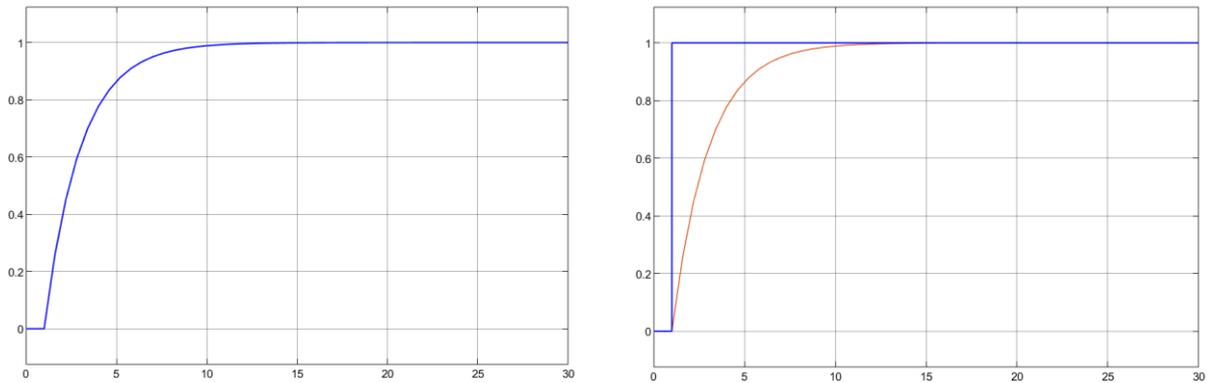
撰写日期： ? ? ? ? ? ? ? ?

哈尔滨工业大学（深圳）

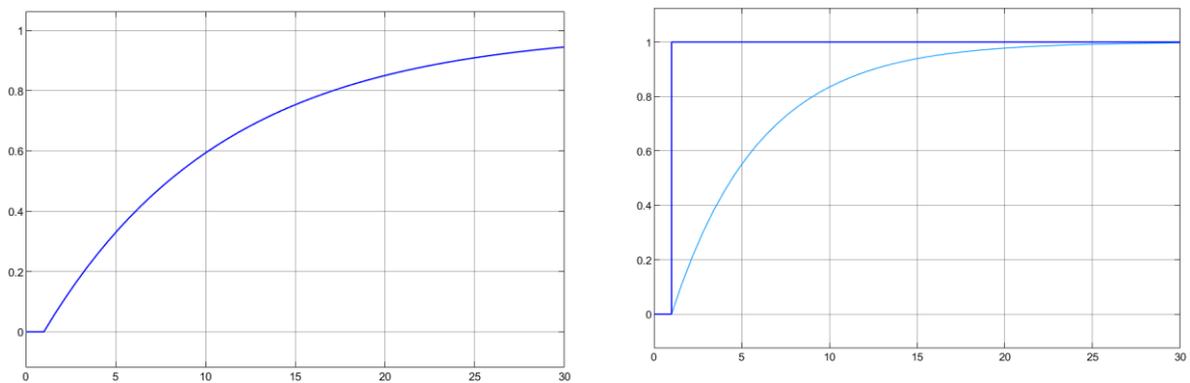
一、一阶系统的时域分析

1. 利用 Simulink 绘制一阶系统的阶跃响应曲线（给出 Simulink 仿真文件截图和代码），结合曲线分析一阶系统时间常数 T 变化对系统响应速度的影响，并给出输出信号对输入信号稳态跟踪误差。

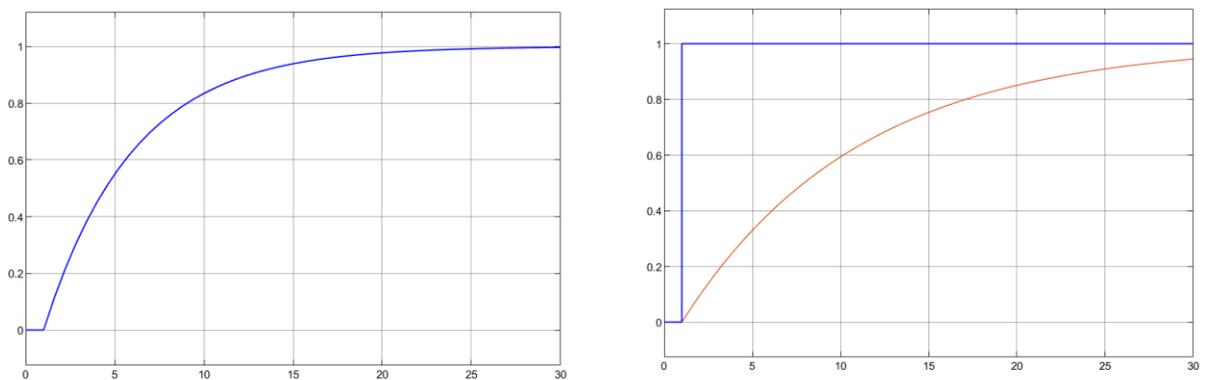
(1) 时间常数 $T=2$ ：左图为单位阶跃曲线，右图为输出信号对输入信号稳态跟踪误差。



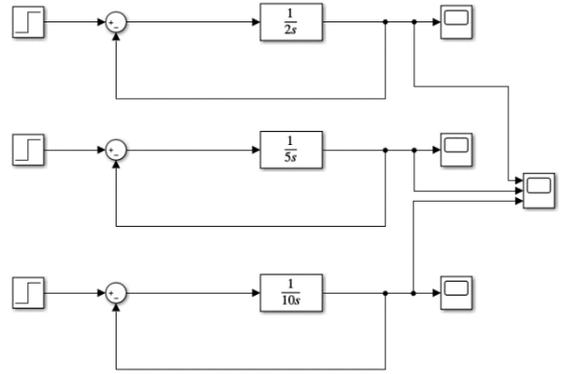
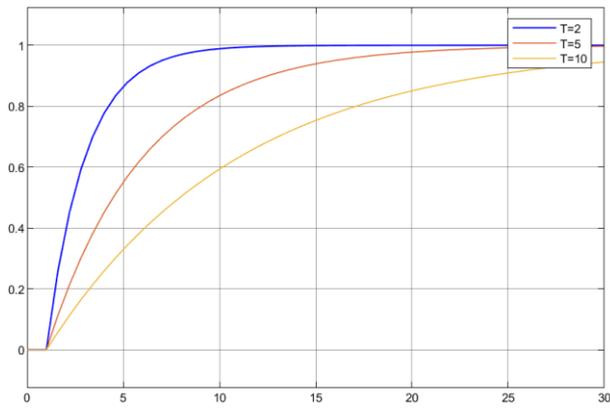
(2) 时间常数 $T=5$ ：左图为单位阶跃曲线，右图为输出信号对输入信号稳态跟踪误差。



(3) 时间常数 $T=10$ ：左图为单位阶跃曲线，右图为输出信号对输入信号稳态跟踪误差。



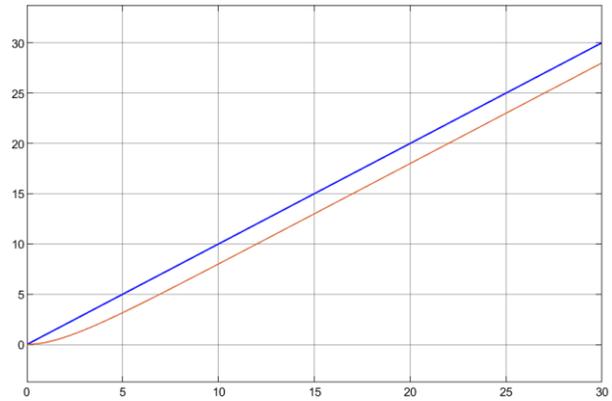
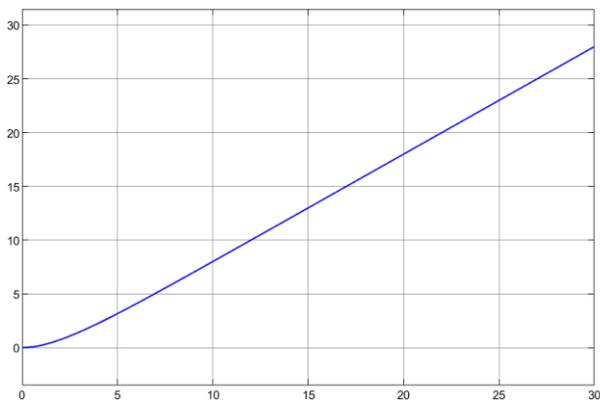
以下是 $T=2$ 、 5 、 10 ，三种情况的单位阶跃响应曲线和 Simulink 仿真图：



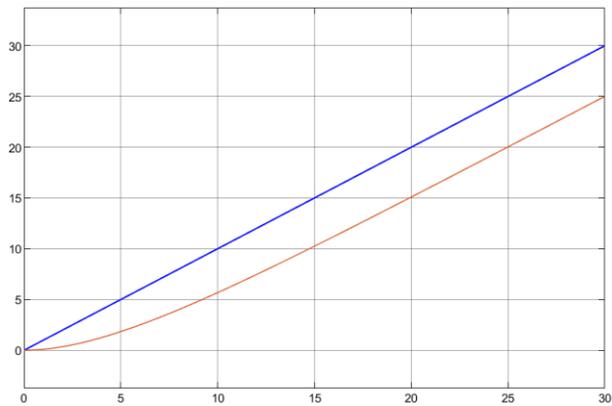
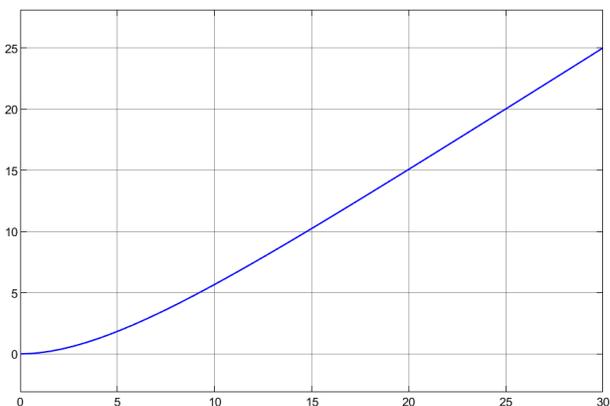
结合图曲线分析得到，一阶系统时间常数 T 越大，系统响应速度越慢；反之，一阶系统时间常数 T 越小，系统响应速度越快。

2. 利用 Simulink 绘制一阶系统的斜坡响应曲线（给出 Simulink 仿真文件截图和代码），结合曲线给出输出信号对输入信号的稳态跟踪误差，并分析一阶系统时间常数 T 的变化对系统稳态误差的影响。

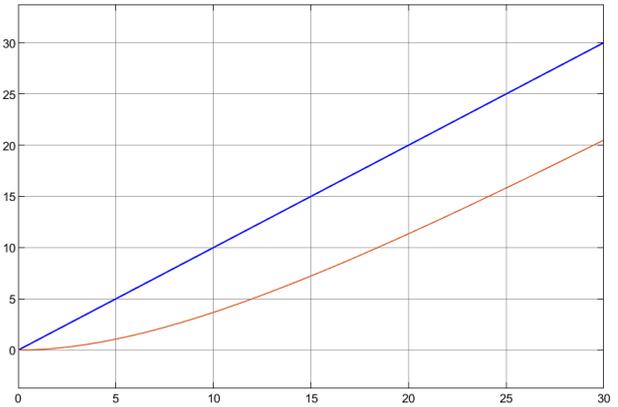
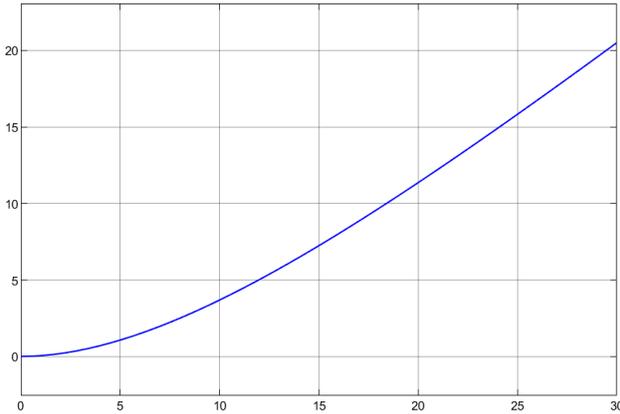
(1) 时间常数 $T=2$ ：左图为单位斜坡曲线，右图为输出信号对输入信号稳态跟踪误差。



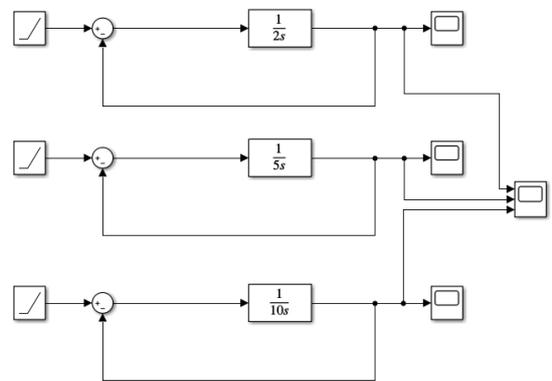
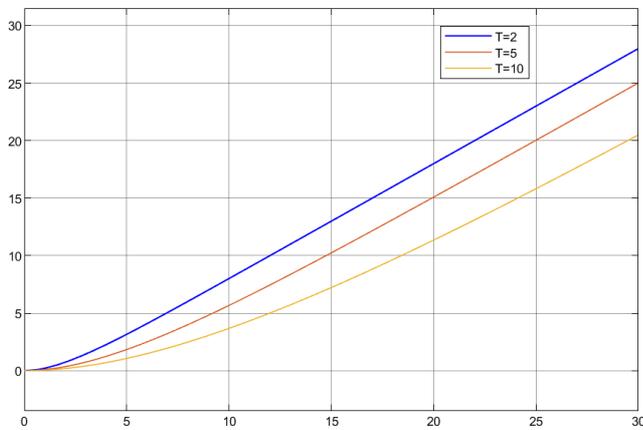
(2) 时间常数 $T=5$ ：左图为单位斜坡曲线，右图为输出信号对输入信号稳态跟踪误差。



(3) 时间常数 $T=10$ ：左图为单位斜坡曲线，右图为输出信号对输入信号稳态跟踪误差。



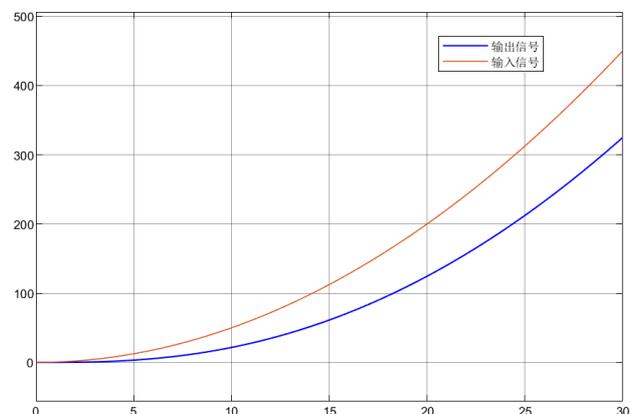
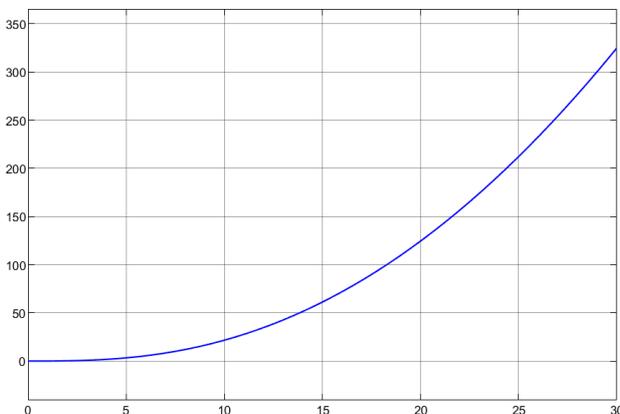
以下是 $T=2$ 、 5 、 10 ，三种情况的单位斜坡响应曲线和 Simulink 仿真图：



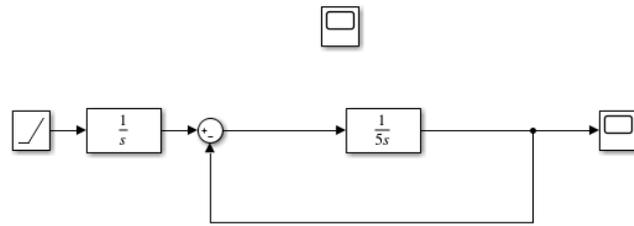
结合图曲线分析得到，一阶系统时间常数 T 越大，系统响应速度越慢，并且稳态误差越大；反之，一阶系统时间常数 T 越小，系统响应速度越快，并且稳态误差越小。其稳态误差为 T 。

3. 利用 Simulink 绘制一阶系统的加速度响应曲线（给出 Simulink 仿真文件截图和代码），结合曲线给出输出信号对输入信号的稳态跟踪误差。

(1) 时间常数 $T=5$ ：左图为加速度曲线，右图为输出信号对输入信号稳态跟踪误差

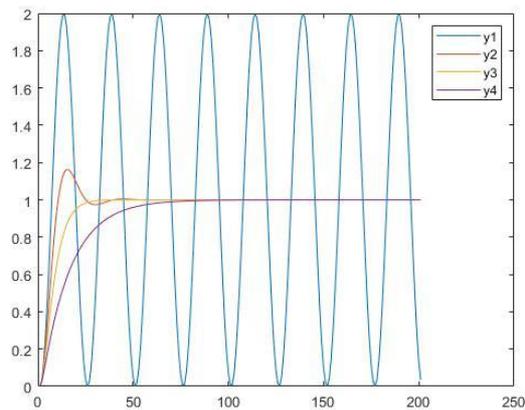


Simulink 仿真图如下：



二、二阶系统的时域分析

1. 绘制二阶系统在无阻尼、欠阻尼、临界阻尼和过阻尼四种情形下的单位阶跃响应曲线。
曲线如下，其中无阻尼振荡频率 $\omega_n = 5$ 。无阻尼：y1 阻尼比 $\xi = 0$ ；欠阻尼：y2 阻尼比 $\xi = 0.5$ ；临界阻尼：y3 阻尼比 $\xi = 1$ ；过阻尼：y4 阻尼比 $\xi = 2$ 。



代码如下：

```
%函数定义
function z=SecondOrderFStep(omega,zeta)
num=[0 0 omega^2];
den=[1 2*zeta*omega 0];
g=tf(num, den);
sys=feedback(g,1,-1);
z=step(sys,[0:0.05:10]);
end
```

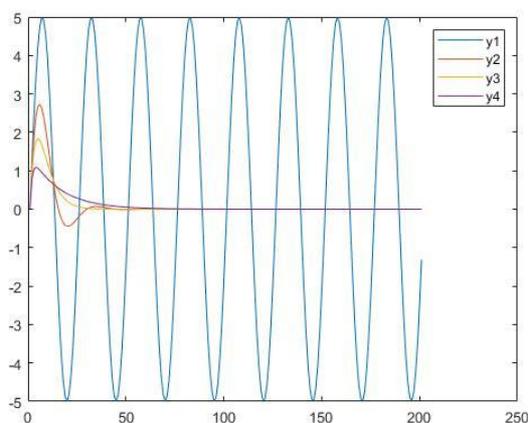
```
%运行程序
y1=SecondOrderFStep(5,0);
y2=SecondOrderFStep(5,0.5);
y3=SecondOrderFStep(5,1);
y4=SecondOrderFStep(5,2);
figure(1)
```

```

plot(y1);
hold on;
plot(y2);
plot(y3);
plot(y4);
legend('y1','y2','y3','y4');

```

2. 绘制二阶系统在无阻尼、欠阻尼、临界阻尼和过阻尼四种情形下的单位脉冲响应曲线。
 曲线如下，其中无阻尼振荡频率 $\omega_n = 5$ 。无阻尼：y1 阻尼比 $\xi = 0$ ；欠阻尼：y2 阻尼比 $\xi = 0.5$ ；临界阻尼：y3 阻尼比 $\xi = 1$ ；过阻尼：y4 阻尼比 $\xi = 2$ 。



代码如下：

%函数定义

```

function z=SecondOrderFImpulse(omega,zeta)
num=[0 0 omega^2];
den=[1 2*zeta*omega 0];
g=tf(num, den);
sys=feedback(g,1,-1);
z=impulse(sys,[0:0.05:10]);
end

```

%运行程序

```

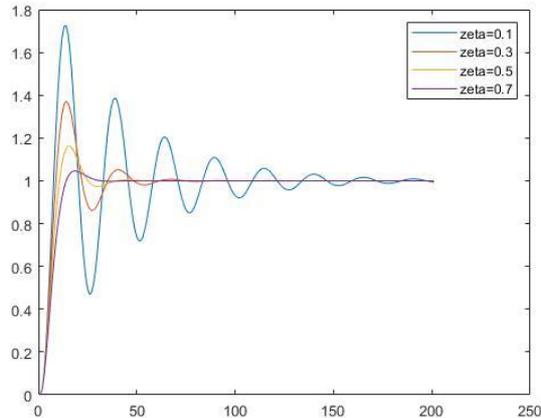
y1=SecondOrderFImpulse(5,0);
y2=SecondOrderFImpulse(5,0.5);
y3=SecondOrderFImpulse(5,1);
y4=SecondOrderFImpulse(5,2);
figure(1)
plot(y1);
hold on;
plot(y2);
plot(y3);
plot(y4);

```

```
legend('y1','y2','y3','y4');
```

3. 对于欠阻尼二阶系统，当无阻尼振荡频率 ω_n 不变时，结合响应曲线，分析阻尼比 ξ 对阶跃响应的影响。

曲线如下，其中无阻尼振荡频率 $\omega_n = 5$ 。



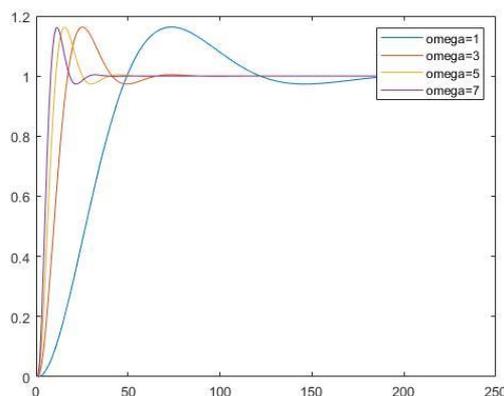
代码如下：(函数已有 SecondOrderFStep(omega,zeta))

```
y1=SecondOrderFStep(5,0.1);  
y2=SecondOrderFStep(5,0.3);  
y3=SecondOrderFStep(5,0.5);  
y4=SecondOrderFStep(5,0.7);  
figure(1)  
plot(y1);  
hold on;  
plot(y2);  
plot(y3);  
plot(y4);  
legend('zeta=0.1','zeta=0.3','zeta=0.5','zeta=0.7');
```

综上，欠阻尼时，无阻尼振荡频率 ω_n 一定，阻尼比 ξ 越大，对单位阶跃响应的主要影响是超调量减小，振动幅度减小，能更快到达稳态误差小于 5% 的范围内。

4. 对于欠阻尼二阶系统，当阻尼比 ξ 不变时，结合响应曲线，分析振荡频率 ω_n 阶跃响应的影响。

曲线如下，其中阻尼比 $\xi = 0.5$ 。

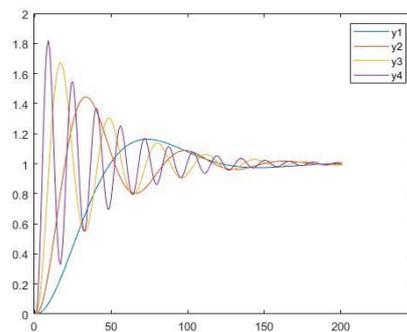


代码如下：(函数已有 SecondOrderFStep(omega,zeta))

```
clear all
clc
y1=SecondOrderFStep(1,0.5);
y2=SecondOrderFStep(3,0.5);
y3=SecondOrderFStep(5,0.5);
y4=SecondOrderFStep(7,0.5);
figure(1)
plot(y1);
hold on;
plot(y2);
plot(y3);
plot(y4);
legend('omega=1','omega=3','omega=5','omega=7');
```

综上，阻尼比 $\xi = 0.5$ 时，振荡频率 ω_n 越大，上升时间、峰值时间、调整时间就会越快。

5. 对于欠阻尼二阶系统，当 $\xi\omega_n$ 一定时，结合响应曲线，分析不同的 ξ 对动态过程的影响。曲线如下，其中 $\xi\omega_n = 0.5$ 。



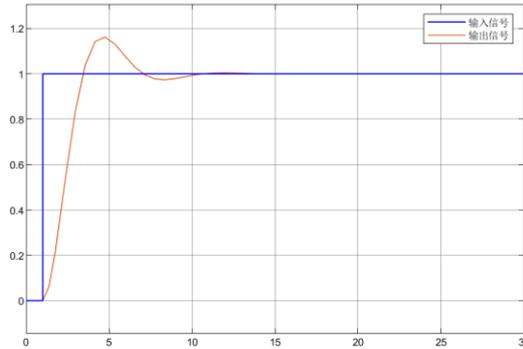
代码如下：(函数已有 SecondOrderFStep(omega,zeta))

```
clear all;
clc;
y1=SecondOrderFStep(1,0.5);
y2=SecondOrderFStep(2,0.25);
y3=SecondOrderFStep(4,0.125);
y4=SecondOrderFStep(8,0.0625);
figure(1)
plot(y1);
hold on;
plot(y2);
plot(y3);
plot(y4);
legend('y1','y2','y3','y4');
```

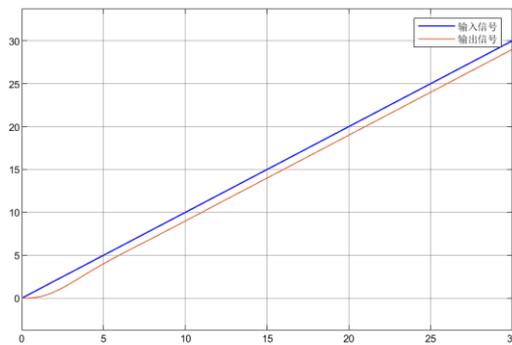
综上，欠阻尼状态，当 $\xi\omega_n = 0.5$ 时， ξ 越大，曲线振荡频率、振荡幅度以及超调量就会越小，上升时间、峰值时间就会越长。

6. 结合响应曲线，分析欠阻尼二阶系统在阶跃信号、斜坡信号和加速度信号作用下，输出信号对输入信号的跟踪情况。

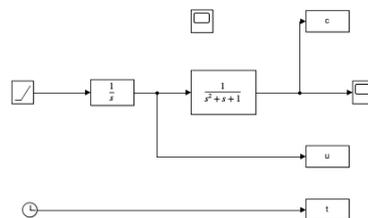
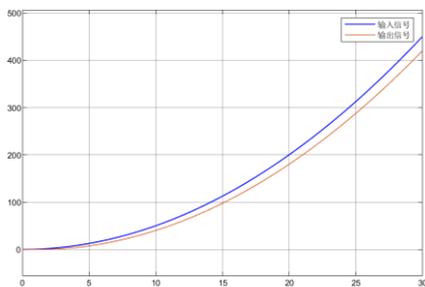
(1) 欠阻尼二阶系统单位阶跃响应，其能很好的跟踪单位阶跃信号，稳态误差为 0。



(2) 欠阻尼二阶系统单位斜坡响应，其跟随单位斜坡信号时会有稳态误差为 $\frac{2\xi}{\omega_n}$ 。



(3) 欠阻尼二阶系统加速度 $\frac{1}{2}t^2$ 响应，通过下面仿真图，在命令行窗口输入 `plot(t,c-u)`,可知其跟随加速度输入时稳态误差会越来越大。



Simulink 仿真图如下：

