

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 ： 方尧

学 号 ： 190410102

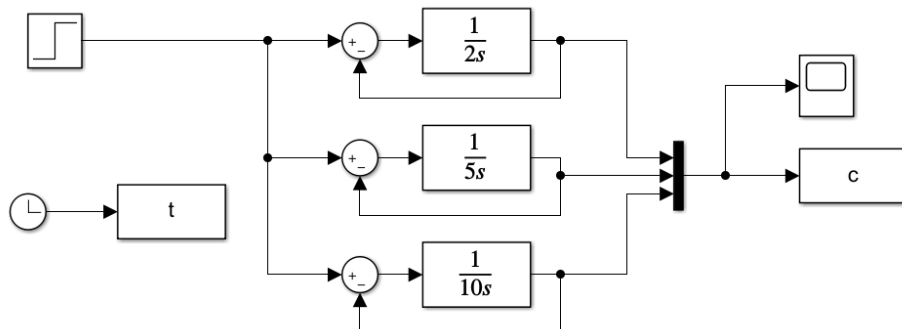
班 级 ： 19 级自动化 1 班

撰 写 日 期 ： 2021 年 10 月 15 日

哈尔滨工业大学（深圳）

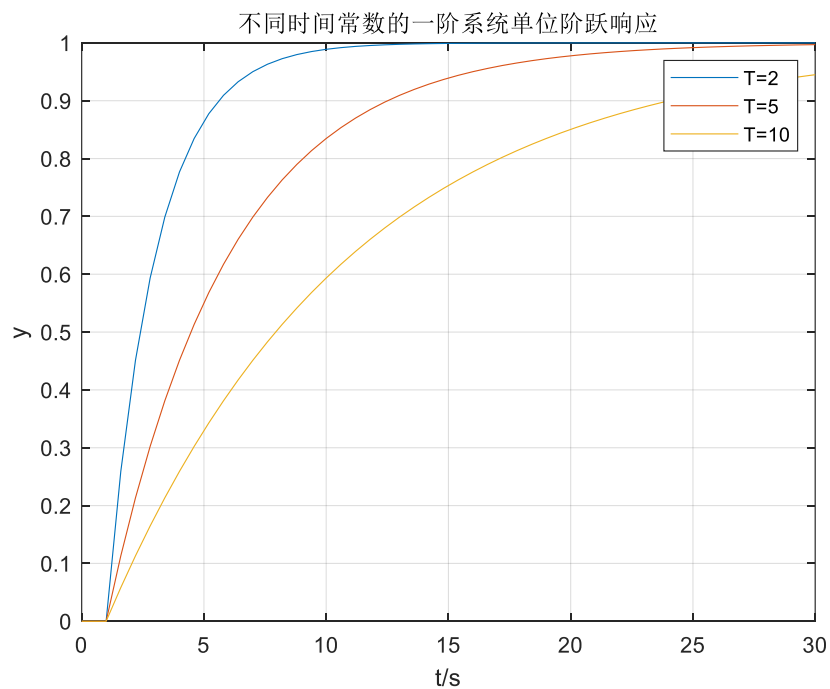
一、一阶系统的时域分析

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。



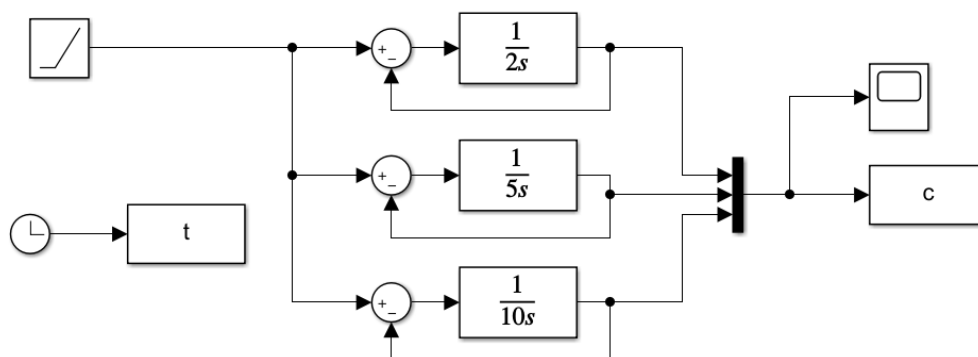
%不同时间常数的一阶系统单位阶跃响应

```
figure;hold on;grid on;box on
plot(t,c)
xlabel('t/s');ylabel('y')
title('不同时间常数的一阶系统单位阶跃响应')
legend('T=2','T=5','T=10')
```



结论： T 越大，响应越慢；一阶系统单位阶跃响应的稳态误差为 0。

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。



%不同时间常数的一阶系统单位斜坡响应

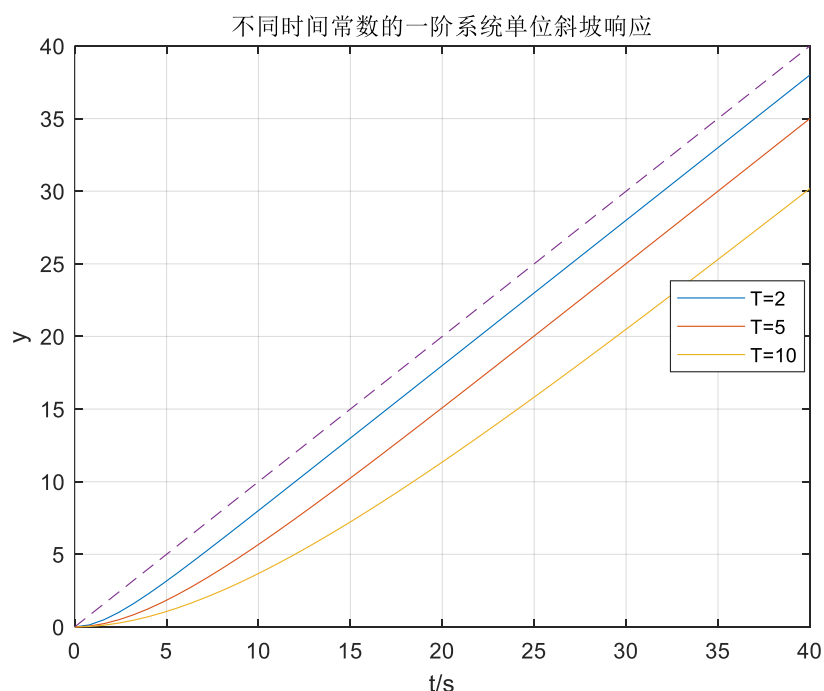
figure;hold on;grid on;box on

plot(t,t,'--',t,c)

xlabel('t/s');ylabel('y')

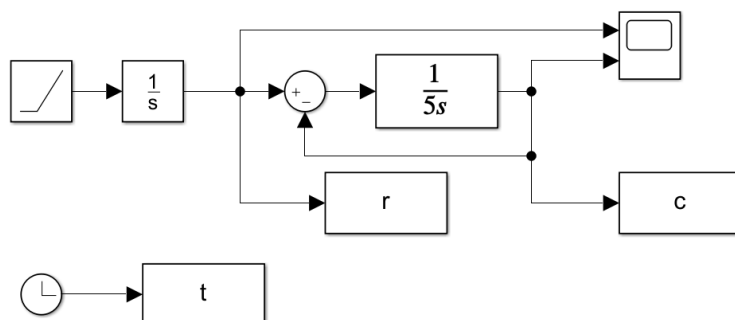
title('不同时间常数的一阶系统单位斜坡响应')

legend('T=2','T=5','T=10')

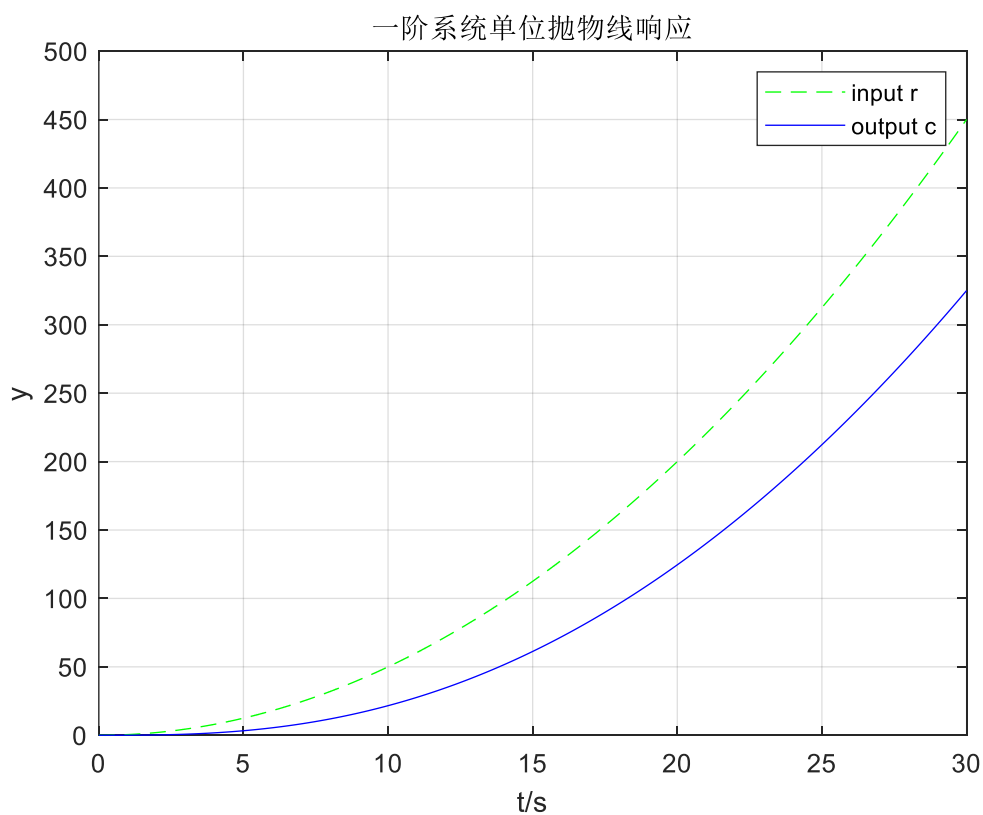


结论： T 分别为 2, 5, 10 时，一阶系统单位斜坡响应稳态误差分别为 2, 5, 10； T 越大，稳态误差越大，稳态误差等于 T 。

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。



```
%匀加速度响应
figure;hold on;grid on;box on
plot(t,r,'g--')
plot(t,c,'b')
xlabel('t/s');ylabel('y')
title('一阶系统单位抛物线响应')
legend('input r','output c')
```



结论：单位抛物线响应的稳态误差为无穷大。

二、 二阶系统的时域分析

预先编写函数代码：并另存为相应的函数脚本。

%单位阶跃响应函数

```
function SecondOrderStep(omega,zeta,ti)
num=[0 0 omega^2];
den=[1 2*zeta*omega omega^2];
sys=tf(num, den);
[c,t]=step(sys,[0:0.001:ti]);
plot(t,c)
end
```

%单位冲击响应函数

```
function SecondOrderImpulse(omega,zeta,ti)
num=[0 0 omega^2];
den=[1 2*zeta*omega omega^2];
sys=tf(num, den);
[c,t]=impz(sys,[0:0.001:ti]);
plot(t,c)
end
```

%单位斜坡响应函数

```
function SecondOrderX(omega,zeta,ti)
num=[0 0 omega^2];
den=[1 2*zeta*omega omega^2 0];
sys=tf(num, den);
[c,t]=step(sys,[0:0.001:ti]);
plot(t,c)
end
```

%单位抛物线响应函数

```
function SecondOrderX2(omega,zeta,ti)
num=[0 0 omega^2];
den=[1 2*zeta*omega omega^2 0 0];
sys=tf(num, den);
[c,t]=step(sys,[0:0.001:ti]);
plot(t,c)
end
```

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。

%建立脚本获得不同阻尼比下的二阶阶跃响应

```
figure;hold on,grid on,box on
```

```
for zeta=[0,0.3,1,5]
```

```
    SecondOrderStep(5,zeta,10)
```

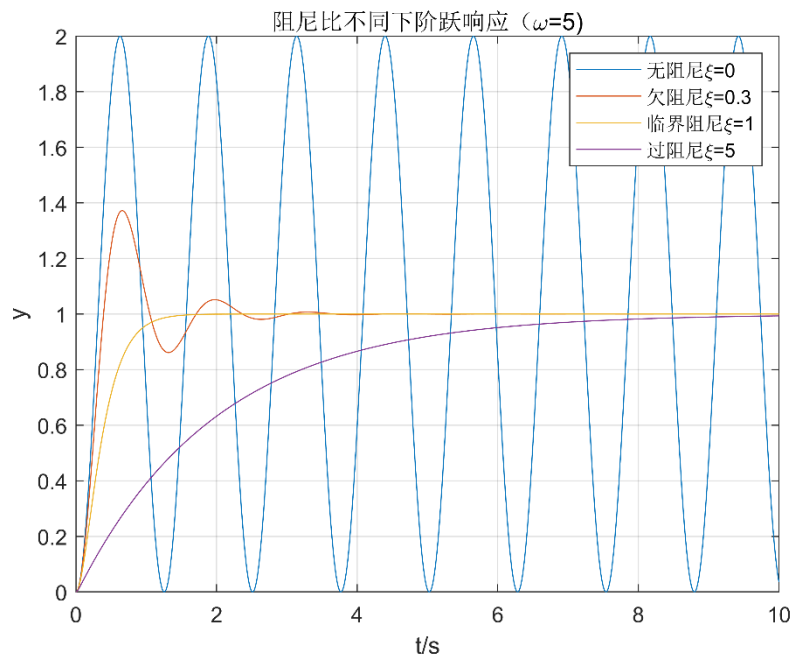
```
end
```

```
xlabel('t/s');ylabel('y')
```

```
title('阻尼比不同下阶跃响应 ( $\omega=5$ )')
```

```
legend('无阻尼\(\xi=0\)', '欠阻尼\(\xi=0.3\)', '临界阻尼\(\xi=1\)', '过阻尼\(\xi=5\)')
```

```
print(gcf, '-r600', '-dpng', '1_阻尼比不同的阶跃响应 ( $\omega=5$ ).png');
```



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。

%建立脚本获得不同阻尼比下的二阶脉冲响应

```
figure;hold on,grid on,box on
```

```
for zeta=[0,0.3,1,5]
```

```
    SecondOrderImpulse(5,zeta,5)
```

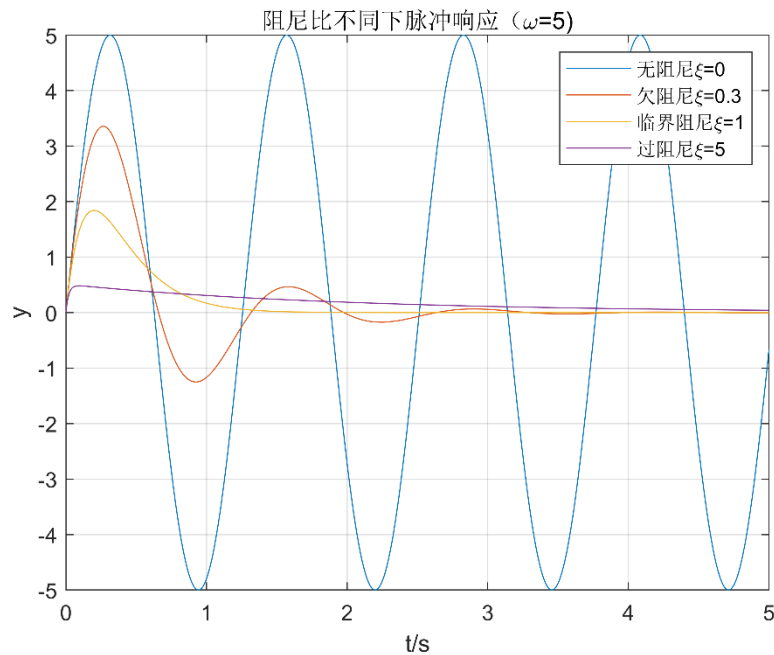
```
end
```

```
xlabel('t/s');ylabel('y')
```

```
title('阻尼比不同下脉冲响应 ( $\omega=5$ )')
```

```
legend('无阻尼\(\xi=0\)', '欠阻尼\(\xi=0.3\)', '临界阻尼\(\xi=1\)', '过阻尼\(\xi=5\)')
```

```
print(gcf, '-r600', '-dpng', '2_阻尼比不同的脉冲响应 ( $\omega=5$ ).png');
```



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。

%建立脚本获得不同阻尼比下的欠阻尼二阶阶跃响应

figure;hold on,grid on,box on

for zeta=[0.1,0.3,0.5,0.7,0.9]

SecondOrderStep(5,zeta,10)

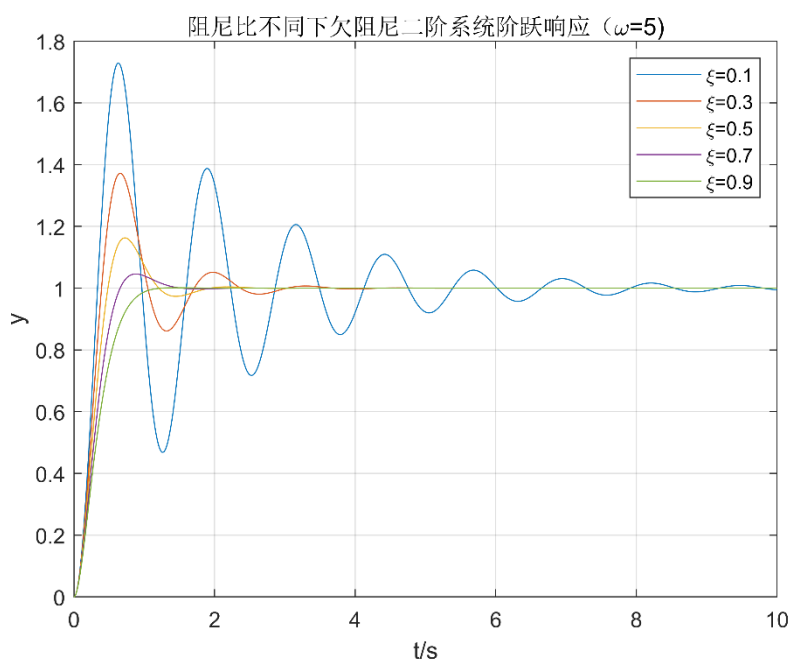
end

xlabel('t/s');ylabel('y')

title('阻尼比不同下欠阻尼二阶系统阶跃响应 ($\omega=5$)')

legend('\xi=0.1','\xi=0.3','\xi=0.5','\xi=0.7','\xi=0.9')

print(gcf,'-r600','-dpng','3_阻尼比不同的欠阻尼二阶系统阶跃响应 ($\omega=5$).png');



结论：阻尼比越大，峰值时间越大，超调量越小，上升时间越大，调节时间越短，曲线越平缓。

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

%建立脚本获得不同 ω_n 下的欠阻尼二阶阶跃响应

```
figure;hold on,grid on,box on
```

```
for omega=[0.5,1,2,4,8]
```

```
    SecondOrderStep(omega,0.5,15)
```

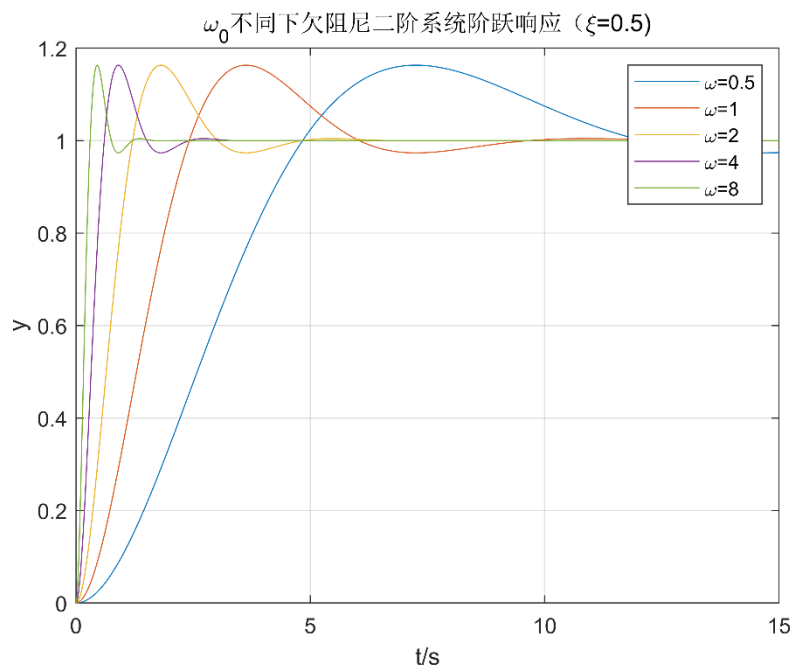
```
end
```

```
xlabel('t/s');ylabel('y')
```

```
title('\omega_{0}不同下欠阻尼二阶系统阶跃响应 ({\xi=0.5})')
```

```
legend('\omega=0.5','\omega=1','\omega=2','\omega=4','\omega=8')
```

```
print(gcf,'-r600','-dpng','4_阻尼比不同的欠阻尼二阶系统阶跃响应 ({\xi=0.5}).png')
```



结论：震荡频率越大，峰值时间越小，超调量不变，上升时间越小，调节时间越短。

5. 对于欠阻尼二阶系统，当 $\zeta\omega_n$ 一定时，结合响应曲线，分析不同的 ζ 对动态过程的影响。

%建立脚本获得 ω_n 一定下的欠阻尼二阶阶跃响应

```
figure;hold on,grid on,box on
```

```
for zeta=[0.1,0.3,0.5,0.7,0.9]
```

```
    SecondOrderStep(5/zeta,zeta,2)
```

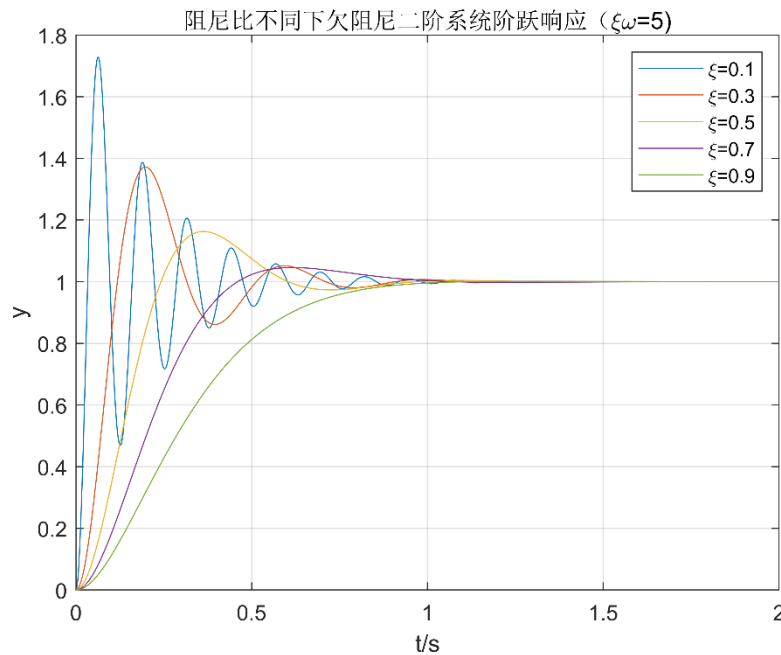
```
end
```

```
xlabel('t/s');ylabel('y')
```

```
title('阻尼比不同下欠阻尼二阶系统阶跃响应 ({\xi\omega=5})')
```

```
legend('\xi=0.1','\xi=0.3','\xi=0.5','\xi=0.7','\xi=0.9')
```

```
print(gcf,'-r600','-dpng','5_阻尼比不同的欠阻尼二阶系统阶跃响应 ({\xi\omega=5}).png')
```

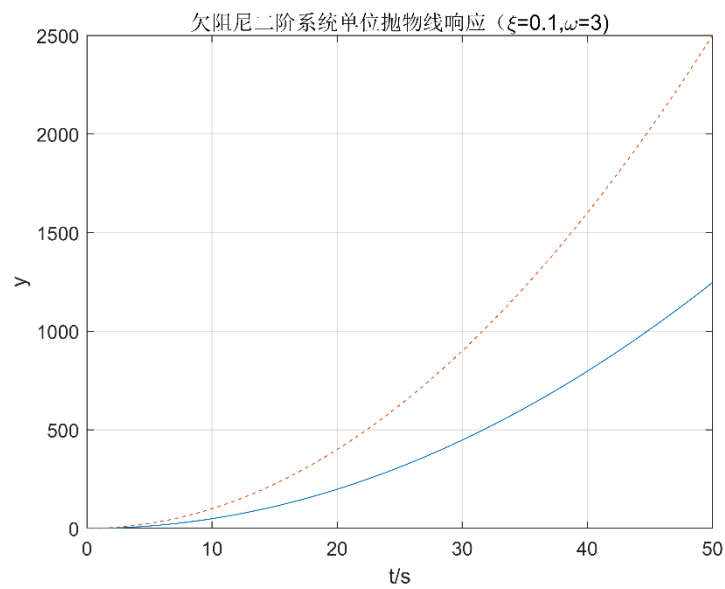
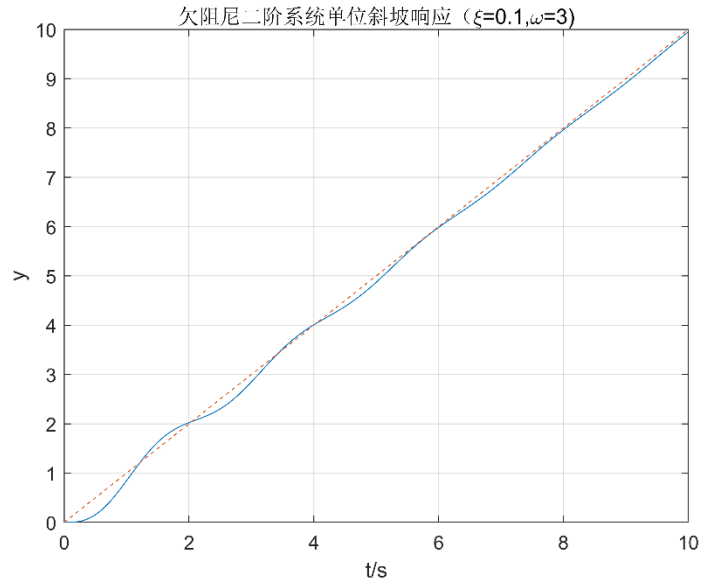
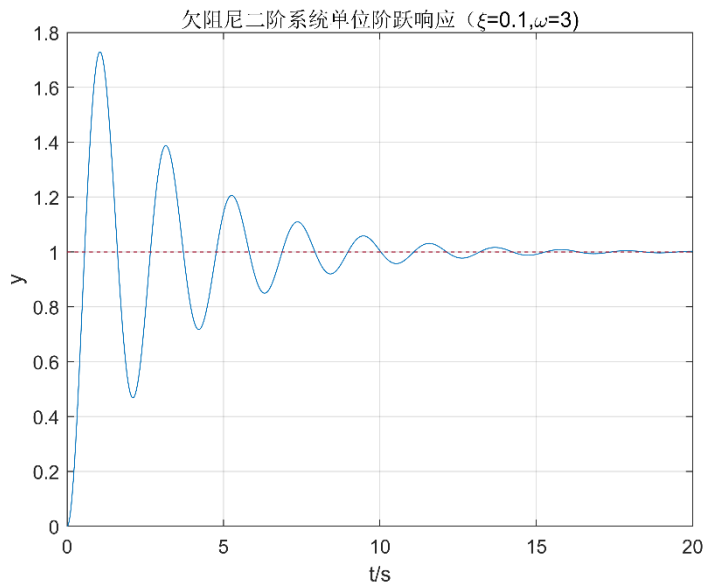



结论: $\zeta\omega_n$ 一定时, 阻尼比越大, 峰值时间越大, 超调量越小, 上升时间越大, 调节时间越短, 曲线越平缓。

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。

%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

```
ti=0:0.01:20;
figure;hold on;grid on,box on
SecondOrderStep(3,0.1,ti(end))
plot(ti,ones(length(ti)),'--')
xlabel('t/s');ylabel('y')
title('欠阻尼二阶系统单位阶跃响应 ({\xi=0.1,\omega=3})')
print(gcf,'-r600','-dpng','6_欠阻尼二阶系统单位阶跃响应 ({\xi=0.1,\omega=3}).png')
ti=0:0.01:10;
figure;hold on;grid on,box on
SecondOrderX(3,0.1,ti(end))
plot(ti,ti,'--')
xlabel('t/s');ylabel('y')
title('欠阻尼二阶系统单位斜坡响应 ({\xi=0.1,\omega=3})')
print(gcf,'-r600','-dpng','7_欠阻尼二阶系统单位斜坡响应 ({\xi=0.1,\omega=3}).png')
ti=0:0.1:50;
figure;hold on;grid on,box on
SecondOrderX2(3,0.1,ti(end))
plot(ti,ti.^2,'--')
xlabel('t/s');ylabel('y')
title('欠阻尼二阶系统单位抛物线响应 ({\xi=0.1,\omega=3})')
print(gcf,'-r600','-dpng','8_欠阻尼二阶系统单位抛物线响应 ({\xi=0.1,\omega=3}).png')
```



结论：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分别为：能跟踪上，能跟踪上，不能跟踪；稳态误差分别为： 0 ， $\frac{2\xi}{\omega_n}$ ， ∞ 。