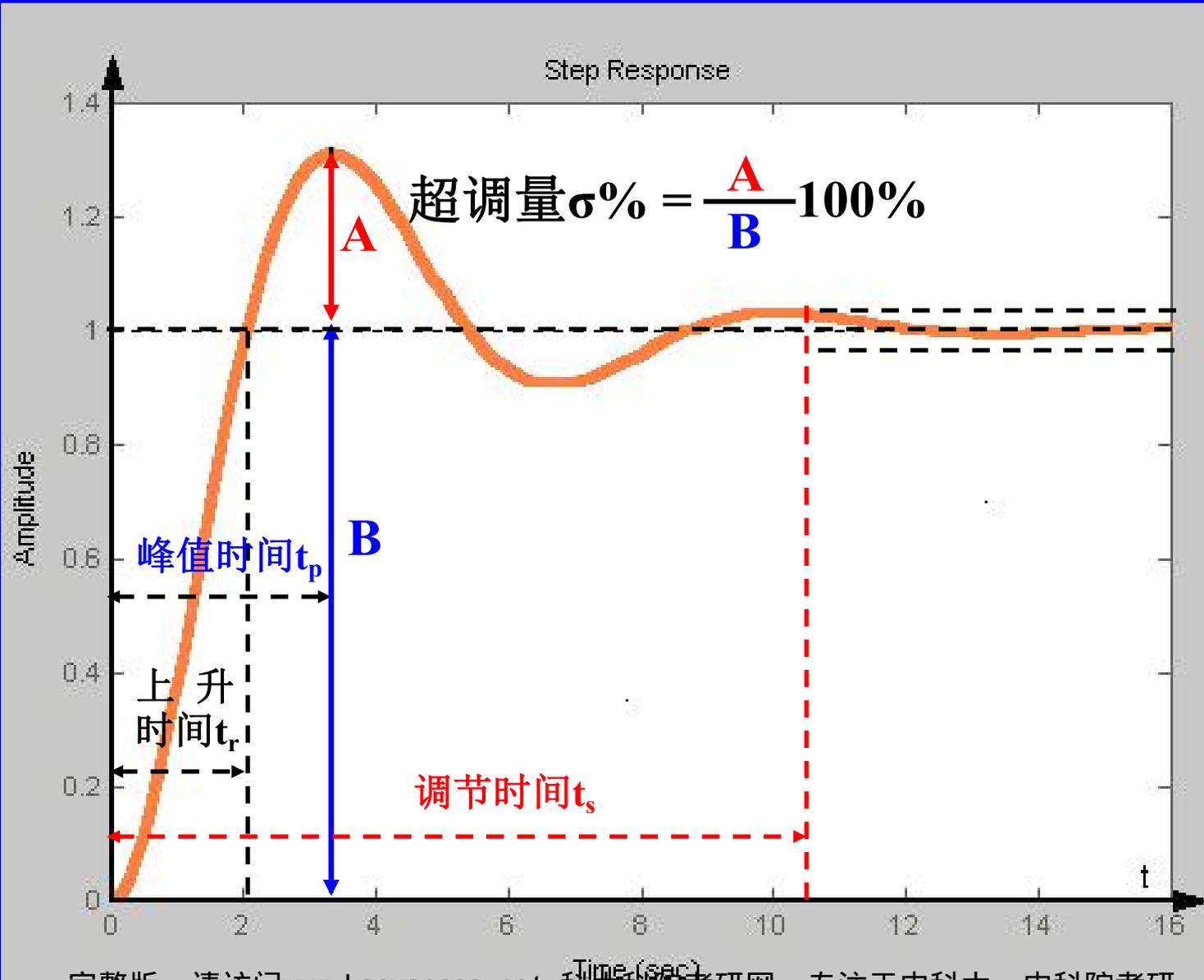
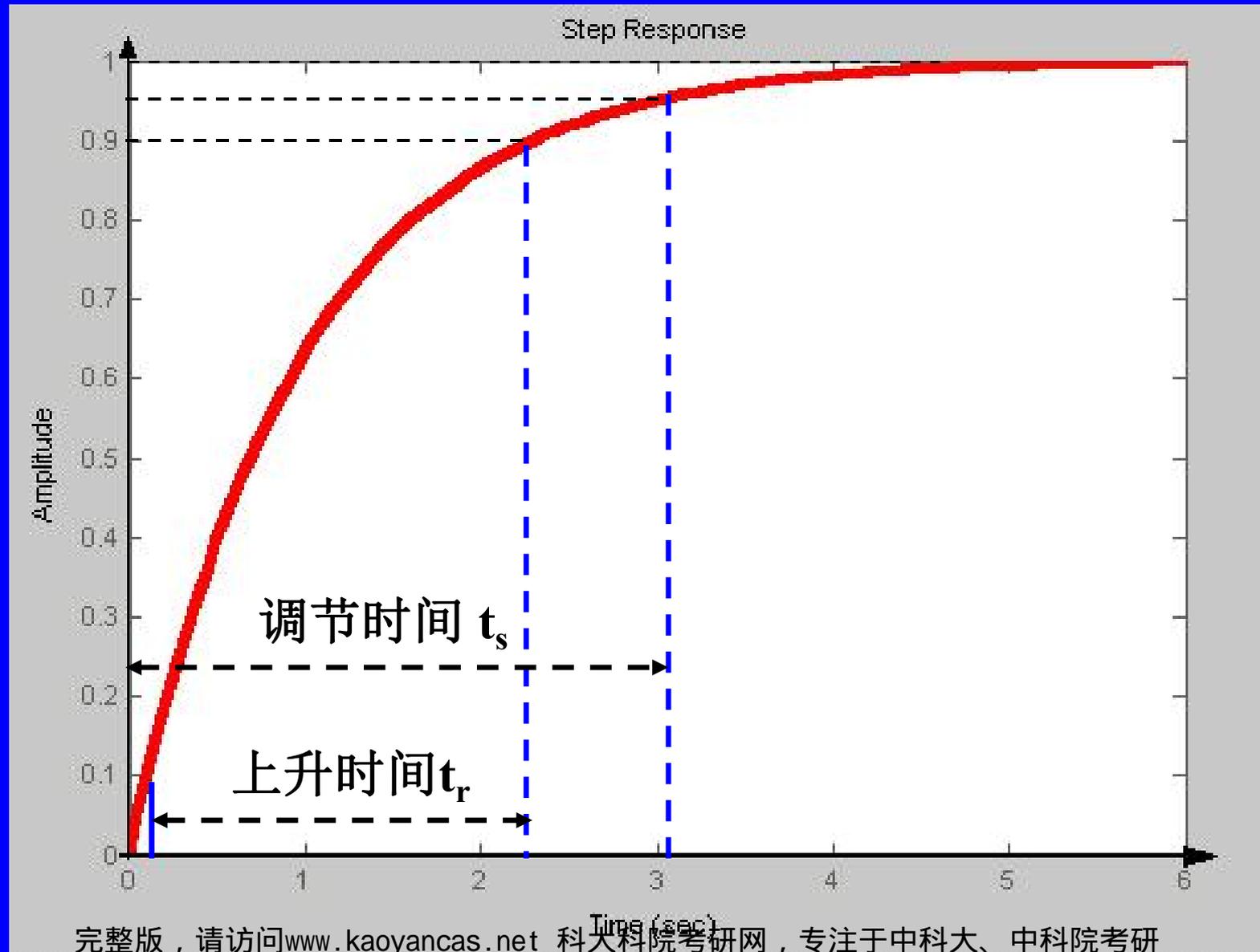
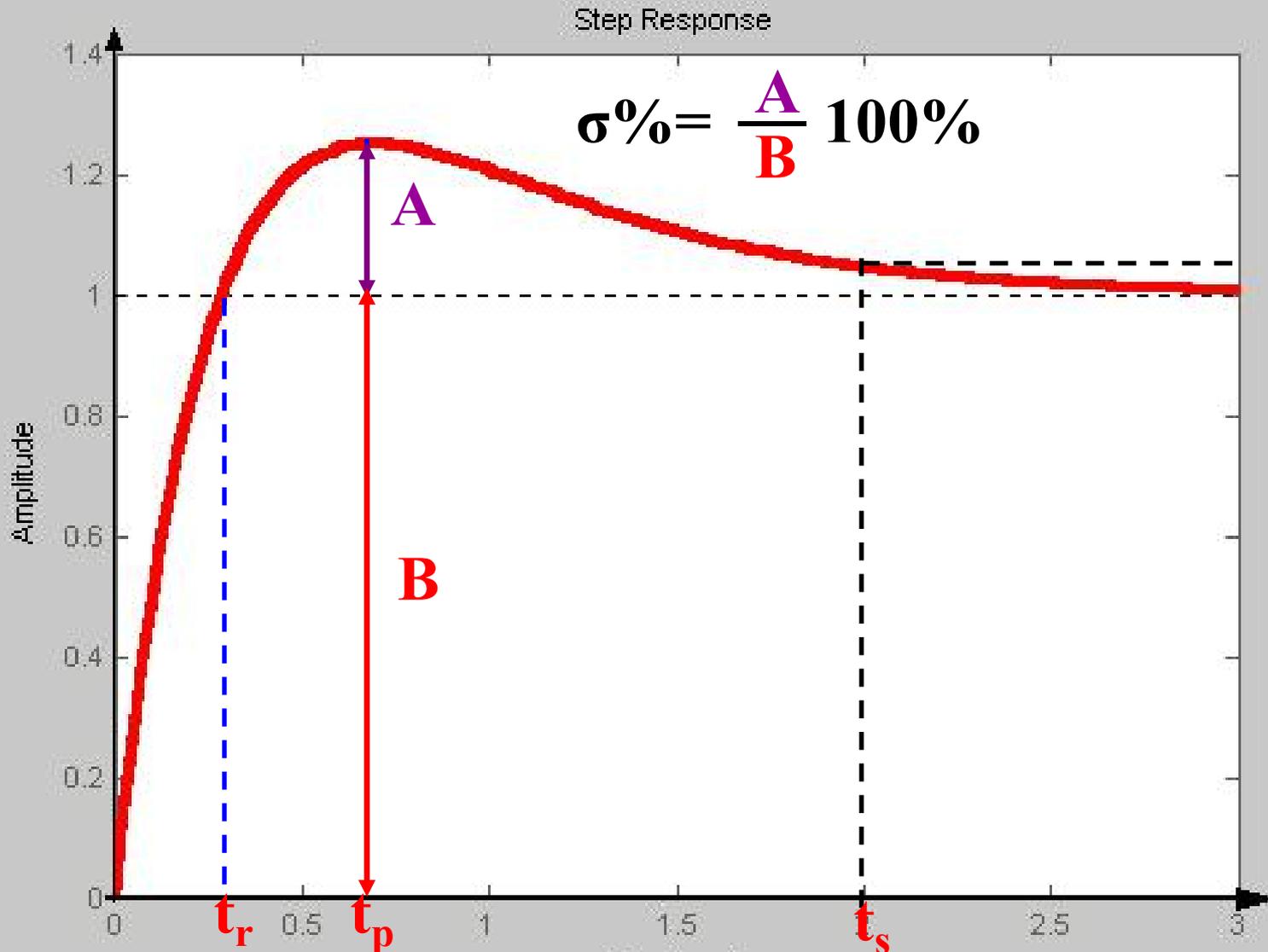


# 动态性能指标定义1



# 动态性能指标定义2





# 一阶系统时域分析

无零点的一阶系统  $\Phi(s) = \frac{k}{Ts+1}$  ,  $T$  —— 时间常数  
 (画图时取  $k=1, T=0.5$ )

$$k(t) = \frac{1}{T} e^{-t/T}$$

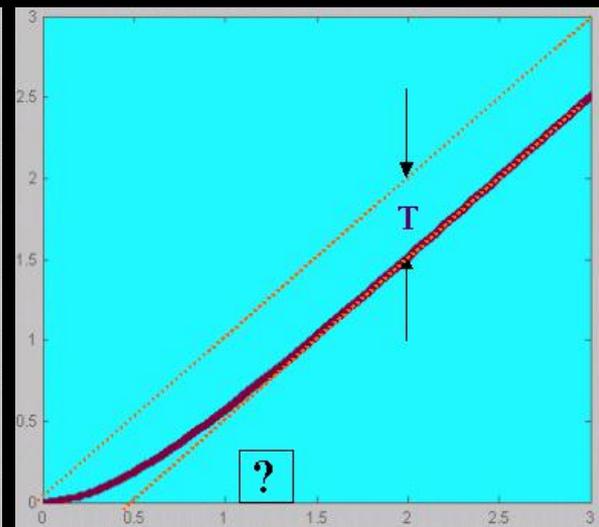
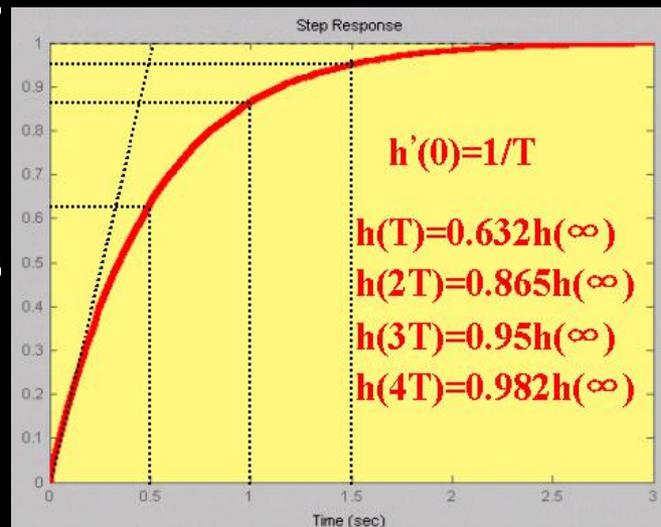
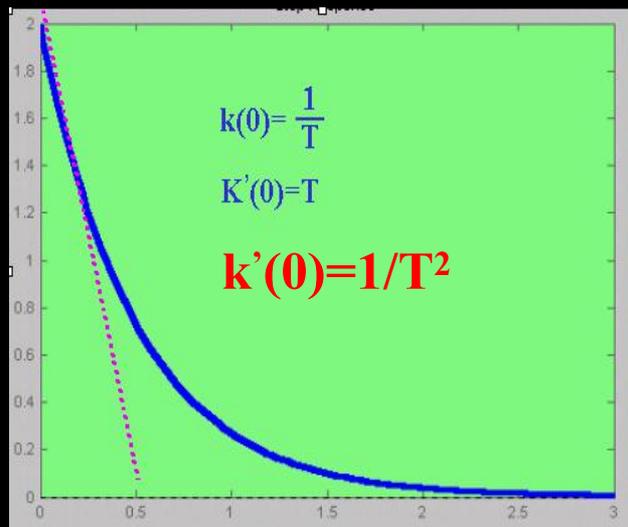
$$r(t) = \delta(t)$$

$$h(t) = 1 - e^{-t/T}$$

$$r(t) = 1(t)$$

$$c(t) = t - T + T e^{-t/T}$$

$$r(t) = t$$



问

1、3个图各如何求T?

2、调节时间  $t_s = ?$

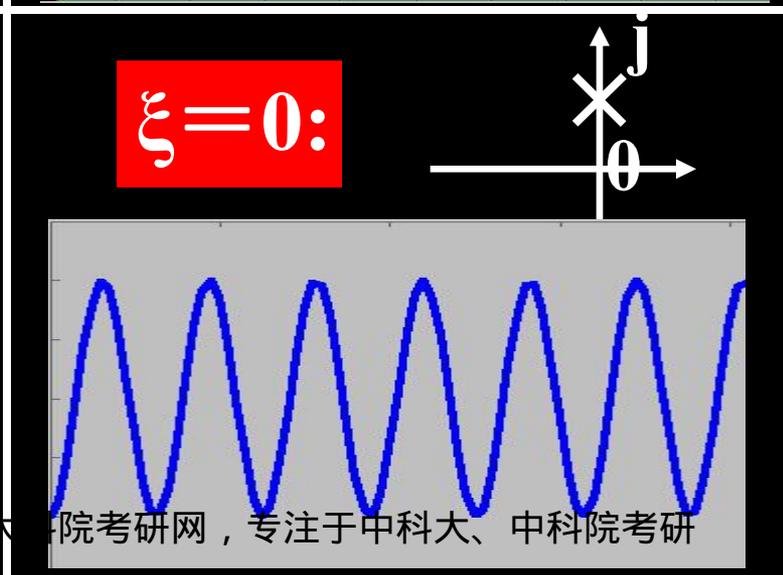
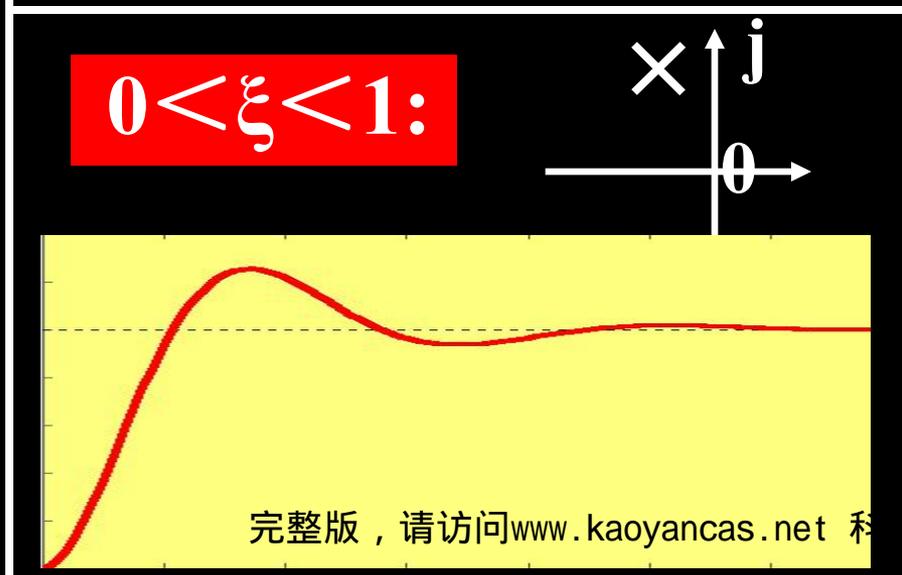
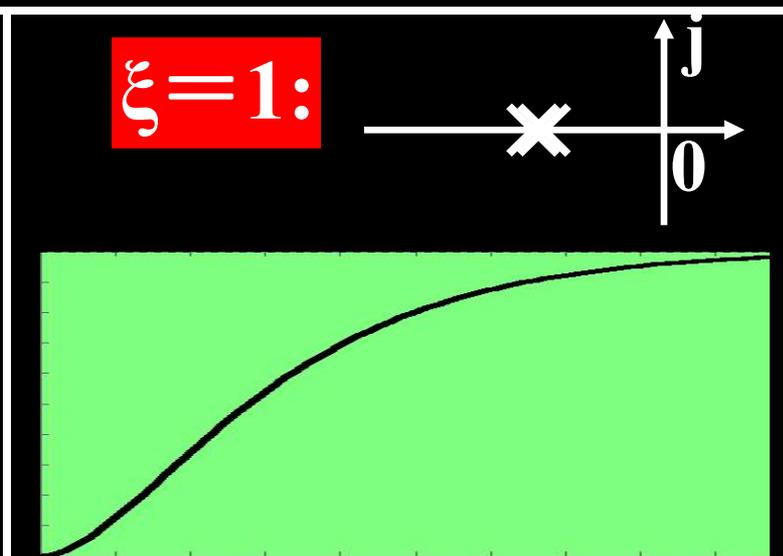
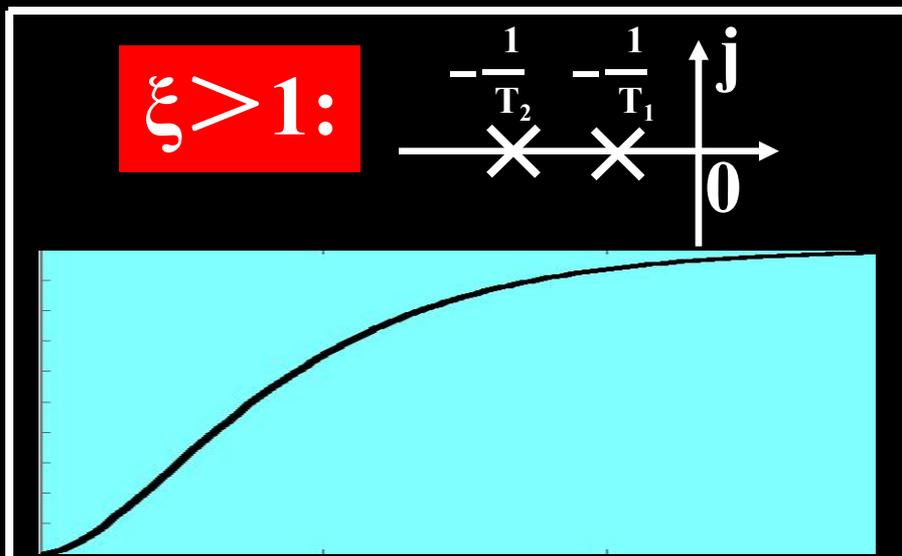
3、 $r(t) = at$  时,  $e_{ss} = ?$

4、求导关系?

# 二阶系统单位阶跃响应 定性分析

程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

$$\Phi(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2}$$



# 欠阻尼二阶系统动态性能分析与计算

$$h(t) = 1 - \frac{1}{\sqrt{1-\xi^2}} e^{-\xi\omega_n t} \sin(\omega_d t + \beta)$$

令  $h(t)=1$  取其解中的最小值，

得  $t_r = \frac{\pi - \beta}{\omega_d}$

令  $h(t)$  一阶导数=0，  
取其解中的最小值，

得  $t_p = \frac{\pi}{\omega_d}$

由  $\sigma\% = \frac{h(t_p) - h(\infty)}{h(\infty)} 100\%$

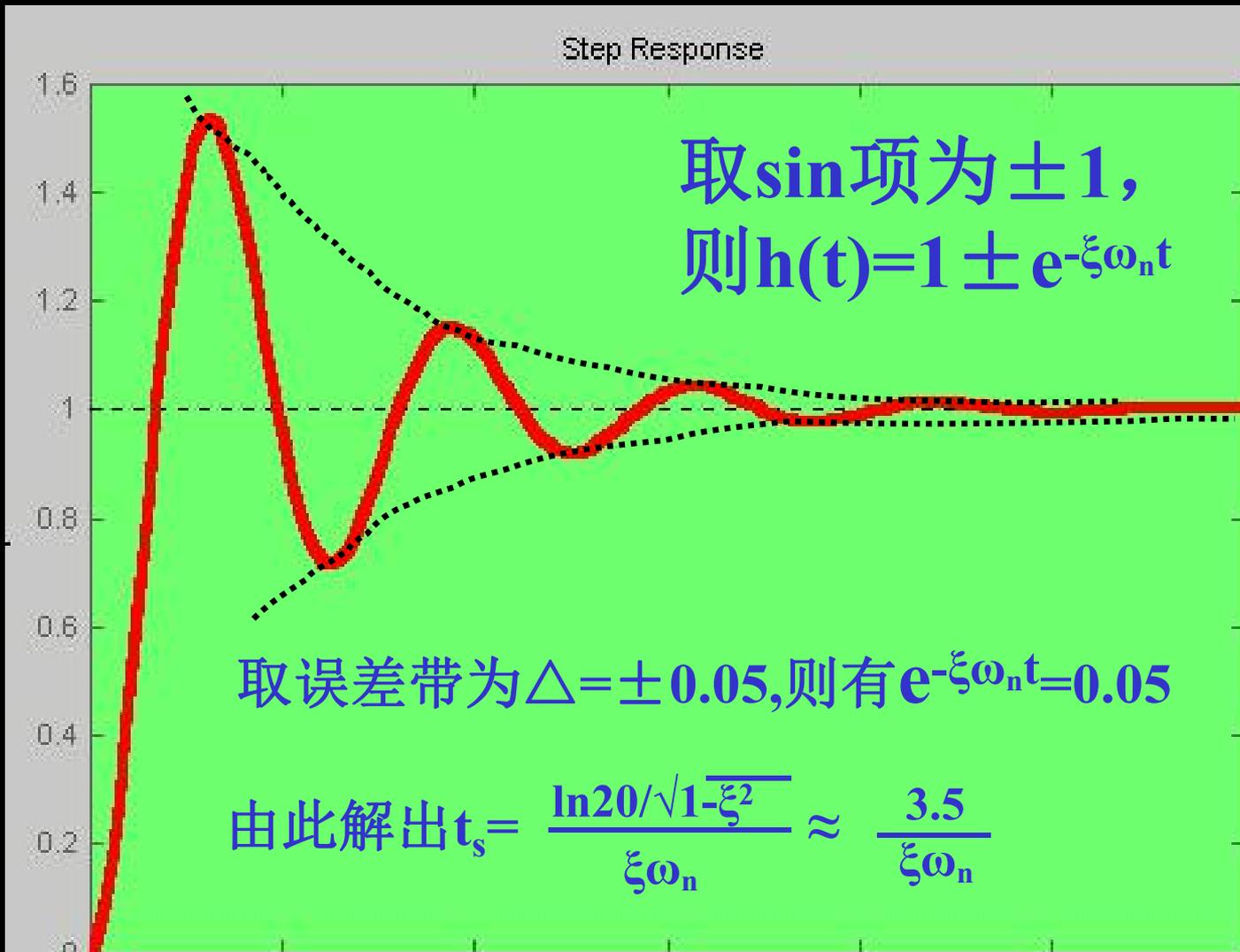
得  $\sigma\% = e^{-\pi\xi/\sqrt{1-\xi^2}} 100\%$

由包络线求调节时间

得  $t_s \approx$

$$\frac{3.5}{\xi\omega_n}$$

# 欠阻尼二阶系统的 $t_s$



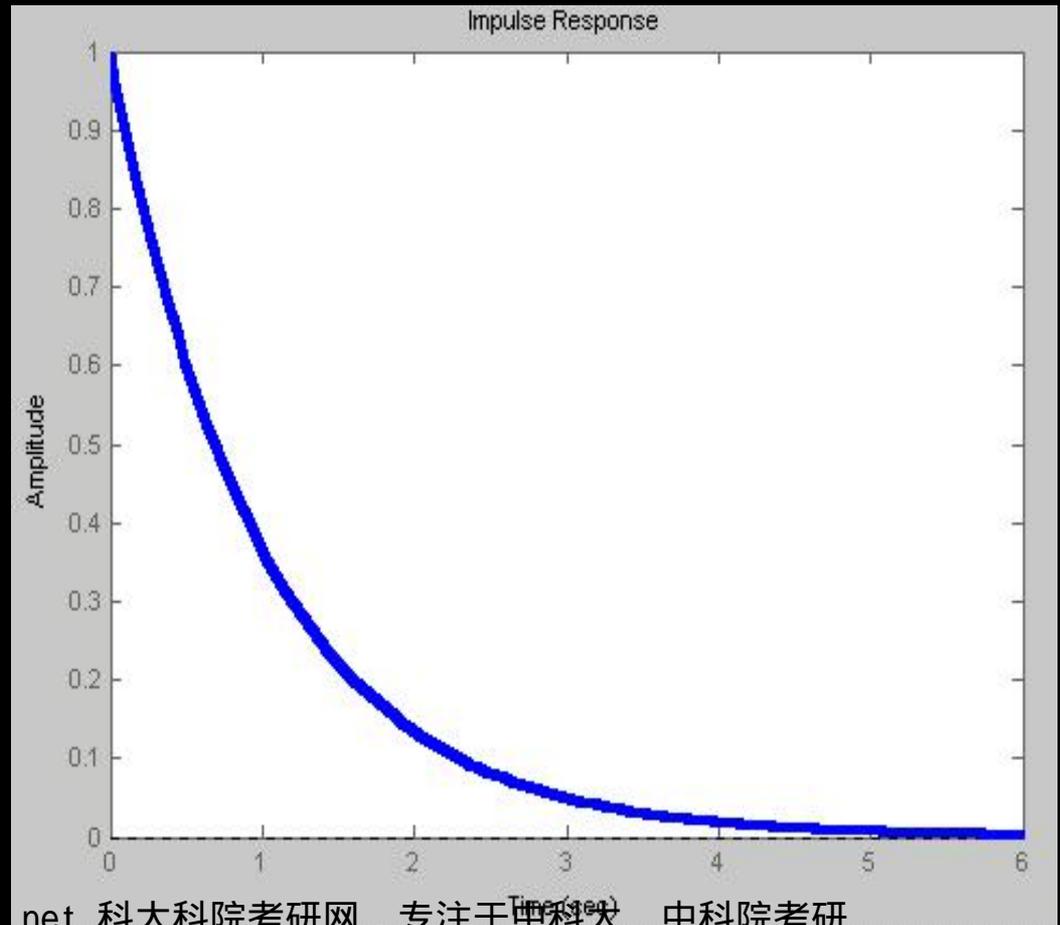
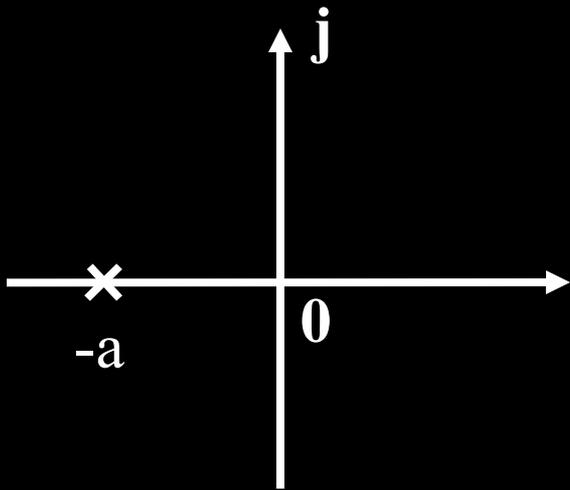
# 运动模态1

传递函数:

$$\Phi(s) = \frac{A}{s+a}$$

$$K(t) = Ae^{-at}$$

零极点分布图:



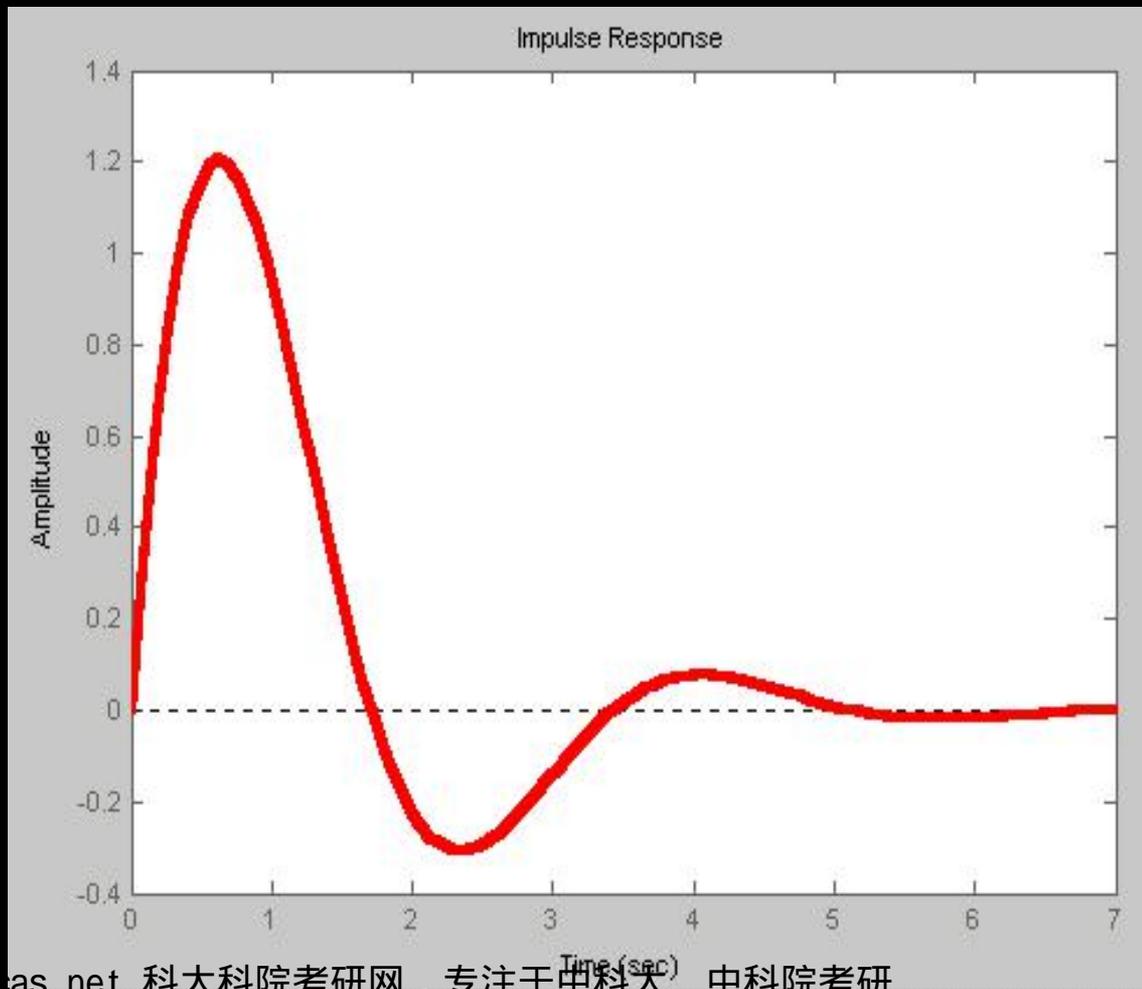
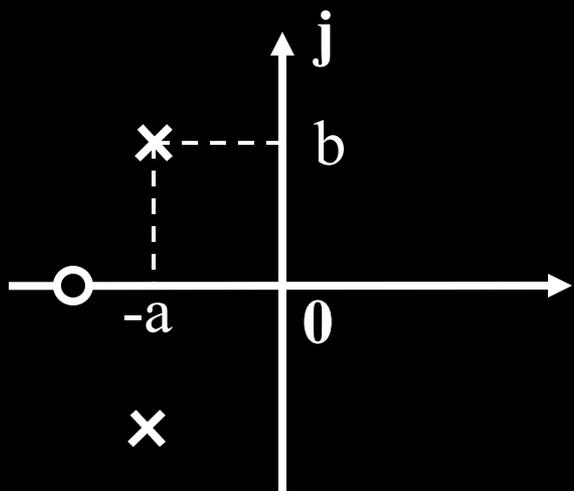
# 运动模态2

传递函数:

$$\Phi(s) = \frac{A_1 s + B_1}{(s+a)^2 + b^2}$$

$$K(t) = A e^{-at} \sin(bt + \alpha)$$

零极点分布图:



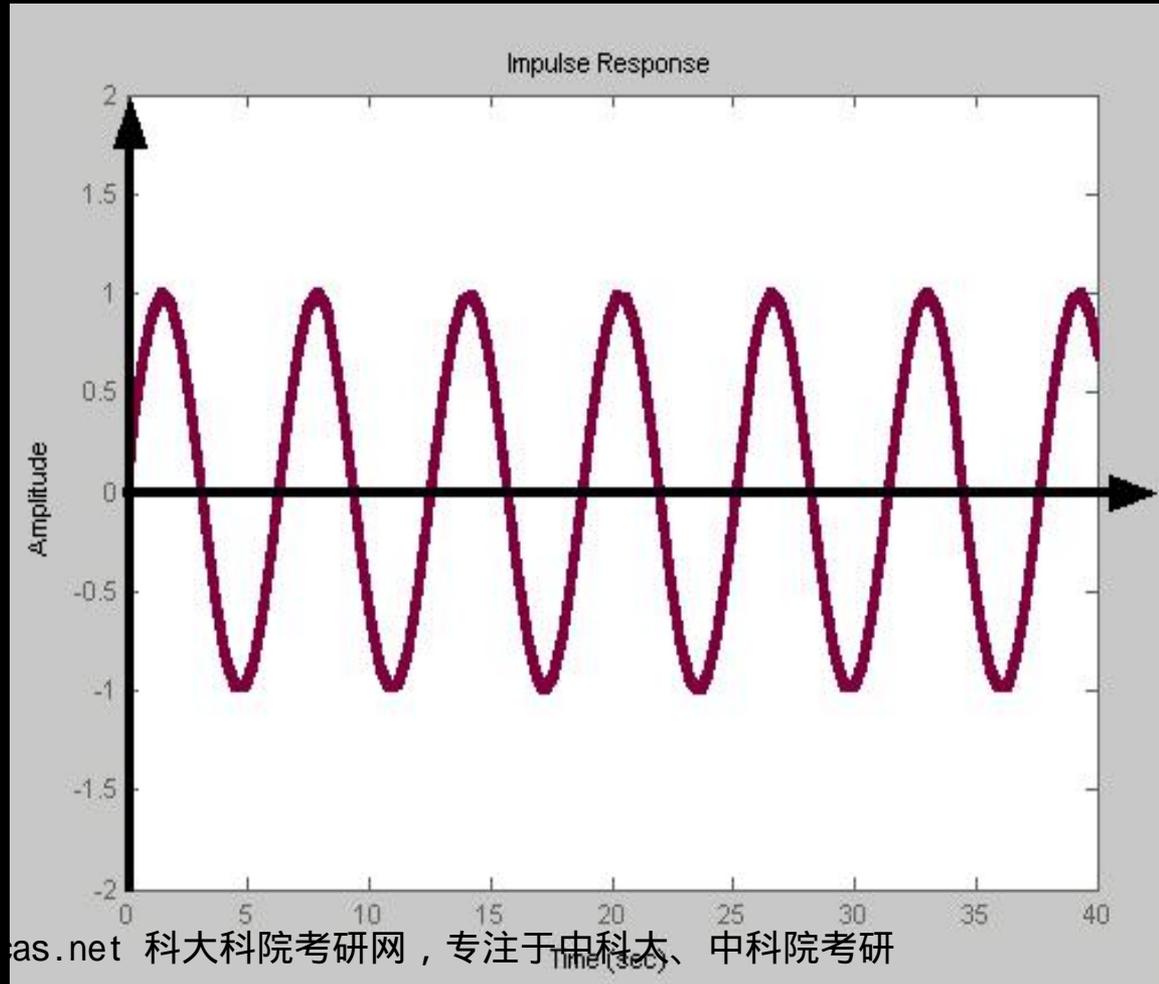
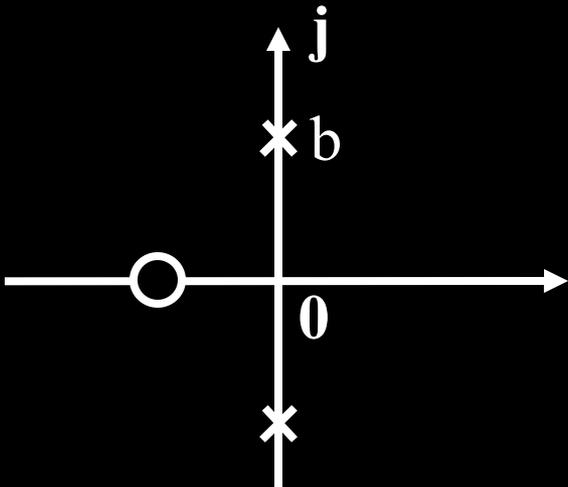
# 运动模态3

传递函数:

$$\Phi(s) = \frac{A_1 s + B_1}{s^2 + b^2}$$

$$K(t) = A \sin(bt + \alpha)$$

零极点分布图:



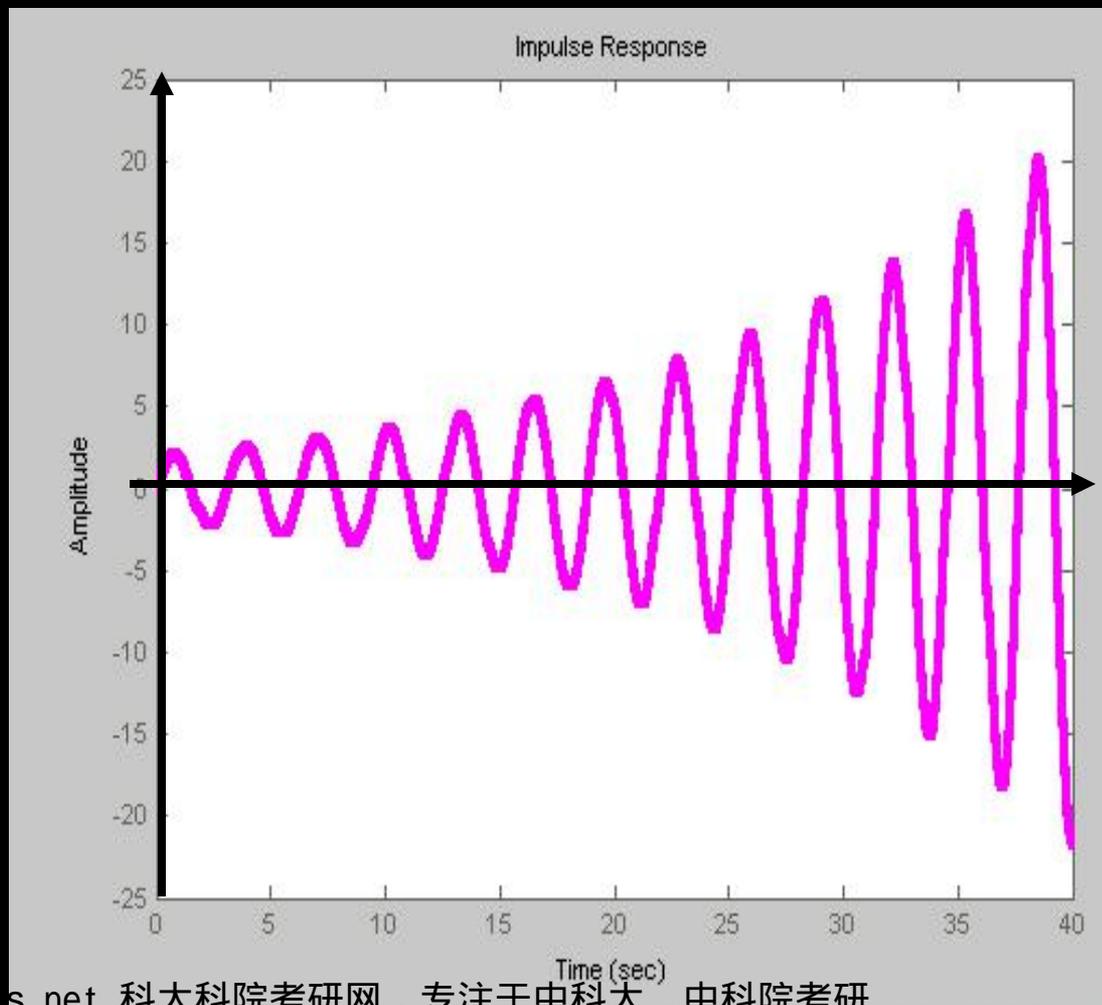
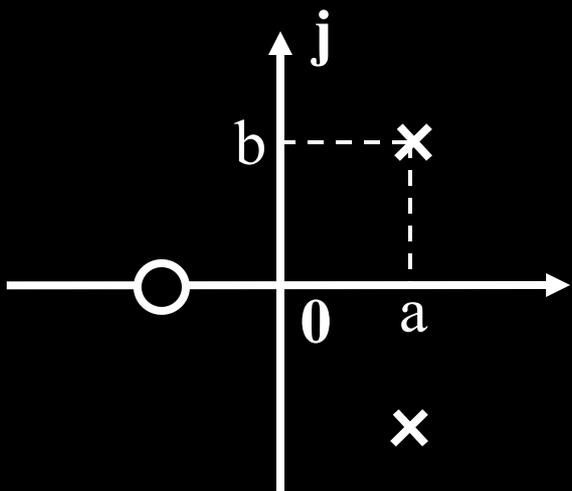
# 运动模态4

传递函数:

$$\Phi(s) = \frac{A_1s + B_1}{(s-a)^2 + b^2}$$

$$K(t) = Ae^{at}\sin(bt + \alpha)$$

零极点分布图:



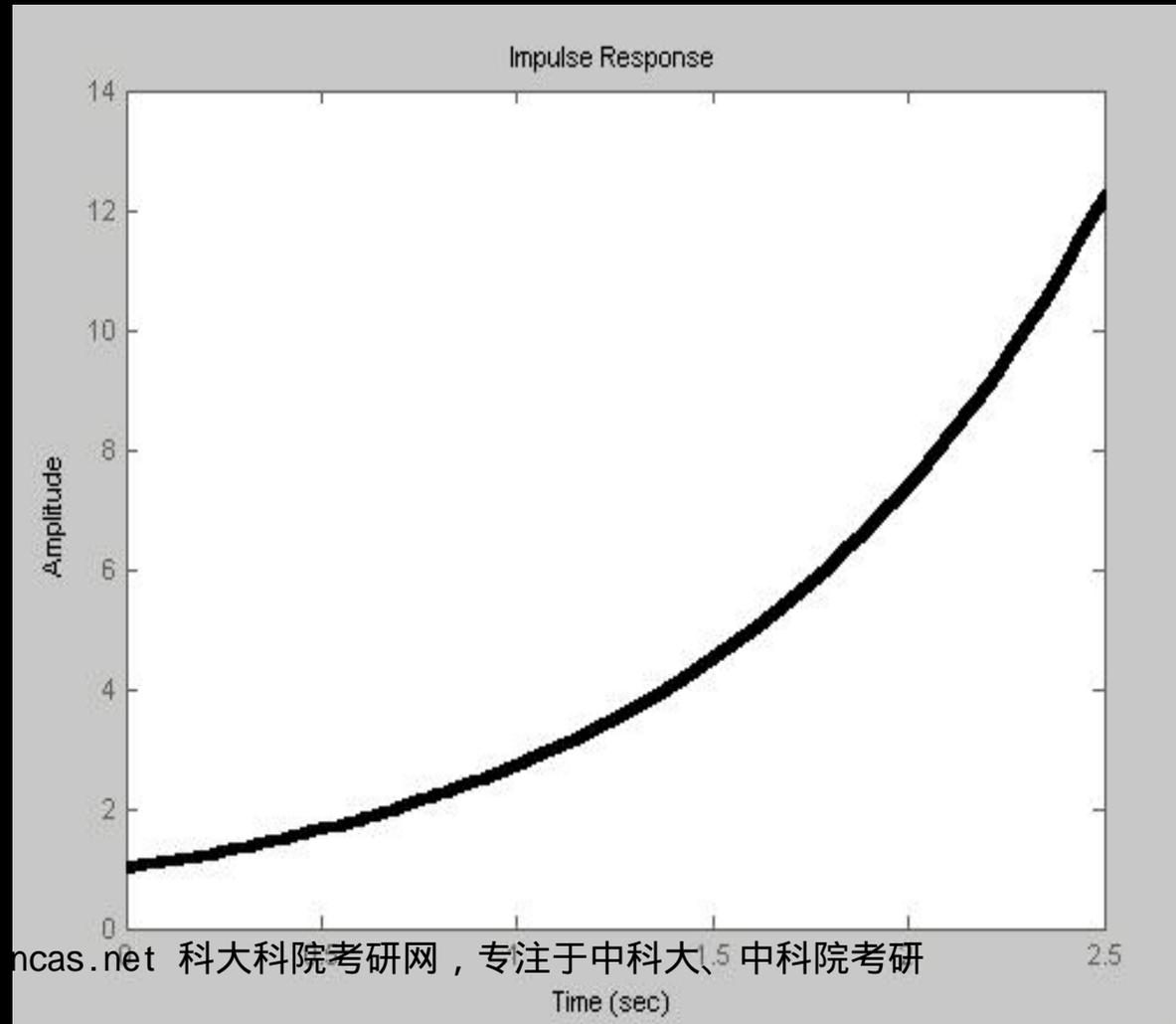
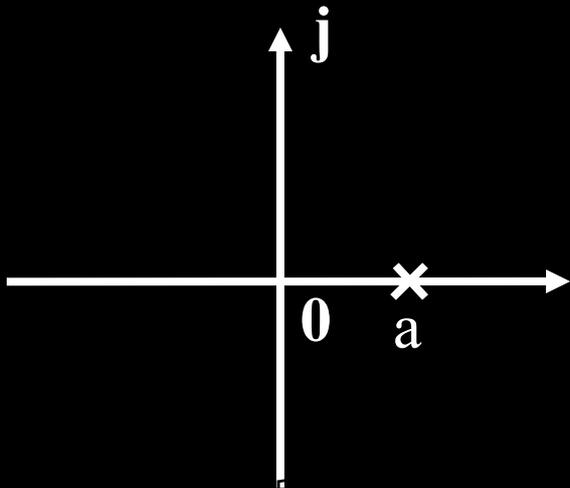
# 运动模态5

传递函数:

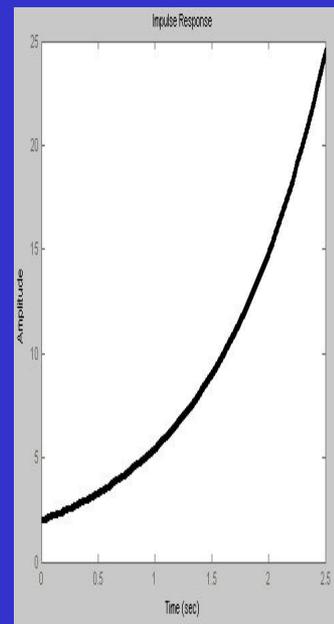
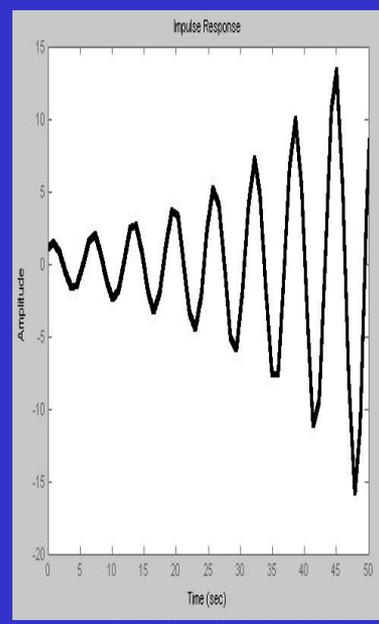
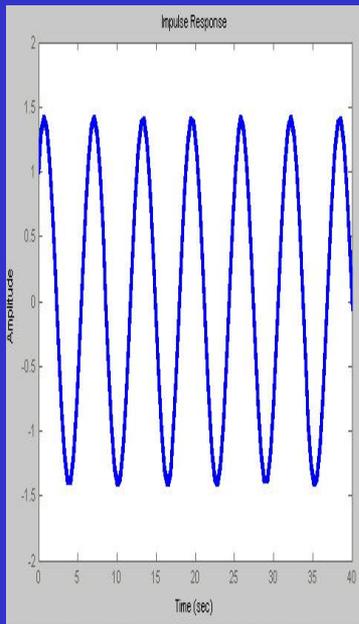
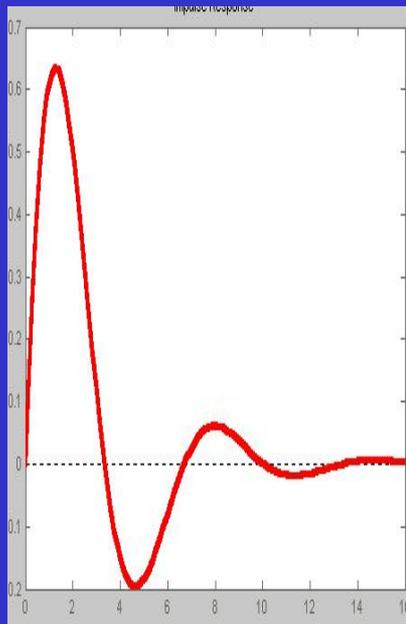
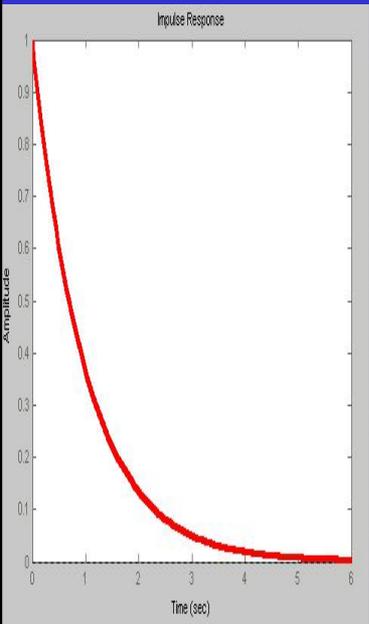
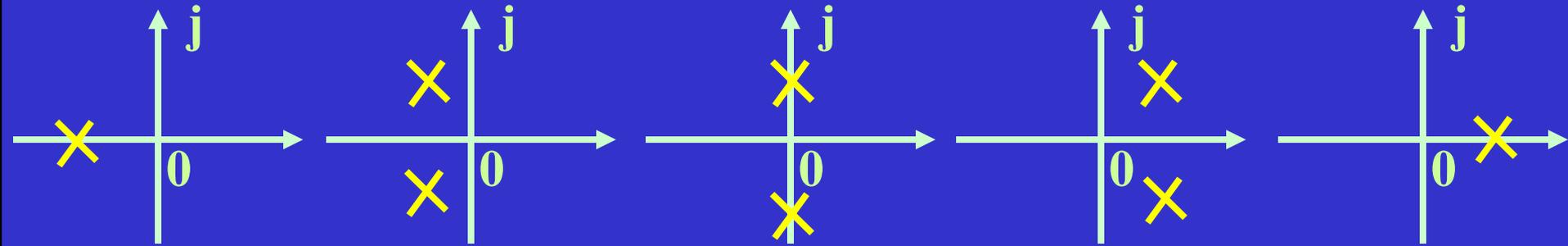
$$\Phi(s) = \frac{A}{s-a}$$

$$K(t) = Ae^{at}$$

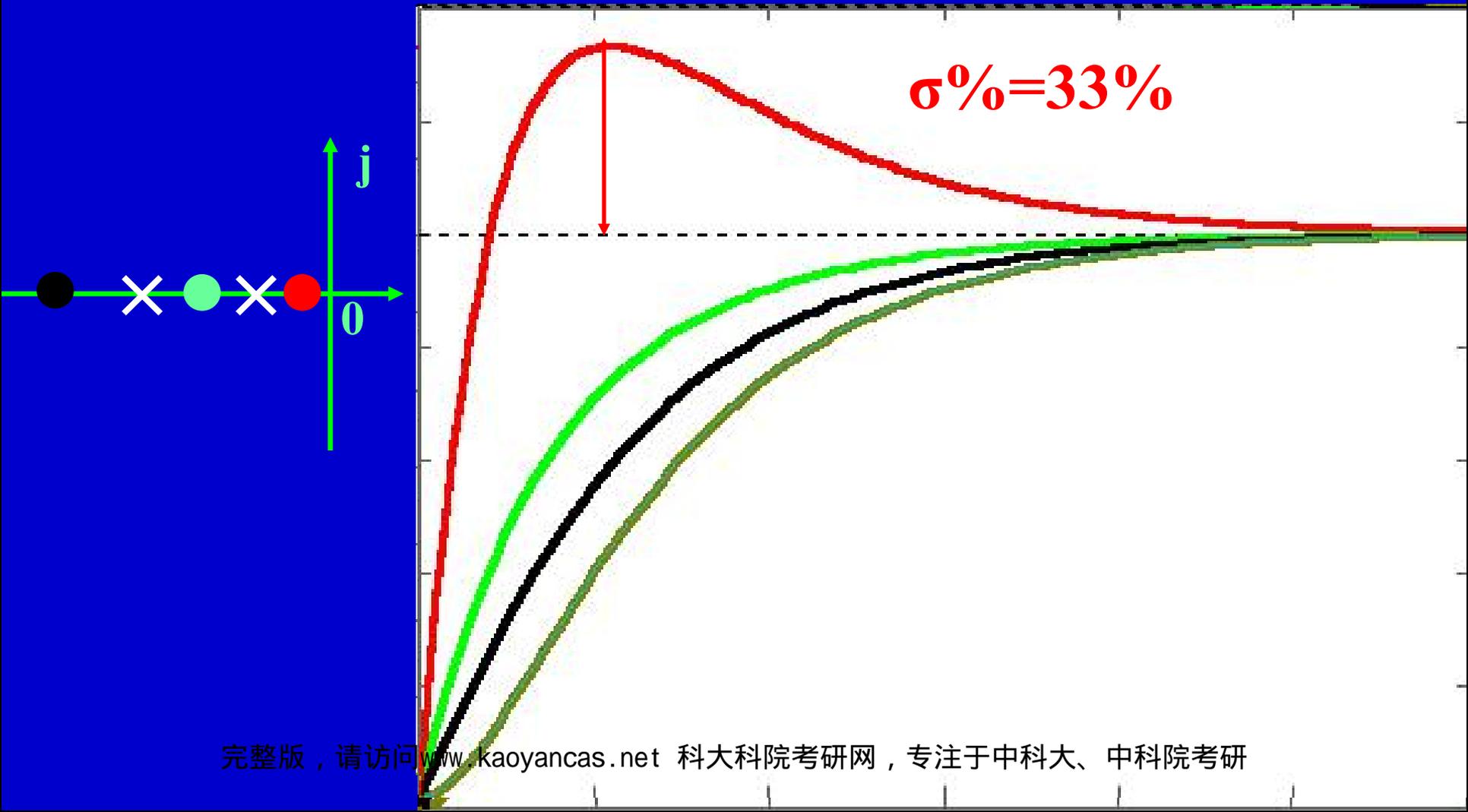
零极点分布图:



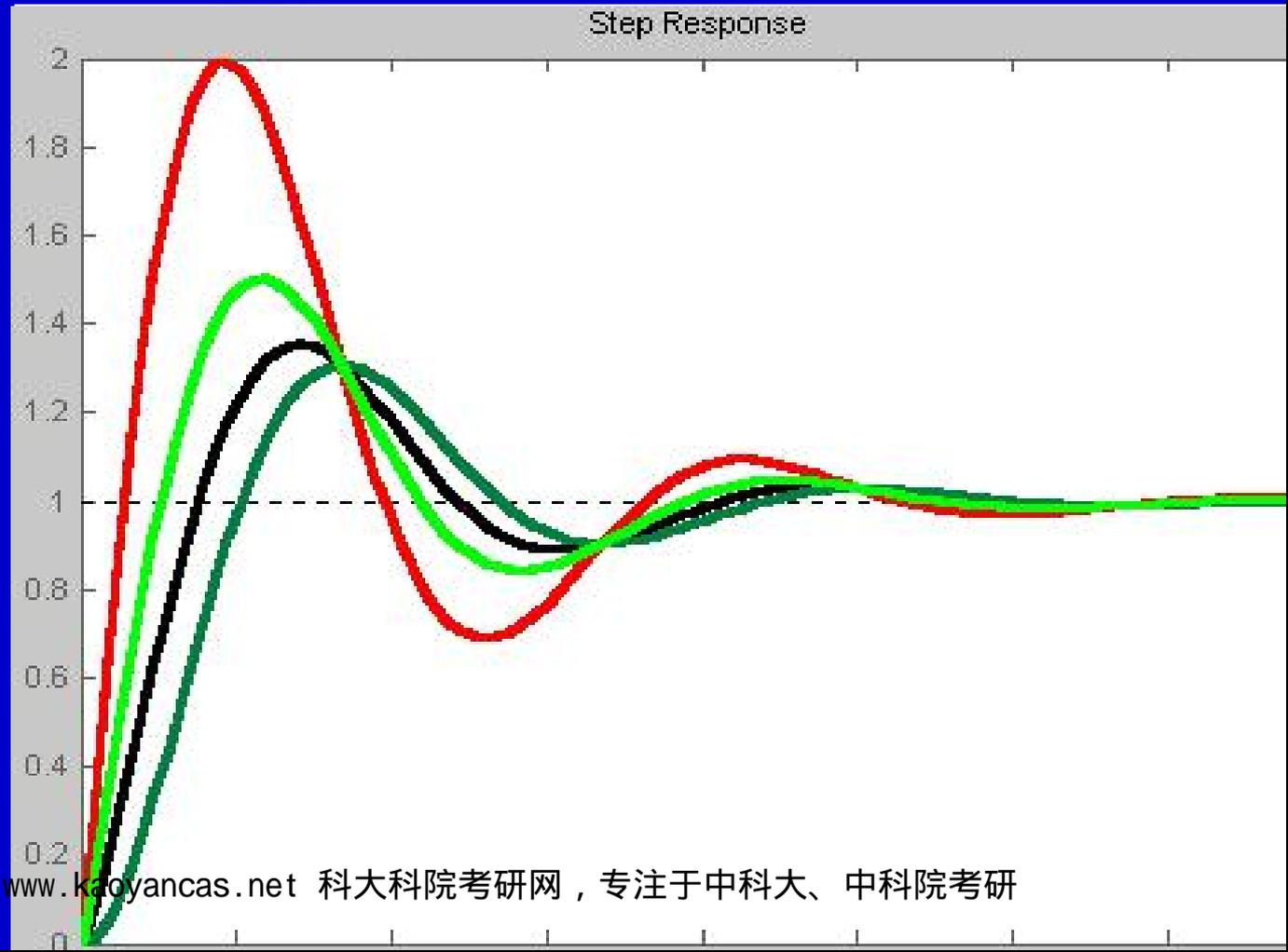
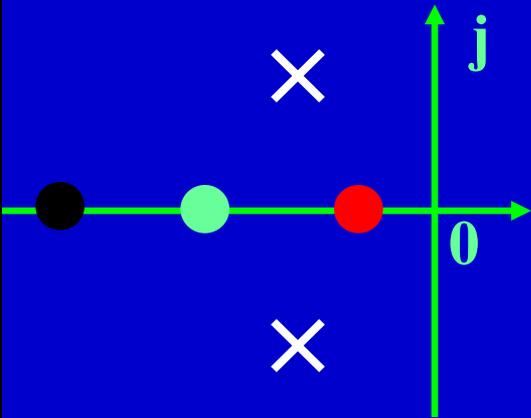
# 运动模态总结



# 零点对过阻尼二阶系统的影响

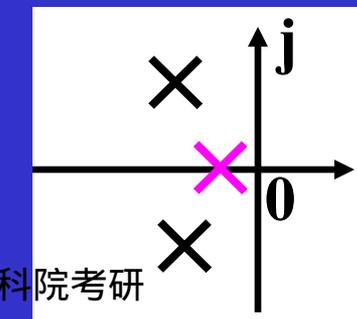
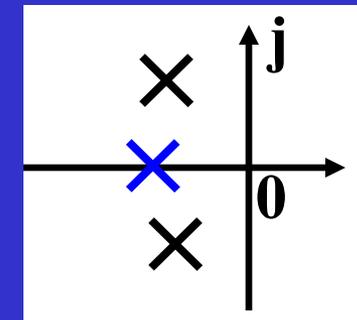
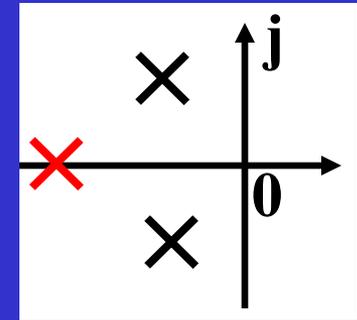
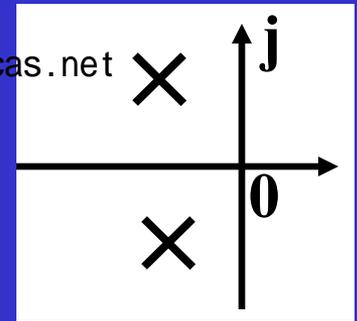
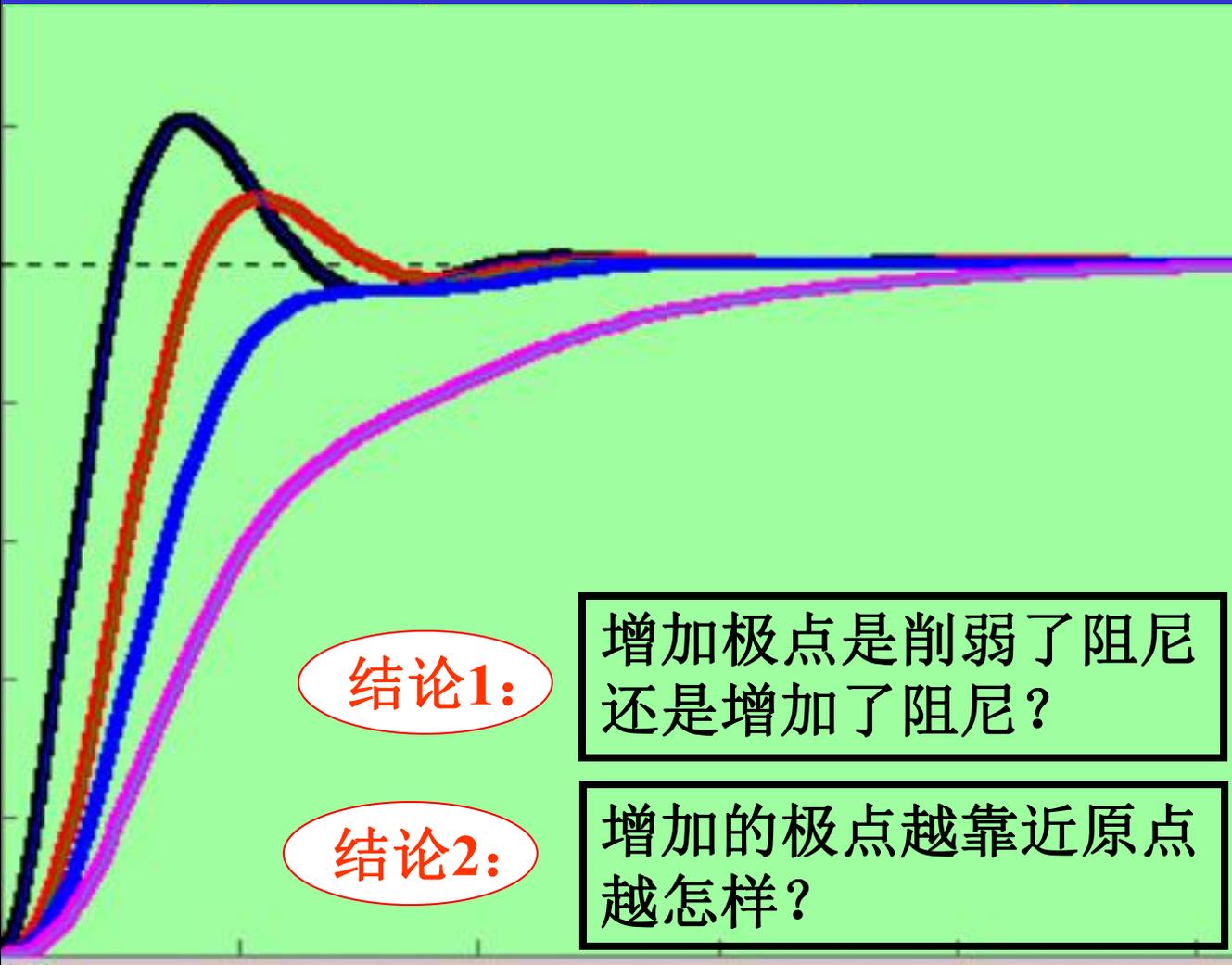


# 零点对欠阻尼二阶系统的影响



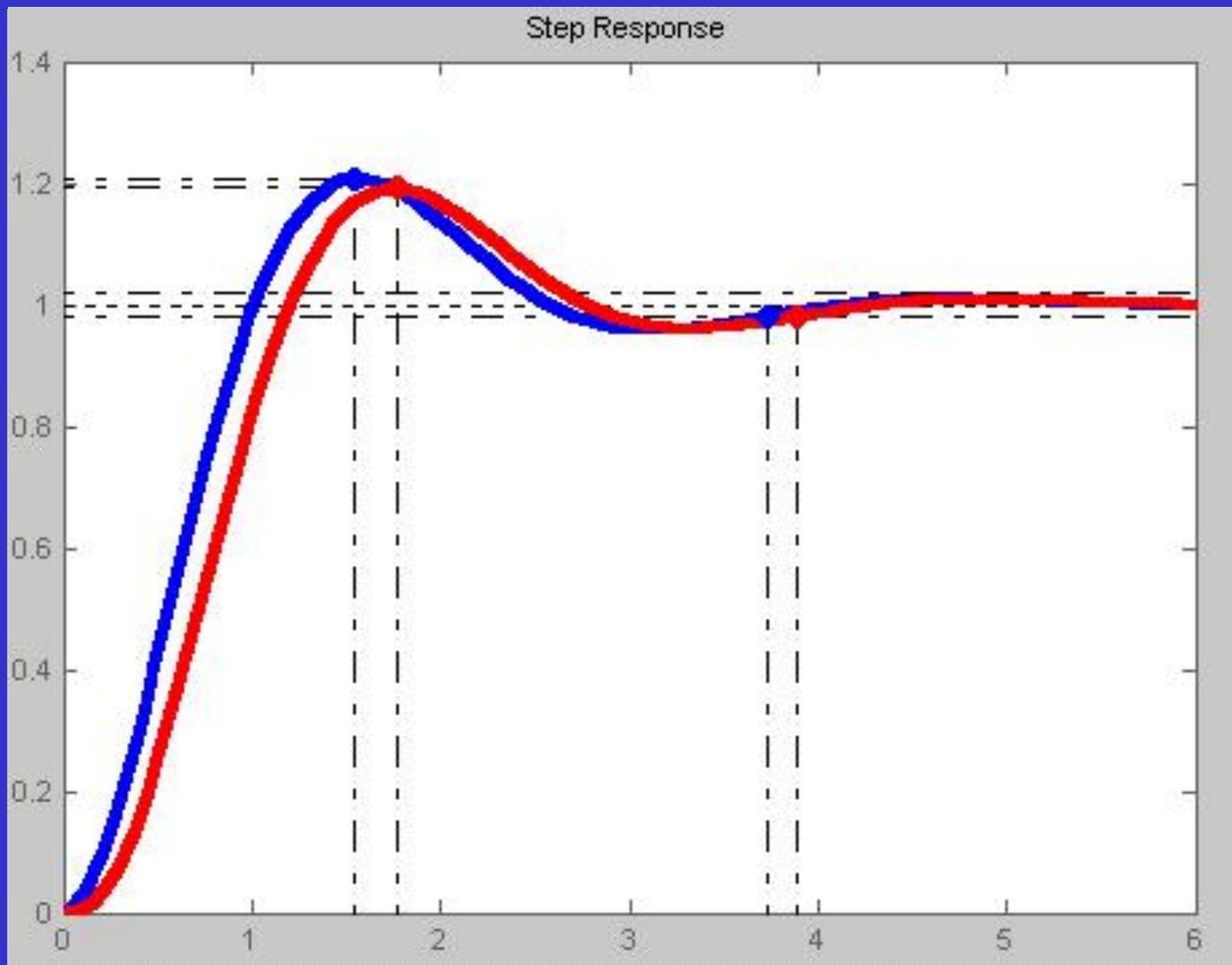
# 附加极点对系统的影响

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)



# 高阶系统 主导极点

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)



增加极点对  
 $\xi$ 有何影响?

$$\sigma \% = 20.8\%$$
$$t_s = 3.74s$$

$$\sigma \% = 19.1\%$$
$$t_s = 3.89s$$

$$\Phi_1(s) = \frac{30}{(s^2+2s+5)(s+6)}$$

$$\Phi_2(s) = \frac{5}{(s^2+2s+5)}$$

完整版，请访问[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net) 科大科院考研网，专注于中科大、中科院考研

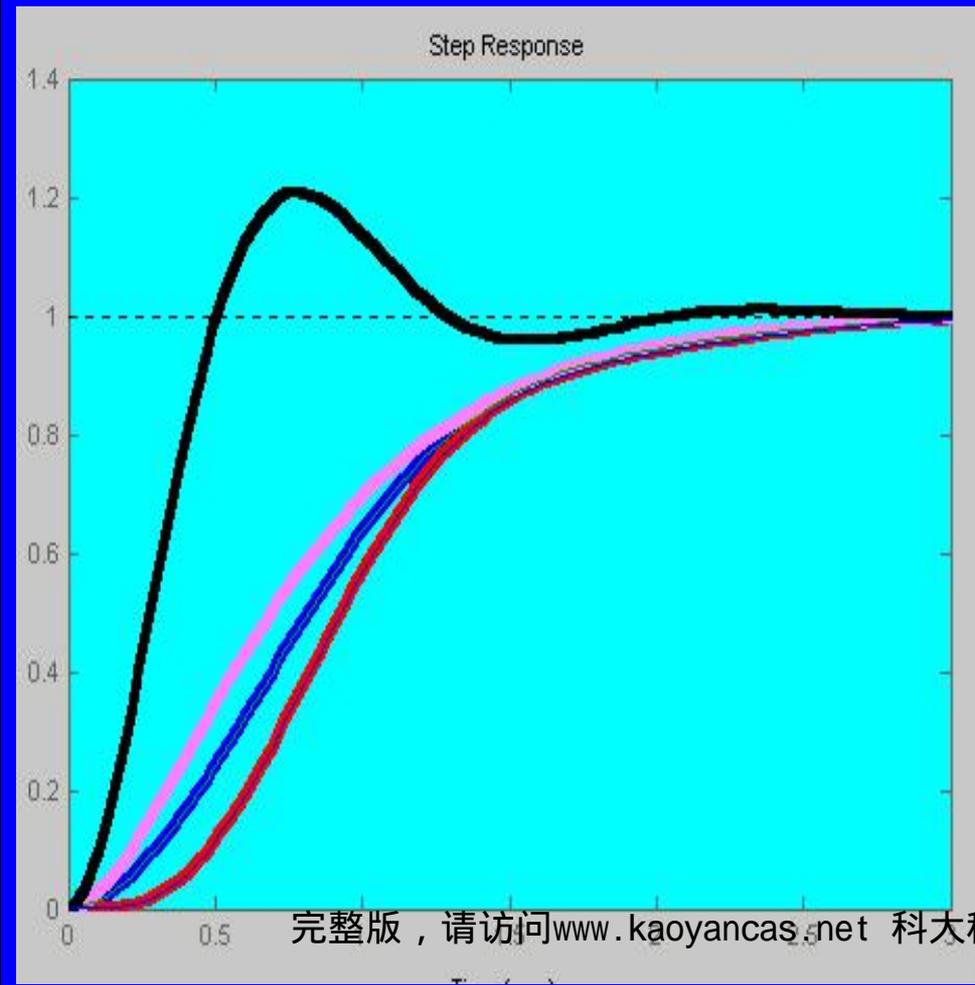
# 偶极子

$$\Phi_1 = \frac{20}{(s+2)^2+4^2}$$

$$\Phi_2 = \frac{120}{[(s+2)^2+4^2](s+2)(s+3)}$$

$$\Phi_3 = \frac{3.31[(s+2)^2+4.5^2]}{[(s+2)^2+4^2](s+2)(s+3)}$$

$$\Phi_4 = \frac{6}{(s+2)(s+3)}$$



结论1：增加极点有何影响？

结论2：偶极子有何作用？

设系统特征方程为:

考研真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

# 劳斯表介绍

$$s^6 + 2s^5 + 3s^4 + 4s^3 + 5s^2 + 6s + 7 = 0$$

劳  
斯  
表

$s^6$	1	3	5	7
$s^5$	2	4	6	
$s^4$	1	2	7	
$s^3$	$\epsilon$	-8		
$s^2$	$2\epsilon + 8$	$7\epsilon$		
$s^1$	$-8(2\epsilon + 8)$	$-7\epsilon^2$		
$s^0$	$7\epsilon$			

7 第一列出现零元素时，  
用正无穷小量 $\epsilon$ 代替。

完整版，请访问[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net) 科大科院考研网 专注于中科大、中科院考研

# 劳斯判据

系统稳定的**必要**条件：

特征方程各项系数  
均**大于零**！

有正有负一定不稳定！

缺项一定不稳定！

$s^6$	1	3	5	7
$s^5$	2	4	6	
$s^4$	1	2	7	
$s^3$	$\epsilon$	-8		
$s^2$	$2\epsilon+8$	$7\epsilon$		
$s^1$	$-8(2\epsilon+8)$	$-7\epsilon^2$		
$s^0$	$7\epsilon$			

$-s^2-5s-6=0$  稳定吗？

系统稳定的**充分**条件：

劳斯表第一列元素**不变号**！

若变号系统不稳定！

变号的**次数**为特征根在s右半平面的**个数**！

# 劳斯表出现零行

设系统特征方程为：

$$s^4 + 5s^3 + 7s^2 + 5s + 6 = 0$$

劳 斯 表	$s^4$	1	7	6
	$s^3$	1	1	
	$s^2$	1	1	
	$s^1$	2		
	$s^0$	1		

劳斯表出现零行  
系统一定不稳定

- ① 有大小相等符号相反的特征根时会出现零行
- ② 由零行的上一行构成辅助方程：

$$s^2 + 1 = 0$$

对其求导得零行系数： $2s^1$

继续计算劳斯表

第一列全大于零，所以系统稳定

- ③ 求解辅助方程得：  
 $s_{1,2} = \pm j$

由综合除法可得另两个根为  $s_{3,4} = -2, -3$

### 3 系统型别

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

设开环传递函数  $G(s)H(s) =$

$$\frac{k \prod_{i=1}^m (\tau_i s + 1)}{s^v \prod_{j=1}^{n-v} (T_j s + 1)}$$

$G_0 H_0$

注意：  $s \rightarrow 0$  时，  $G_0 H_0$  一定  $\rightarrow 1$

此时的  $k$  为开环增益

$s^v$  表示开环有  $v$  个极点在坐标原点

$v=0$  称为 0 型系统

$v=1$  称为 I 型系统

$v=2$  称为 II 型系统

$v=3$  称为 III 型系统

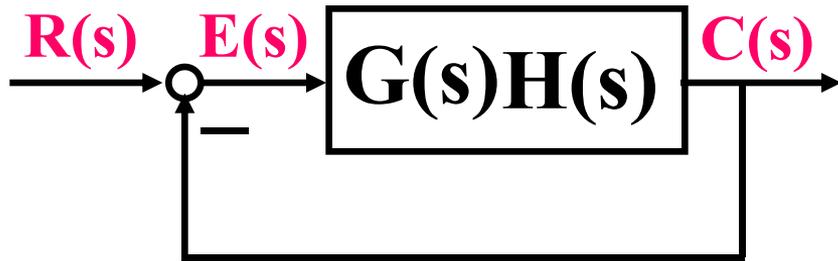
提个醒！

1

2

3

# 典型输入下的稳态误差与静态误差系数



$$E(s) = R(s) \frac{1}{1 + G(s)H(s)}$$

若系统稳定，  
则可用终值定理求  $e_{ss}$

$$e_{ss} = \lim_{s \rightarrow 0} s \frac{R(s)}{1 + \frac{k}{s^v} G_0 H_0}$$

$$r(t) = R \cdot 1(t) \quad R(s) = R/s$$

$$e_{ss} = \frac{R}{1 + \lim_{s \rightarrow 0} \frac{k}{s^v}}$$

$$r(t) = R \cdot t \quad R(s) = R/s^2$$

$$e_{ss} = \frac{R}{\lim_{s \rightarrow 0} s \cdot \frac{k}{s^v}}$$

$$r(t) = R t^2 / 2 \quad R(s) = R/s^3$$

$$e_{ss} = \frac{R}{\lim_{s \rightarrow 0} s^2 \cdot \frac{k}{s^v}}$$

# 取不同的v

高参考价值的真题、答案、学长笔记、辅导班课程，访问：[www.kaoyancas.net](http://www.kaoyancas.net)

	$R \cdot 1(t)$	$R \cdot t$	$Rt^2/2$	$R \cdot 1(t)$	$R \cdot t$	$Rt^2/2$
0型	$\frac{R}{1+k}$	$\infty$	$\infty$	$k$	$0$	$0$
I型	$0$	$\frac{R}{k}$	$\infty$	$\infty$	$k$	$0$
II型	$0$	$0$	$\frac{R}{k}$	$\infty$	$\infty$	$k$

小结：1  
2

3

$K_p = ?$

$K_v = ?$

$K_a = ?$

非单位反馈怎么办？

# 清华考研试题(15分)

设无零点的单位反馈二阶系统 $h(t)$ 曲线如图所示，

- 1、试求出该系统的开环传递函数及参数；
- 2、确定串联校正装置的传递函数，使系统对阶跃输入的稳态误差为零。

