



自动控制原理

(第9讲)

§ 3 线性系统的时域分析与校正

§ 3.1 概述

§ 3.2 一阶系统的时间响应及动态性能

§ 3.3 二阶系统的时间响应及动态性能

§ 3.4 高阶系统的阶跃响应及动态性能

§ 3.5 线性系统的稳定性分析

§ 3.6 线性系统的稳态误差

§ 3.7 线性系统时域校正



西北工业大学
NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY



自动控制原理

(第 9 讲)

§ 3.3 二阶系统的时间响应及动态性能

§ 3.3.3 欠阻尼二阶系统动态性能指标计算



课程回顾

§ 3 线性系统的时域分析与校正

§ 3.1 概述

§ 3.1.1 时域法的作用和特点

§ 3.1.2 时域法常用的典型输入信号

§ 3.1.3 系统的时域性能指标

§ 3.2 一阶系统的时间响应及动态性能

§ 3.2.1 一阶系统传递函数标准形式及单位阶跃响应

§ 3.2.2 一阶系统动态性能指标计算

§ 3.2.3 典型输入下一阶系统的响应

§ 3.3 二阶系统的时间响应及动态性能

§ 3.3.1 二阶系统传递函数标准形式及分类

§ 3.3.2 过阻尼二阶系统动态性能指标计算



§ 3.3 二阶系统的时间响应及动态性能

§ 3.3.1 传递函数标准形式

1 典型结构

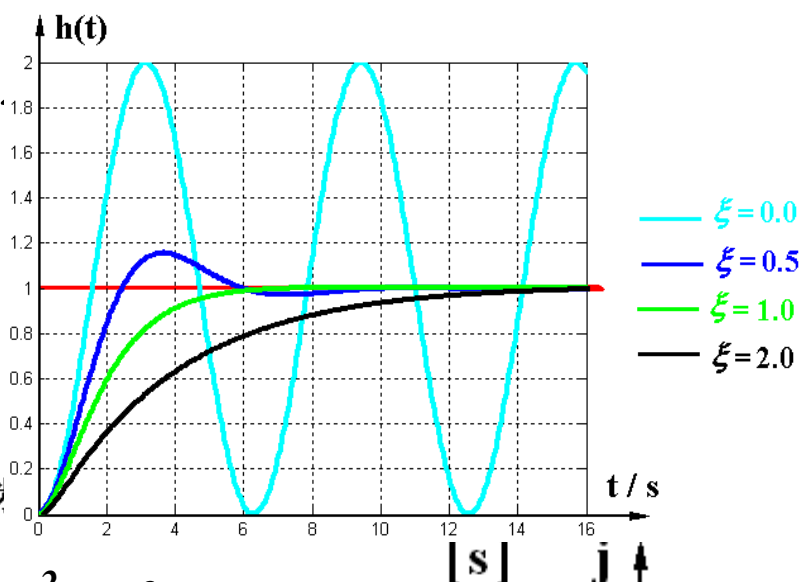
$$G(s) = \frac{\omega_n^2}{s(s + 2\xi\omega_n)}$$

$$K = \frac{\omega_n}{2\xi}$$

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

ξ : 阻尼比

ω_n : 无阻尼自然



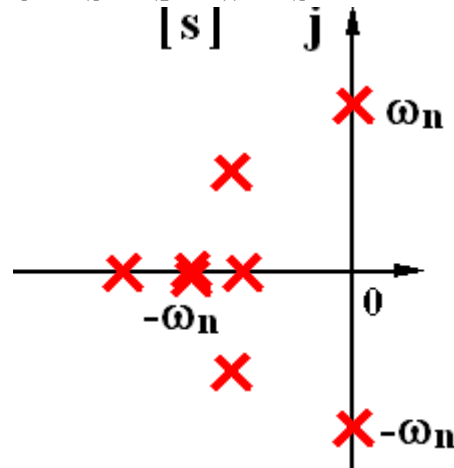
2 二阶系统分类 $D(s) = s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2 = 0$

$\xi = 0$ 0 阻尼 $\lambda_{1,2} = \pm j\omega_n$

$0 < \xi < 1$ 欠阻尼 $\lambda_{1,2} = -\xi\omega_n \pm j\sqrt{1-\xi^2}\omega_n$

$\xi = 1$ 临界阻尼 $\lambda_1 = \lambda_2 = -\omega_n$

$\xi > 1$ 过阻尼 $\lambda_{1,2} = -\xi\omega_n \pm \sqrt{\xi^2 - 1}\omega_n$





§ 3.3 二阶系统的时间响应及动态性能

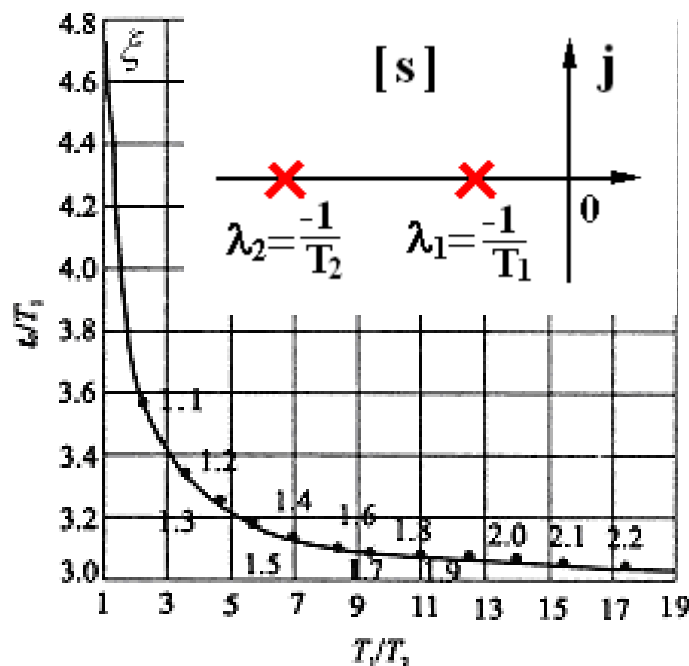
$$\Phi(s) = \frac{K \omega_n^2}{s^2 + 2\xi \omega_n s + \omega_n^2} \quad \xi \geq 1$$

$$T_1 = \frac{1}{\omega_n \xi - \sqrt{\xi^2 - 1}} \quad T_1 > T_2$$

$$T_2 = \frac{1}{\omega_n \xi + \sqrt{\xi^2 - 1}}$$

$$\begin{cases} T_1/T_2 \\ \xi = \frac{1 + T_1/T_2}{2\sqrt{T_1/T_2}} \end{cases} \xrightarrow{\text{P57 图3-7}} \frac{t_s}{T_1}$$

$$t_s = \left(\frac{t_s}{T_1} \right) T_1$$





§ 3.3.3 典型欠阻尼二阶系统动态性能指标计算

§ 3.3.3 $0 \leq \xi < 1$ (欠阻尼, 零阻尼) 时系统动态性能指标的计算

$$\Phi(s) = \frac{\omega_n^2}{s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2} \quad 0 \leq \xi < 1$$

(1) $0 \leq \xi < 1$ 时系统极点的两种表示方法

(2) 单位阶跃响应 $h(t)$ 表达式

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

(3) 动态指标计算公式

$$\begin{cases} t_p = \frac{\pi}{\sqrt{1-\xi^2}\omega_n} \\ \sigma\% = e^{-\xi\pi/\sqrt{1-\xi^2}} \\ t_s = \frac{3.5}{\xi\omega_n} \end{cases}$$

(4) “最佳阻尼比” 概念

(5) 动态性能随系统极点分布变化的规律

