

# 实验一 线性系统时域特性分析

## 一、实验目的

1. 研究二阶系统在阶跃信号输入作用下的输出响应，分析其动态性能指标。
2. 研究二阶系统的特征参量阻尼比  $\zeta$  和自然频率  $\omega_n$  对阶跃响应动态性能的影响。

## 二、实验内容与要求

1. 根据二阶系统的标准传递函数，自定义参数  $\zeta$  和  $\omega_n$ 。

(1) 令  $\omega_n$  不变，绘制 4 种阻尼状态的 5 条阶跃响应曲线，分别是无阻尼、欠阻尼（2 条）、临界阻尼和过阻尼状态，要求在一个坐标上绘制。

(2) 令  $\zeta$  不变，在欠阻尼状态下， $\omega_n$  分别取  $\frac{1}{5}\omega_n$ 、 $\omega_n$ 、 $5\omega_n$ ，画出 3 条阶跃响应曲线；在过阻尼状态下， $\omega_n$  分别取  $\frac{1}{10}\omega_n$ 、 $\omega_n$ 、 $10\omega_n$ ，画出 3 条阶跃响应曲线。要求在一个坐标上绘制。

(3) 编程获取以上参数  $\zeta$  和  $\omega_n$  对应的系统性能指标，超调量、稳态时间（ $\Delta 2$ ）、上升时间、峰值时间、稳态误差（ $\Delta 2$ ）。并以表格的形式进行对比，分析写出标准二阶系统中阻尼比和自然频率参数变化对系统阶跃响应曲线的影响。

## 三、思考题

1. 二阶系统的显著特点是什么？为什么控制系统把二阶系统作为主要分析对象？
2. 二阶系统的动态特性分析为什么使用阶跃信号作为输入？

# 实验二 线性系统稳定性分析

## 一、实验目的

1. 掌握使用特征根、零极点图和劳斯判据判别系统稳定性的方法。
2. 研究系统开环增益、零极点的位置变化对特征根和稳定性的影响。

## 二、实验内容与要求

1. 根据自动控制理论的内容，自定义开环传递函数  $G(s) = \frac{K}{s^4 + a_3s^3 + a_2s^2 + a_1s + a_0}$  的参数

数  $K$ ,  $a_0$ ,  $a_1$ ,  $a_2$ ,  $a_3$ , 要求：

利用劳斯判据判定系统稳定性，求出  $K$  的稳定范围，并画出稳定、不稳定、临界稳定的 3 种  $K$  值的阶跃响应曲线；

2. 并求出稳定、不稳定、临界稳定 3 种情况下系统特征根，验证特征根与稳定性关系；
3. 绘制出稳定、不稳定、临界稳定 3 种情况下对应的零极点图。

## 三、思考题

1. 特征根与开环零极点、闭环零极点的关系。
2. 绝对稳定性和相对稳定性指的是什么？