



线性系统理论(Linear System Theory)

课程简介

总学分：3学分

总学时：48学时

课程性质：大多数同学选择其为必修课

教材：

郑大钟, 《线性系统理论(第2版)》, 清华大学出版社, 2005

韩敏, 《线性系统理论与设计》, 人民邮电出版社, 2017

Chi-Tsong Chen, 《Linear System Theory and Design》, New York:Holt,Rinehart and Winston, 1984



共706页

成绩确定：平时作业：30%，考试70%



上课内容

线性系统的时间域理论

线性系统的复频率域理论

第一章 绪论

第七章 数学基础：多项式矩阵理论

第二章 线性系统的状态空间描述

第八章 传递函数的矩阵分式描述

第三章 线性系统的运动分析

第九章 传递函数矩阵的结构特性

第四章 线性系统的能控性和能观测性

第五章 系统运动的稳定性

第六章 线性反馈系统的时间域综合



第一章 绪论

一、什么是线性系统？

定义：设系统的输出 $L(u_1)$, $L(u_2)$ 分别对应输入 u_1 , u_2 若任给 u_1 , u_2 满足：

① 叠加性：输入 $u_1 + u_2$ 输出 $L(u_1) + L(u_2)$

② 齐次性：输入 cu_1 输出 $cL(u_1)$

则该系统就称为线性系统



思考：1、一切实际系统都是非线性的，但很多系统可近似成线性系统，我们为什么喜欢将非线性系统近似成线性系统？

2、线性系统理论的研究对象是什么？

3、非线性系统化成线性系统的有效工具是什么？

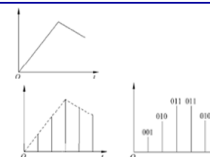


二、线性系统分类

1、按系统传输信号对时间的关系分：

连续系统：所有信号都是模拟量

离散系统：至少存在一个信号是数字



2、按系统元件参数对时间的关系分：

定常系统：描述系统的线性微分方程或差分方程为常系数方程

$$y^{(n)} + \alpha_{n-1}y^{(n-1)} + \dots + \alpha_1y^{(1)} + \alpha_0y = b_mu^{(m)} + \dots + b_1u^{(1)} + b_0u$$

时变系统：系数随时间变化

$$y^{(n)} + \alpha_{n-1}(t)y^{(n-1)} + \dots + \alpha_0(t)y = b_m(t)u^{(m)} + \dots + b_0(t)u$$

$$y^{(k)} + \alpha_{n-1}(k)y^{(k-1)} + \dots + \alpha_0(k)y^{(k-n)} = \beta_m(k)u^{(k-d)} + \dots + \beta_0(k)u^{(k-d-m)}$$

系统叫法举例：

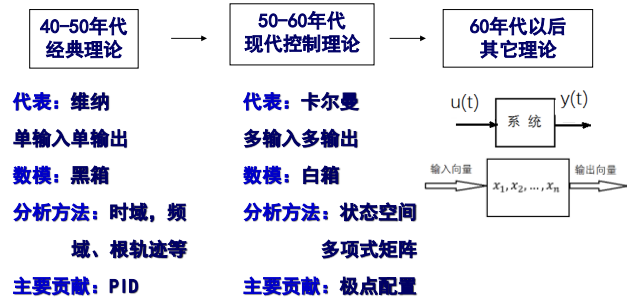
线性连续定常系统，线性连续时变系统，线性离散定常系统，

线性离散时变系统(定常系统也叫时不变系统)





三、线性系统理论的发展过程



经典控制与现代控制粗略比较：

经典控制存在的问题：1、对多输入多输出系统不适用；2、当系统内部描述知道情况下，能够利用的信息太少，进而不能实现**最优控制**。

现代控制存在的问题：要求多导致鲁棒性变差



四、研究与学习线性系统理论的主要任务

线性系统理论是一门研究线性系统建模、分析和综合的理论和方法为基本任务的学科，本课程着重研究系统内部状态的运动规律和改变这种规律的可能性和方法，以建立和揭示系统结构、参数、行为和性能间的关系。

具体为：

1、认识系统

① **建模**：系统变量之间的数学关系。（问题：系统变量有那些？）

时域模型：微分方程或差分方程

频域模型：传函阵、MFD(矩阵分式描述)

模型之间转换及结构特征

②系统分析：

定性分析：稳定性、能控性、能观性

定量分析：系统对某个输入信号的响应

2、改造系统

按照系统的现有状况和期望性能指标来设计系统，即必要时附加校正装置。（极点配置、镇定、解耦、跟踪、最优控制、状态观测）