

线性控制系统（英文班 0600004）

一、课程编码： 0600004

课内学时： 48 学分： 3

二、适用专业：控制科学与工程、控制工程

三、先修课程：线性代数，微积分

注意事项：这门课程会涉及学习线性系统理论的基本概念、思想和数学工具。另外，一些非线性系统概念如稳定性，也会和线性系统对比分析。

四、课程目标：

线性系统理论是自动化和控制相关专业的基础课，所涉及的基本概念和思想主要来源于线性系统的特殊结构性质。在这门课程中，学生被鼓励以一种开放的心态，在简单且优雅的框架下，学习线性系统理论。

五、教学方法：课堂讲授、迷你项目、论文分析、课堂讨论

六、主要内容及学时分配：

- | | |
|-----------------------|------|
| 1. 介绍 | 1 学时 |
| 2. 线性性 | 2 学时 |
| 2.1 线性函数 | |
| 2.2 线性映射 | |
| 2.3 线性方程 | |
| 2.4 线性变换 | |
| 2.5 线性系统 | |
| 2.6 小结 | |
| 3. 求解线性方程组 | 6 学时 |
| 3.1 背景举例 | |
| 3.2 数学抽象与三类根本问题 | |
| 3.3 两类线性方程组 | |
| 3.4 最小二乘解 | |
| 3.5 最小范数解 | |
| 3.6 矩阵分解: LU, QR, SVD | |
| 3.7 线性空间 | |
| 3.8 不变性与规范型 | |
| 3.9 小结 | |
| 4. 线性自治系统 | 9 学时 |
| 4.1 背景举例 | |
| 4.2 一阶系统与高阶系统 | |
| 4.3 连续时间与离散时间 | |
| 4.4 矩阵指数函数与轨线求解 | |
| 4.5 坐标变换与轨线特性（不变集） | |
| 4.6 线性自治系统稳定性 | |
| 4.7 线性时变系统 | |
| 4.8 非线性系统线性化 | |
| 4.9 小结 | |

5. 线性控制系统

18 学时

- 5.1 背景举例
- 5.2 能控性、状态转移、线性反馈、极点配置
- 5.3 能观性、状态求解、线性观测器、状态估计
- 5.4 最优控制：线性二次调节器（LQR）
- 5.5 最优估计：卡尔曼滤波（KF）
- 5.6 小结

6. 不变性

3 学时

- 6.1 不变性根本思想
- 6.2 不变集
- 6.3 不变子空间
- 6.4 Sylvester 方程
- 6.5 Riccati 方程
- 6.6 耗散性
- 6.7 小结

7. 李雅普诺夫稳定性

6 学时

- 7.1 线性二次李氏理论
- 7.2 一般李氏理论
- 7.3 应用举例
- 7.4 小结

8. 系统实现

3

学时

- 8.1 系统间的等价性
- 8.2 系统实现的概念
- 8.3 最小实现
- 8.4 平衡实现
- 8.5 小结

七、考核与成绩评定：

成绩以百分制衡量。成绩评定依据：课堂表现占 10%，课后作业占 20%，考试成绩占 70%。

八、教材与参考书目：

1. Thomas Kailath. Linear Systems[M]. New Jersey: Prentice-Hall,1980
2. Chi-Tsong Chen. Linear System Theory and Design[M].Oxford: Oxford University Press,
3. Richard C. Dorf. Modern Control Systems(11th edition)[M].Addison-Wesley Publishing Company, 2007
4. João P. Hespanha. Linear Systems Theory[M]. Princeton: Princeton University Press, 2009
5. Benmei Chen, Zongli Lin and Yacov Shamash. Linear System Theory: A Structural Decomposition Approach[M]. Swiss: Birkhäuser, 2004
6. Guoxiang Gu. Discrete-Time Linear Systems: Theory and Design with Applications[M]. Berlin: Springer, 2012

7. 郑大钟. 线性系统理论 (第 2 版) [M].北京: 清华大学出版社, 2005

8. 郭雷等. 控制理论导论--从基本概念到研究前沿[M].北京: 科学出版社, 2005

九、 大纲撰写人: 马宏宾

