

自动控制原理课程教学大纲

课程代码：74120160

课程中文名称：自动控制原理

课程英文名称：Principle of Automatic Control

学分：3.0 周学时：2.5-1.0

面向对象：

预修要求：微积分、常微分方程、复变函数、线性代数、大学物理、电路原理等

一、课程介绍

（一）中文简介

本课程系统地介绍线性连续时间自动控制理论的基本内容和控制系统的基本概念、分析、校正与综合设计方法。课程内容涉及自动控制的基本概念，系统数学模型的建立，系统的结构框图与信号流图的表示，系统闭环传递函数求取，用以对控制系统的动态性能与稳定性分析、校正的时域法、根轨迹法、频域法。

除了理论课程外，本课程实验课时，用以配合理论课程进度的实验以及深入研讨。主要内容为指导学生将 MATLAB 用作学习自动控制理论的辅助工具；二是基于理论课内容与实验结果进行深入研讨。

（二）英文简介

This course aims to systematically introduce basic concepts, principles and applications of automatic control theory. Formulation of control problems in time domain, complex-frequency domain and state-space will be included. Different system representation methods (block diagram, transfer function and signal flow graph) will be firstly covered. Thereafter, analysis and design methodologies in time and frequency domain including root-locus and frequency-response methods will be presented. Various techniques to improve system performance such as cascade and feedback compensators will be finally emphasized.

二、教学目标

（一）学习目标

自动控制理论这门课程不仅对学生具有工程技术方面的指导作用,而且对培养学生的辩证思维能力、建立理论联系实际科学观点和提高他们综合分析问题的能力都具有重要的作用。深入理解、掌握自动控制理论的基本概念、思想和方法,不仅仅是对于自动化及相近专业的学生重要,对所有理工科的学生甚至社科类专业的学生而言,在日后用系统的全局观去观察事物、用反馈的思想解决实际的控制工程问题,按照设定的目标改造现有系统、掌握控制理论其它学科领域的知识都是必备的基础。

通过本课程的学习,学生应具备针对具体的物理对象建立线性连续时间系统的数学模型,具有根据具体的被控对象,能分别在时域、复频域、频域分析、比较、校正与综合设计线性连续时间控制系统的能力。

(二) 可测量结果

- 1) 建立起自动控制系统的一般概念。如了解自动控制系统的组成与分类,能将系统物理的结构图抽象表示成系统方块图,并分析系统中物理量与信息流之间的关系,给出系统的输入、输出以及干扰等各种变量。
- 2) 根据电路、机械、液位等具体的典型对象,建立起相应的动态系统的数学模型,包括微分方程、传递函数、状态空间等模型。能熟练地通过方块图简化与信号流图获得系统总的输入输出传递函数,并根据需要进行各种数学模型之间的相互转换。
- 3) 对线性时不变连续系统进行时域分析。包括对系统微分方程模型、状态空间模型的求解与分析,特别要掌握对二阶系统的特性分析。基于系统的单位阶跃响应,计算与分析系统的时域动态性能指标。
- 4) 运用劳斯判据对系统进行稳定性分析。基于系统的单位负反馈,建立系统“型”别的概念,理解反馈系统的稳态误差系数及其应用。
- 5) 掌握根轨迹的基本概念,包括根轨迹绘制的基本法则及其推广法则。能利用根轨迹进行系统稳定性与动态性能的分析。
- 6) 建立系统频率特性的基本概念。掌握 BODE 图与极坐标图的绘制、奈魁斯特稳定判据,并进行系统稳定裕度的分析。
- 7) 了解线性时不变系统的超前及滞后校正方法,并能简单的应用于校正环节。
- 8) 初步控制系统计算机辅助分析与设计的方法,学会使用科学计算软件。
- 9) 形成初步的课外科学文献的阅读能力。
- 10) 具有在讨论和团队作业中的批评与合作能力。

注:以上结果可以通过课堂讨论及汇报、实验、课程作业以及笔试等环节进行测量。

三、课程要求

(一) 授课方式与要求

授课方式: 1) 教师讲授 (讲授基本概念、基本方法的核心内容、按顺序提示今后内容、答疑、公布讨论主题等);

2) 课后同学组成讨论小组, 阅读和团队合作 (按照讨论题内容进行和课堂推荐参考文献, 分小组进行阅读和讨论交流的起草工作);

3) 讨论课 (由随机产生的小组随机抽到的同学代表所在小组进行讨论题的主题发言, 其他同学质疑-应答两个环节组成, 主题发言的学生水平代表了该小组的成绩, 在质疑-应答环节讨论中如学生能进行尖锐质疑, 则会在其个别的绩效记录中有所体现);

4) 实验课包括两个部分: 一是基于 MATLAB 软件的实验; 二是基于实验与理论课的内容进行尝试的研讨。

5) 期末闭卷考试。

课堂授课: 2.5 学时/ 16 周, 实验: 16 学时, 总计 56 学时。

课程要求: 牢固地建立起关于自动控制系统的基本概念, 熟悉系统数学模型的建立, 系统的结构框图与信号流图的表示, 系统闭环传递函数求取等等, 掌握用以对控制系统的动态性能与稳定性分析、校正的时域法、根轨迹法、频域法。培养系统的逻辑思维和表达能力以及团队合作精神, 提高中外文科学文献的阅读能力, 形成对改造未来、创造未来的浓郁兴趣。

说明: 在本课程的授课中, 除了授课之外, 教师将特别重视小组讨论环节、课堂小测验环节。教师也将当场或下次授课时对讨论课情况与课堂测验情况进行点评, 对存有的疑问进行解答或评论。

(二) 考试评分与建议

期末闭卷考试开始占 40%, 平时 60% (考勤与作业 10%、小测 20%、大作业 10%、实验 20%)

四、教学安排

周次	主题	具体内容	学时	思考题
1	自动控制导论	自动控制的基本原理与组成、自动控制系统的示例及分类、自动控制	3	自动控制的历史、现状和未来; 在你所感兴趣的领域, 举出某个反馈系统的例

		系统的历史回顾		子，解释其基本原理
2	自动控制导论、控制系统的数学模型	课程介绍、控制系统的典型示例、控制系统的微分方程模型	2	详细讨论建立数学模型重要意义与作用。 各组针对自选的一个物理对象（如机械旋转系统、热力系统、液位系统等）进行由简至难的分析与建模。
3	控制系统的数学模型	常见对象的数学模型、控制系统的传递函数与结构图	3	各种数学模型之间的关系。 系统的各种图示与方程表示之间的关系。
4	控制系统的数学模型	信号流图与梅逊公式、各种数学模型之间的关系	2	系。
5	控制系统的数学模型	数学模型的实验测定及典型系统的数学模型	3	
6	线性系统的时域分析法	微分方程的求解、一阶系统的时域分析、二阶系统的时域分析、控制系统的性能指标、	2	微分方程经典解法与拉氏变换求解方法的优缺点。 极点位置与系统性能，稳态与瞬态的抉择。（可以与实验结合） 零点对系统响应的影响（以二阶系统为例）。
7	线性系统的时域分析法、自动控制实验 1	控制系统的稳定性、高阶系统的时域分析、常规系统调节规律、自动控制实验 1	7	1) 劳斯判据的应用：a) 相对稳定性及稳定裕量的计算；b) 系统参数对稳定性的影响。 2) 高阶系统为何要用低阶系统来近似？前提条件？现在在计算机条件下，这种近似是否还有必要。 动态性能与稳态性能的联系与区别。
8	线性系统的根轨迹法	根轨迹法的基本概念、绘制根轨迹的基本法则、广义根轨迹	2	1) 参数跟轨迹的导出；让同学们讨论当根轨迹随参数的变化不是放大增益 K 时，该如何处理。 2) 广义根轨迹；讨论 $K < 0$ 时，根轨迹的描绘方法，体会根轨迹的幅值条件、相位条件，并与常规根轨迹对比。

9	线性系统的根轨迹法、自动控制实验 2	基于根轨迹的系统性能分析、控制系统复域分析、自动控制实验 2	7	基于根轨迹的系统性能分析及基于根轨迹的系统补偿; 讨论如何利用根轨迹来分析系统的特性及如何设计补偿器来改变系统性能。
10	线性系统的频域分析法	引言、Bode 图的绘制及其分析	2	Bode 图与极坐标图的各自特点以及适用场合, 用频域分析系统有什么意义?
11	线性系统的频域分析法	极坐标图绘制、Nyquist 稳定判据	3	1) 不同型别系统的极坐标绘图以及系统频域下的稳定性讨论。 2) 系统极坐标图的绘制是采用奈魁斯特稳定判据的基础; 如何迅速地绘制。
12	线性系统的频域分析法、自动控制实验 3	系统的稳定裕度、闭环系统的频域特性、自动控制实验 3	6	系统在频域下稳定的度量以及基于频率响应的系统分析与校正讨论。
13	线性系统的校正方法	系统的设计与校正问题、常用校正装置及其特性	3	如何建立满足性能要求的控制系统? 校正的作用是什么?
14	线性系统的校正方法	串联校正、反馈校正	2	串联校正与反馈校正的优缺点、PID 校正的原理与优化
15	线性系统的校正方法、自动控制实验 4	复合校正、控制系统校正设计、自动控制实验 4	7	按输入补偿的复合校正、按扰动补偿的复合校正的运用场合
16	总结与复习		2	

五、参考教材及相关资料

教材:

- 《自动控制原理》(第 6 版) 胡寿松 科学出版社

- 《控制工程基础》董景新 赵长德，清华大学出版社

参考书目：

- 《现代控制工程基础》，刘春生、吴庆宪，科学出版社
- 《自动控制原理简明教材》，胡寿松，科学出版社
- 《控制工程导论》周雪琴，张洪才编，西北工业大学出版社
- 《自动控制原理》(上下册)，黄家英编著，东南大学出版社
- n 《自动控制理论》，邹伯敏编著，机械工业出版社
- n 《现代控制工程》，绪方胜彦著，卢伯英等译，科学出版社
- n 《Modern Control System》(12th Edition)电子工业出版社

六、课程教学网站：

将通过学校、学院教学网络平台提供必要的课件和文字材料链接

网络平台上发布课程通知，提供教学大纲、教学日历、课件，布置作业、讨论题，另外还具备供学生上载的小组讨论文件、实验报告、在线答疑以及互动等功能。