

《现代控制理论》教学大纲

一、课程基本信息

课程编号	1070002057
课程中文名称	现代控制理论
课程英文名称	Modern Control Theory
课程类别	大类学科基础与专业基础课
适用专业	自动化
开课学期	第六学期
总学时	40学时
总学分	2.5
开课模式	必修
先修课程	高等数学、线性代数、电路A、自动控制理论
课程简介	本课程是自动化领域的一门重要专业必修课，是研究控制系统的重要手段之一，是自动控制原理课的后续课程，主要讲述现代控制理论的最基本内容，其主要内容包括：控制系统的状态空间描述、线性系统的运动分析、控制系统的能控性和能观测性、控制系统的稳定性分析、线性定常系统的综合以及利用变分法解决最优控制问题。它所采用的方法和算法也更适合于在数字计算机上运用，同时为设计和构造具有指定的性能指标的最优控制系统提供了可能性。
建议教材	王孝武. 现代控制理论基础(第3版). 北京：机械工业出版社，2013.07
参考资料	[1] 胡寿松. 自动控制原理(第5版). 北京：科学出版社，2007 [2] 刘豹. 现代控制理论(第3版). 北京：机械工业出版社，2006

二、课程教学目标

1. 通过学习控制系统的状态空间描述，能够综合运用所学知识，建立控制系统（电路系统、机械系统、典型的飞控系统）数学模型。
2. 通过学习线性定常非齐次方程的求解方法，能够对线性控制系统的运动进行分析。
3. 通过学习系统的能控性、能观测性及李雅谱诺夫稳定性相关知识，能够运用状态空间分析法对控制系统进行分析。
4. 通过学习满足不同性能指标的控制系统综合知识，能够利用控制理论专业知识解决控制系统综合问题，在此基础上解决本专业中的复杂工程问题。
5. 通过学习最优控制基本方法，能够利用最优控制基本理论处理工程实际问题。

三、课程教学目标与毕业要求的对应关系

毕业要求	指标点		课程教学目标
	内容	H/L	
1. 工程知识：具有从事本专业相关的数学、自然科学、工程基础和专业知识，并能够用于解决自动控制领域的复杂工程问题。	1.3 掌握控制系统建模、分析和综合的基本方法，具有能够解决复杂工程问题的基本能力。	H	教学目标 1、4、5
2. 问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理，识别、表达、并通过文献研究分析自动控制领域的复杂工程问题，以获得有效结论。	2.2 能运用数学、自然科学和相关工程知识，对自动控制领域复杂工程问题进行能控、能观测及稳定性分析，并给出结论。	H	教学目标 2、3
3. 设计/开发解决方案：能够针对自动控制领域复杂工程问题设计解决方案，设计满足特定需求的系统，并能够在设计环节中体现创新意识，考虑社会、健康、安全、法律、文化以及环境等因素。	3.1 能够根据本行业的特定需求，清晰描述自动控制系统的设计任务，识别任务面临的各项制约条件，选择恰当的方法进行系统综合性设计。	L	教学目标 4、5
4. 研究：能够基于专业理论知识，采用科学方法对自动控制领域的复杂工程问题进行研究，能够根据问题设计实验，并对实验结果进行综合分析，通过信息综合得到有效结论。	4.1 能够运用自动化专业理论，采用科学方法对自动控制领域复杂工程问题进行实验方案设计。	H	教学目标 2、4

四、理论教学内容与要求

知识模块	知识点	教学要求	计划学时	支撑教学目标
1 控制系统的状态空间描述 (6学时)	(1) 状态空间描述和状态结构图	理解状态变量、状态方程、输出方程、状态空间描述和状态结构图的基本概念； 掌握状态结构图的绘制。	2	教学目标1
	(2) 状态空间描述的建立	理解系统机理模型建立状态空间描述； 掌握由微分方程（或传递函数）建立状态空间描述； 认识离散系统状态空间描述和脉冲传递函数矩阵的基本概念。	2	
	(3) 由状态空间描述求传递函数	理解传递函数矩阵的结构； 掌握状态空间描述与传递函数阵之间的关系。	1	

	(4) 状态矢量的线性变换	认识状态空间描述变换成对角型和约当型的方法; 理解线性变换的非唯一性和不变性; 掌握线性变换的基本特性。	1	
2 线性系统的运动分析 (8学时)	(1) 线性定常齐次状态方程的解	理解系统的自由解 (零输入响应)。	1	教学目标2
	(2) 矩阵指数函数-状态转移矩阵	理解状态转移矩阵的含义、性质; 掌握拉普拉斯反变换法求状态转移矩阵的方法和由状态转移矩阵求系统矩阵; 认识由线性变化求取状态转移矩阵。	2	
	(3) 线性定常非齐次状态方程的解	理解线性定常系统的零状态响应; 掌握线性系统解的一般形式及状态运动规律。	2	
	(4) 线性系统的脉冲响应矩阵	认识线性定常系统的脉冲响应; 理解脉冲响应矩阵与传递函数矩阵之前的关系。	1	
	(5) 线性连续系统的离散化	掌握线性连续系统的离散化方法; 认识线性离散系统解的一般形式。	2	
3 控制系统的能控性和能观测性 (6学时)	(1) 能控性的定义和判据	理解能控性的定义及其标准型判据; 掌握能控性的秩判据。	1	教学目标3
	(2) 能观测性的定义和判据	理解能观测性的定义及其标准型判据; 掌握能观测性的秩判据。	1	
	(3) 能控性与能观测性的对偶关系	认识对偶系统的性质; 理解对偶系统的关系; 掌握对偶原理。	0.5	
	(4) 能控标准型和能观测标准型	理解能控标准型与能观测标准型的一般形式、及其之间的对偶关系; 掌握能控标准型的求解; 认识能观测标准型的求解。	2	
	(5) 能控性和能观测性与传递函数的关系	认识传递函数出现零极点对消对能控性和能观测性的影响; 掌握能控且能观测的充分必要条件。	0.5	
	(6) 系统的结构分解	认识按能控性、能观测性结构分解。	1	

4 控制系统的稳定性分析(6学时)	(1) 李雅普诺夫关于稳定性的定义	认识外部稳定性与内部稳定的关系； 理解平衡状态、李雅普诺夫关于稳定性的几个定义。	2	教学目标3
	(2) 李雅普诺夫第二法	理解李雅普诺夫第二法的含义、李雅普诺夫函数和二次型标量函数； 掌握李雅普诺夫第二法的稳定性判据。	2	
	(3) 李雅普诺夫方法在线性系统中的应用	认识李雅普诺夫第二法在线性系统的应用； 理解李雅普诺夫方程。	2	
5 线性定常系统的综合(10学时)	(1) 状态反馈和输出反馈	认识反馈控制系统的基本结构及其特点。	1	教学目标4
	(2) 极点配置问题	认识反馈对系统的能控性和能观测性的影响； 理解状态反馈任意配置极点的充要条件； 掌握状态反馈的极点配置问题。	2	
	(3) 系统镇定问题	理解系统镇定、状态反馈能镇定的和状态反馈能镇定的充分必要条件。	1	
	(4) 状态观测器	认识降维观测器的设计； 理解状态观测器存在的充要条件； 掌握全维观测器的实现。	2	
	(5) 带观测器的状态反馈系统的综合	理解带观测器的状态反馈系统的结构特征和分离定理； 掌握观测器和反馈控制器的设计。	2	
	(6) 解耦控制系统的综合	认识解耦问题和解耦控制的设计方法。	2	
6 最优控制(4学分)	(1) 最优控制问题的一般提法	理解最优法控制问题的一般提法及主要的求解方法的特点。	2	教学目标5
	(2) 变分法求解最优控制问题	认识末值时刻固定，末值状态自由情况下最优控制问题求解； 掌握末值时刻固定，末值状态固定情况下最优控制问题求解。	2	

五、实验教学内容与要求
无

六、考核要求及考核方式

1. 考核要求

- (1)课程考核内容应能够切实考核是否达成各项课程目标;
- (2)考核内容至少覆盖本课程知识点的60%;
- (3)同一学期试卷中(A、B)试题重复率不超过20%，近三个学年试卷试题重复率不超过20%;
- (4)考核难度：基本难度题约60%，中等难度题约30%，高等难度题约10%。

2、考核方式

考核环节	权重(%)	备注
期末考试	80	闭卷考试
平时考核	20	作业、出勤、课堂小测验等