

《控制工程基础》教学大纲

一、课程基本信息

课程类别	学科基础课程	课程性质	理论	课程属性	必修
课程名称	控制工程基础		课程英文名称	Foundation of Control Engineering	
课程编码	F10XB21E		适用专业	机械电子工程	
考核方式	考试		先修课程	高等数学1、高等数学2	
总学时	48	学分	3	理论学时	42
实验学时/实训学时/ 实践学时/上机学时			实验学时：6		
开课单位			智能制造学院		

二、课程简介

《控制工程基础》是高等本科院校机械电子专业的一门学科基本必修课，是后续专业课程学习的重要基础。《控制工程基础》是经典控制论的重要组成部分，课程内容主要包含了控制系统的工作原理、基本类型、数学模型、时域分析法、频域分析法、控制系统的设计和校正的方法等内容。该课程理论深奥、内容抽象，着重从基础性、系统性和实用性出发，培养学生的控制思维能力、控制工程问题分析能力、以及解决控制工程问题的创新能力。通过该课程的学习，使学生具备有自动控制系统建模、分析、设计、系统校正等能力，为进一步学习专业课程以及工作岗位需求打下扎实的基础。

三、课程教学目标

课程教学目标		支撑人才培养规格指标点	支撑人才培养规格
知识目标	目标1: 通过本课程的学习，学生需掌握自动控制系统的基本工作原理和相关概念；控制系统的类型、传递函数概念和建立过程；拉普拉斯变换原理和方法；系统数学模型、特征方程的建立；零点和极点的计算；一节系统、二建系统的概念及时域和频域中的性能指标；PID控制的原理和实现方法等。	3-2: 掌握机电传动、控制类基础和专业基础知识，能够对机电一体化系统的运行与控制进行分析、性能评价。	3. 工程知识
能力目标	目标2: 通过该课程的学习，让学生掌握了对自动控制系统建模、仿真和分析能力；掌握系统调节控制的方法和评价指标；掌握系统稳定运行的判断标准以及	4-1: 能够应用数学、自然科学和工程学的基本原理，对机电一体化控制系统复杂问题进行识别、分析和推	4. 问题分析 5. 设计与开发

	利用PID控制器对控制系统加以控制和校正等能力。	理。 5-3: 能够根据机电一体化控制系统复杂工程问题进行运动控制仿真和优化设计。	
素质目标	目标3: 通过本课程的学习, 培养作为一个工程技术人员必须具备的严谨治学的科学态度、扎实的创新理论、方法和良好的工程素养, 为未来的学习、工作和生活奠定良好的基础。	8-2: 理解机械工程技术的社会价值, 具有社会责任感能够在工程实践中遵守工程职业道德和规范, 自觉履行对公众的安全、健康以及环境保护的社会责任。	8. 职业规范

四、课程主要教学内容、学时安排及教学策略

(一) 理论教学

教学模块	学时	主要教学内容与策略	学习任务安排	支撑课程目标
控制系统的基本概念	4	<p>重点: 系统的工作原理和组成; 开环系统和闭环系统; 控制系统的基本类型。</p> <p>难点: 系统的工作原理和组成; 开环系统和闭环系统。</p> <p>思政元素: 介绍自动控制工程的发展和为控制工程做出杰出贡献的科学家以及世界上伟大的控制工程应用等, 激发学生追求科学, 探索宇宙的勇气。</p> <p>教学方法与策略: 可以采用线上线下混合上课; 线上部分可以讲述自动控制系统的基本概念、系统类型、工作原理过程、控制工程的发展概况等; 线下部分可以通过讲述法和案例教学法展示实际控制系统的组成, 系统原理图的绘制, 让学生扎实掌握系统分析的过程。</p>	<p>课前: 了解控制系统的基本概念、工作原理和控制工程的发展概况等</p> <p>课堂: 开环控制系统和闭环控制系统、系统原理图的绘制</p> <p>课后: 通过习题巩固控制系统的相关概念、系统的组成和系统原理图的绘制等。</p>	目标1
控制系统的数学模型1	6	<p>重点: 系统的微分方程; 拉氏变换和反变换; 传递函数; 系统框图及化简; 控制系统传递函数推导举例。</p> <p>难点: 线性微分方程的求解; 系统信号流图。</p> <p>思政元素: 介绍世界上伟大的工程是如何从理论和实际建造的过程, 激发学生对自动控制的兴趣。</p> <p>教学方法与策略: 可以采用线上线下混合上课; 线上部分可以讲述传递函数的基本概</p>	<p>课前: 了解控制系统的传递函数的基本概念, 系统零极点的概念。</p> <p>课堂: 系统微分方程建立、拉氏变换和逆变换、传递函数求解、</p>	目标1 目标2

		念,系统零极点的概念等;线下部分可以通过讲述法和案例教学法展示系统微分方程、拉氏变换、系统传递函数的求解过程、让学生扎实掌握系统分析的过程。	课后: 通过习题巩固系统数学模型的建立过程,包含微分方程的建立、传递函数和零极点求解等。	
控制系统的数学模型2	4	<p>重点:系统框图及化简;控制系统传递函数推导举例。</p> <p>难点:线性微分方程的求解;系统信号流图。</p> <p>思政元素:介绍世界上伟大的工程是如何从理论和实际建造的过程,激发学生对自动控制的兴趣。</p> <p>教学方法与策略:建议采用线下讲授方式授课。通过案例分析典型的控制系统数学模型的建立过程以及系统框图的绘制和化简等,让学生扎实掌握系统分析的过程。</p>	<p>课前:再次复习传递函数的求解过程</p> <p>课堂:典型控制系统数学模型的建立过程,系统框图的绘制和化简</p> <p>课后:通过习题巩固系统数学模型的建立过程,系统的框图化简。</p>	目标1 目标2
控制系统时域分析法1	6	<p>重点:一阶系统和二阶系统的时间响应;系统稳态误差的概念和计算。</p> <p>难点:二阶系统的时间响应;系统稳态误差的计算;</p> <p>思政元素:通过工程案例拓展说明什么是一阶系统、二阶系统和高阶系统,如港珠澳大桥可以简化成什么样的系统,如何去理论分析和模拟。</p> <p>教学方法与策略:可以采用线上线下相结合方式教学。线上部分可以采用讲述法讲解典型信号的定义、数学表达方法、一节系统和二阶系统的定义、系统误差的概念等;线下部分:通过案例教学法重点讲解一节系统和二阶系统的时间响应的求解、系统误差的计算过程等。</p>	<p>课前:让学生完成线上视频学习,主要是了解相关系统响应的概念以及系统误差的概念;</p> <p>课堂:线下教学部分,重点突出系统响应的求解过程、系统误差的计算方法。</p> <p>课后:除了巩固课堂中需要计算的部分之外,还可以建议学生利用MATLAB软件对系统进行仿真分析,拓展学生的计算机应用能力。</p>	目标1 目标2 目标3

<p>控制系 统时域 分析法2</p>	<p>6</p>	<p>重点: 一阶系统和二阶系统稳态误差系数的求解和系统稳定性分析。 难点: 系统时域稳定性判断。 思政元素: 通过工程案例拓展在评价控制系统中,有哪些伟大的理论和哪些伟大的科学家,他们如何利用控制论的知识解决哪些伟大的工程问题。 教学方法与策略: 建议采用线下讲授法、案例分析法进行授课,重点讲解一节系统和二阶系统的误差系数的计算、劳斯判据的具体应用等。</p>	<p>课前: 让学生完复习前面有关误差计算的概念和原理过程; 课堂: 重点突出系统误差系数的计算方法以及系统稳定性判断的过程。 课后: 通过习题巩固系统有关误差系数计算和系统稳定性分析。</p>	<p>目标1 目标2 目标3</p>
<p>控制系 统频域 分析法1</p>	<p>6</p>	<p>重点: 典型环节的频率特性; 系统开环频率特性; 系统稳定性判据; 难点: 系统频域稳定性判据。 思政元素: 可以引用世界伟大工程如海洋系统、桥梁系统、飞机系统等如何利用频域分析的知识来解决伟大的工程问题,建议学生观看《大国重器》纪录片,拓展学生的思维,激发科学创新的热情。 教学方法与策略: 可以采用线上线下相结合方式教学。线上部分: 主要讲述频域分析的基本概念和典型环节的频率特性; 线下部分: 系统开环尼奎斯特图的绘制、系统伯德图的绘制、系统频域稳定判据的应用。主要采用案例教学法和讲述发,启发学生深入理解频率控制的原理过程。</p>	<p>课前: 让学生完成线上学习部分,重点学习一些概念性的知识; 课堂: 重点学习线下部分内容; 课后: 通过习题巩固课程知识点,同时鼓励学生利用MATLAB软件绘制系统的尼奎斯特图和伯德图。</p>	<p>目标1 目标2 目标3</p>
<p>控制系 统频域 分析法</p>	<p>6</p>	<p>重点: 闭环控制系统的频率特性; 用系统开环频率分析闭环系统特性; 基于MATLAB与SIMULINK的频域特性分析。 难点: 闭环控制系统的频率特性; 用系统开环频率分析闭环系统特性。 思政元素: 可以引用世界伟大工程如海洋系统、桥梁系统、飞机系统等如何利用频域分析的知识来解决伟大的工程问题,建议学生观看《大国重器》纪录片,拓展学生的思维,激发科学创新的热情。 教学方法与策略: 建议采用线下授课的方式,重点讲解如何利用开环特性去分析闭环系统的特性,主要采用案例教学法和讲述发,启发学生深入理解频率控制的原理过程。同时通过案例采用MATLAB和SIMULINK</p>	<p>课前: 复习系统频域的特性,尤其是系统的开环特性; 课堂: 重点学习利用开环特性去分析闭环系统的特性; 课后: 通过习题巩固课程知识点,同时鼓励学生利用MATLAB软件对控制系统进行频域仿真分析。</p>	<p>目标1 目标2 目标3</p>

		软件对系统频域进行分析,让学生更加容易理解系统频域分析的意义和掌握相关的方法。		
控制系统的 设计和校正	4	<p>重点: 系统校正的基本概念;PID控制规律;校正的基本方式。</p> <p>难点: 频率法设计和校正;并联校正和复合控制;校正对系统性能的影响。</p> <p>思政元素: 挖掘在控制论发展过程中,典型的控制算法原理和演变,补充目前比较先进的控制算法和在人类技术领域的伟大应用。例如:目前的神经网络技术在机器视觉中的应用等。</p> <p>教学方法与策略: 线下教学。重点讲述PID控制的原理,采用案例教学法讲述PID控制在实际控制工程中的应用,启发学生在学科竞赛、毕业设计中如何利用PID控制实现对遥控车、机器人等控制。</p>	<p>课前: 提供一些有关PID控制算法的资料给学生先预习,了解什么是PID控制;</p> <p>课堂: 重点讲解典型的PID网络系统,以及在系统校正中的应用。</p> <p>课后: 鼓励学生利用MATLAB软件对PID控制器进行仿真。</p>	目标2 目标3

(二) 实践教学

实践类型	项目名称	学时	主要教学内容	项目类型	项目要求	支撑课程目标
课程实验	典型环节及其阶跃响应		<p>重点: 典型环节的认知、一阶系统阶跃信号的响应测试</p> <p>难点: 有零点的一阶系统响应测试</p> <p>思政元素: 要求学生处理实验数据必须坚持实事求是、秉承严谨的科学态度。</p>	验证	实验3-5人一组,须完成实验报告。实验报告须有详细的实验记录。	目标2 目标3
课程实验	线性系统稳态误差的研究		<p>重点: 理解系统的跟踪误差与其结构、参数与输入信号的形式、幅值大小之间的关系;</p> <p>难点: 研究系统的开环增益 K 对稳态误差的影响。</p> <p>思政元素: 要求学生处理实验数据必须坚持实事求是、秉承严谨的科学态度。</p>	验证	实验3-5人一组,须完成实验报告。实验报告须有详细的实验记录。	目标2 目标3
课程实验	典型环节和系统频率特性的测量		<p>重点: 掌握典型环节和系统的频率特性曲线的测试方法。</p> <p>难点: 根据实验求得的频率特性曲线求取传递函数。</p> <p>思政元素: 要求学生处理实验数据必须坚持实事求是、秉承严谨的科学态度。</p>	验证	实验3-5人一组,须完成实验报告。实验报告须有详细的实验记录。	目标2 目标3

备注：项目类型填写验证、综合、设计、训练等。

五、学生学习成效评估方式及标准

考核与评价是对课程教学目标中的知识目标、能力目标和素质目标等进行综合评价。在本课程中，学生的最终成绩是由平时成绩、课程实验、期末考试等三个部分组成。

1. 平时成绩（占总成绩的30%）：采用百分制。平时成绩分：作业（占10%）、线上资源的学习（占10%）和考勤（占10%）三个部分。评分标准如下表：

等级	评分标准
	1.作业；2.线上资源的学习；3.考勤。
优秀 (90~100分)	1. 作业每次都提交，字写工整，平均每次得分在90分及以上； 2. 按时完成线上资源的学习，资源的学习率在90%以上； 3. 整个学期旷课次数少于2次，迟到次数少于4次。
良好 (80~89分)	1. 作业每次都提交，字写工整，平均每次得分在80分左右； 2. 按时完成线上资源的学习，资源的学习率在80%以上； 3. 整个学期旷课次数少于3次，迟到次数少于5次。
中等 (70~79分)	1. 作业每次都提交，字写工整，平均每次得分在75分左右； 2. 按时完成线上资源的学习，资源的学习率在70%以上； 3. 整个学期旷课次数少于4次，迟到次数少于8次。
及格 (60~69分)	1. 作业每次都提交，字写工整，平均每次得分在65分左右； 2. 按时完成线上资源的学习，资源的学习率在60%以上； 3. 整个学期旷课次数少于5次，迟到次数少于10次。
不及格 (60以下)	1. 作业每次都提交，字写潦草，抄袭较多，平均每次得分在60分及以下； 2. 按时完成线上资源的学习，资源的学习率在50%及以下； 3. 整个学期旷课次数大于8次，迟到次数大于10次。

2. 期末考试（占总成绩的65%）：采用百分制。期末考试的考核内容、题型和分值分配情况请见下表：

考核模块	考核内容	主要题型	支撑目标	分值
控制系统的基本概念	控制系统的组成；控制系统相关量的概念；	填空题	目标1	8
	常见的自动控制系统工作原理分析和系统功能图的绘制	简答题	目标1	10
控制系统的数学模型	系统微分方程的建立和求解；系统传动函数的求解；拉普拉斯变换和逆变换。	计算题	目标2	15
	系统框图的绘制和系统传递函数的求解。	综合题	目标2 目标3	10
控制系统时域	典型输入信号；一阶系统的时间响应	选择题或判断题	目标2	10

分析法	系统稳定性判断、系统稳态误差的计算	计算题	目标2	12
控制频域分析法	频率特性的基本概念、典型环节的频率特性、频域系统的指标	选择题或判断题	目标2	10
	系统开环频率特性、奈奎斯特稳定判据	计算题或综合题	目标2 目标3	15
控制系统的设计和校正	PID控制规律的实现、系统的正向校正	综合题	目标2 目标3	8

3. 课程实验成绩（占总成绩的5%）：采用百分制，实验成绩由实验课考勤和实验报告成绩组成，评分标准如下表：

等级	评分标准
	1.实验报告；2. 实验课考勤
优秀 (90~100分)	1. 实验报告每次都提交，字写工整，实验数据齐全并合理，电路图绘制漂亮，平均每次得分在90分及以上； 2. 整个学期实验课没有旷课记录，迟到次数少于等于1次。
良好 (80~89分)	1. 实验报告每次都提交，实验数据只有80%，电路图绘制工整，平均每次得分在80分左右； 2. 整个学期实验课没有旷课记录，迟到次数少于等于2次。
中等 (70~79分)	1. 实验报告每次都提交，实验数据只有70%，电路图绘制质量一般，平均每次得分在70分左右； 2. 整个学期实验课没有旷课记录，迟到次数少于等于3次。
及格 (60~69分)	1. 实验报告每次都提交，实验数据只有60%，电路图绘制质量一般，平均每次得分在65分左右； 2. 整个学期实验课有1次旷课记录，迟到次数少于等于3次。
不及格 (60以下)	1. 实验报告字写潦草，抄袭较多，数据只有50%，平均每次得分在60分以下； 2. 整个学期实验课有2次旷课记录。

六、 教学安排及要求

序号	教学安排事项	要 求
1	授课教师	职称：无限 学历（位）：硕士及以上 其他：
2	课程时间	周次： 12 节次： 4
3	授课地点	■教室 ■实验室 □室外场地 □其他：
4	学生辅导	线上方式及时间安排：企业微信沟通 线下地点及时间安排：具体与学生商量

七、 选用教材

[1] 王积伟, 吴振顺. 控制工程基础 (第2版) [M]. 北京: 高等教育出版社, 2011年7月.

[2] 胡寿松. 自动控制原理 (第4版) [M]. 北京: 科学出版社, 2017年1月.

八、参考资料

[1] 董景新, 赵长德. 控制工程基础 [M]. 北京: 清华大学出版社, 2001年12月.

[2] 杨叔子, 杨克冲. 机械工程控制基础 [M]. 湖北: 华中科技大学出版社, 2011年5月.

网络资料

[1] 学银在线: [自动控制原理 \(控制工程基础\) \(xueyinonline.com\)](http://xueyinonline.com)

[2] 学银在线: [控制工程基础 \(xueyinonline.com\)](http://xueyinonline.com)

[3] [爱课程 \(icourses.cn\)](http://icourses.cn)

其他资料

无

大纲执笔人: 黎小巨

讨论参与人: 陈军杰、张锦荣

系 (教研室) 主任: 张锦荣

学院 (部) 审核人: ***