**《自动控制原理》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** | 自动控制原理 | **课程英文名称** | Automatic Control Theory |
| **课程编码** | H36B139F | **适用专业** | 机器人工程 |
| **考核方式** | 考试 | **先修课程** | 高等数学1，高等数学2、大学物理、电工技术基础 |
| **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**

《自动控制原理》是机器人工程专业的学科基础课程，课程系统地阐述了自动控制学科和技术领域的基本概念和基本规律，介绍了自动控制技术从建模分析到应用设计的各种思想和方法。课程主要包括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。通过本课程的学习，使学生掌握分析控制系统的基本理论和设计控制系统的基本方法，为独立设计、操控、维修、和改造自动控制以及智能控制设备打下良好的基础。

**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：**使学生掌握自动控制系统的基本工作原理和相关概念；包含控制系统的类型、建模与传递函数的过程；拉普拉斯转换原理、方法及应用；使用数学建立特征方程式；零点、极点的计算；一阶、二阶系统对时域、频域的性能指标；PID控制的原理和实现等方法。 | 1.3掌握机电、传动、控制类基础和专业知识，能够对机器人控制系统的运行进行分析、设计。 | 1.工程知识 |
| **能****力****目****标** | **目标2：**掌握对自动控制系统建模的分析能力；掌握系统调节的方法、及评价的指标能力；掌握判断系统稳定性的判据、以及利用PID控制器对控制系统施加控制和校正的能力。能借助计算机MATLAB软件对系统的时域和频域特性进行仿真分析。 | 2.2能够通过工程原理、工程方法和文献检索综合对工业机器人系统复杂工程问题解决方案进行分析和验证，并形成可靠的结论。 | 1. 问题分析
 |
| 3.2能够针对工业机器人复杂系统的设计方案，进行单元（部件）结构设计、计算、建模和仿真分析等。 | 3.设计/开发解决方案 |
| **素质目标** | **目标3：**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、正确的劳动意识、以及积极向上的价值观。掌握有效的学习方法，具有自主学习和终身学习的能力。 | 12.2能够通过有效手段，掌握自主学习方法， 能够持续学习并适应社会的进步和发展。 | 12.终身学习 |

**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 | **重点：**机械工程控制的基本概念，控制系统的工作原理与组成，控制系统的性能要求。 **难点：**控制系统的分类，反馈控制系统的基本组成。 **思政元素：**介绍经典控制理论的发展和为控制工程做出杰出贡献的科学家（钱学森等）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。 **教学方法与策略：**线下教学。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。 | 课前：熟悉教学大纲，经典控制理论的发展课堂：自动控制的概念介绍及系统原理图的绘制。课后：通过习题巩固控制系统的相关概念 | 目标1 |
| 控制系统的数学模型 | 8 | **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。 **难点：** 系统框图的化简及系统总的传递函数求解。**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。**教学方法与策略：**线下教学。在课堂上除了推导拉普拉斯定理，也提供基础案例分析，启发学生以现有的例子为基础，对问题提出深一层的题目，并探索答案。  | 课前：了解控制系统的传递函数的基本概念课堂：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课后：通过习题巩固 | 目标1目标2目标3 |
| 线性系统的时域分析法 | 12 | **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；系统稳定性分析。**难点：**二阶系统的时间响应；系统稳态误差的计算；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：**线下教学。首先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；然后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、劳斯判据的具体应用等。  | 课前：让学生自习了解系统响应以及系统误差的概念；课堂：重点突出系统响应的求解过程、系统误差的计算方法。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 | 目标1目标2目标3 |
| 线性系统的频域分析法 | 14 | **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；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。**难点：**系统频域稳定性判据；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：**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。  | 课前：让学生完成基本概念性的知识的预习；课堂：重点讲解频域分析的思想及过程、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软件绘制系统的尼奎斯特图和伯德图。  | 目标1目标2目标3 |
| 控制系统的设计和校正 | 6 | **重点：**系统校正的基本概念；**难点：**PID控制规律；**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。**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。 | 课前：提供一些有关PID控制的资料给学生先预习，了解什么是PID控制；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。课后：鼓励学生利用MATLAB软件对PID控制器进行仿真。 | 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** |
| 实验 | 典型环节及其阶跃响应 | 2 | **重点：**典型环节的认知、一阶系统阶跃信号的响应测试**难点：** 有零点的一阶系统响应测试**思政元素：**要求学生处理实验数据必须坚持实事求实、秉承严谨的科学态度。  | 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 |
| 实验 | 线性系统稳态误差的研究 | 2 | **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；**难点：** 研究系统的开环增益K对稳态误差的影响。**思政元素：**要求学生处理实验数据必须坚持实事求实、秉承严谨的科学态度。 | 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 |
| 实验 | 集典型环节和系统频率特性的测量　 | 2 | **重点：**掌握典型环节和系统的频率特性曲线的测试方法。**难点**： 根据实验求得的频率特性曲线求取传递函数。**思政元素**：要求学生处理实验数据必须坚持实事求实、秉承严谨的科学态度。 | 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、实验成绩、期末成绩3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%）、实验报告（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.实验；3.考勤** |
| 优秀（90～100分） | 1．作业书写工整、书面整洁；90％以上的习题解答正确。2．实验报告数据记录全面，90%以上的数据准确，实验内容和步骤详细，结论正确无误。3．考勤无迟到、缺勤。 |
| 良好（80～89分） | 1．作业书写工整、书面整洁；80％以上的习题解答正确。2．实验报告数据记录全面，80%以上的数据准确，实验内容和步骤较详细，结论较正确。3．迟到、缺勤占考勤记录的10%。 |
| 中等（70～79分） | 1．作业书写工整、书面整洁；70％以上的习题解答正确。2．实验报告数据记录较全面，70%以上的数据准确，实验内容和步骤较详细，结论较正确。3． 迟到、缺勤占考勤记录的20%。 |
| 及格（60～69分） | 1. 作业书写较工整、书面较整洁；60％以上的习题解答正确。2. 有实验报告的数据记录，60%以上的数据准确，有一定实验内容和步骤，能给出实验结论。3. 迟到、缺勤占考勤记录的30%。 |
| 不及格（60以下） | 1．字迹模糊、卷面书写零乱；超过40％的习题解答不正确。2．实验报告所记录数据超过40%不准确，缺少实验内容和步骤等。3．迟到、缺勤占考勤记录的40%以上。 |

2.期末考试（占总成绩的70%）：采用百分制。期末考试的考核形式、考核内容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； 常见的自动控制系统工作原理分析和系统功能图的绘制。 | 填空、判断、选择题、综合题 | 目标1 | 20 |
| 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；系统框图的绘制和系统传递函数的求解。 | 填空、判断、选择、计算、综合题 | 目标1目标2目标3 | 25 |
| 线性系统的时域分析法 | 典型输入信号；一阶系统的时间响应；二阶系统的时间响应。系统稳定性判断、系统稳态误差的计算。 | 填空、判断、选择、计算、综合题 | 目标1目标2目标3 | 24 |
| 线性系统的频域分析法 | 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；系统开环频率特性、奈奎斯特稳定判据。 | 填空、判断、选择、计算、综合题 | 目标1目标2目标3 | 27 |
| 控制系统的设计和校正 | PID的基本概念和控制规律的实现。 | 填空、判断、选择、计算、综合题 | 目标2目标3 | 4 |

1. **教学安排及要求**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **教学安排事项** | **要 求** |
| 1 | 授课教师 | 职称：讲师，学历（位）：硕士研究生以上其他：具有硕士研究生及以上学历的高级工程师或讲师。 |
| 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：经与学生沟通另行安排线下地点及时间安排：经与学生沟通另行安排 |

1. **选用教材**
2. 王积伟，吴振顺.控制工程基础（第3版）[M].北京：高等教育出版社，2019年2月.
3. 胡寿松.自动控制原理（第7版）[M].北京：科学出版社，2019年1月.

**八、参考资料**

[1] 董景新，赵长德.控制工程基础（第5版）[M].北京：清华大学出版社，2022年12月.

[2] 杨叔子，杨克冲.机械工程控制基础（第8版）[M].武汉：华中科技大学出版社，2023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://www.xueyinonline.com/detail/219050356)

[2] 学银在线：[控制工程基础 (xueyinonline.com)](http://www.xueyinonline.com/detail/218073809)

[3] [爱课程 (icourses.cn)](https://www.icourses.cn/sCourse/course_2973.html)

大纲执笔人： 丁娟

讨论参与人: 陈洵凛

系（教研室）主任：吴蕾

学院（部）审核人：刘甫