

**研究生课程教学大纲**

**（□科学学位 √专业学位）**

 **课程名称**  **先进控制理论及应用**

 **所在院（所、部）** **自动化与电子信息学院**

 **学科点或课程组** 电气工程

 **湘潭大学研究生处制**

**2023 年 10 月 30 日**

《先进控制理论及应用》课程教学大纲

**课程代码：M0162040**

**课程名称：**先进控制理论及应用

（Advance control theory and application）

**学分/总学时：**2 credits/32 credit hours

**讲课学时：**32；**研讨学时：**0；**实验学时：**0；**上机学时：**0；

**课外学时：**0

**课程类别：**专业方向课

**开课学期：**研一下学期（2）

**适用对象：**能源动力-电气工程专业硕士、电气工程科学硕士

**先修课程：**自动控制原理

**后续课程：**专业实践

**课程负责人：**王昭鸿

**课程组：**王昭鸿，兰永红

1. **课程目标**

本课程是电气工程类专业的选修课。主要讨论先进控制方法及其在实际工程类系统中的应用。内容主要包括：最优控制、最优估计（卡尔曼滤波器）与随机控制、SISI/MIMO系统反馈设计原理、前馈设计技术（预测控制、零相位跟踪控制等）、反馈设计技术等内容。通过本课程教学，使学生了解适用于工程系统的先进控制理论与方法，并掌握几类先进控制理论的基本原理，具备利用先进控制理论进行系统分析与设计的能力。具体为：

1. 了解先进控制理论的必要性，掌握现代控制理论的原理，了解控制理论发展概况。
2. 熟悉各种控制理论的基本特性。
3. 能够灵活运用各种控制理论，具备利用先进控制理论进行系统分析与设计的能力。
4. 计算机仿真及实物实验。
5. **课程目标与教学内容和教学环节对应关系表**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 课程目标 | 教学内容 | 教学环节 |
| 课堂教学 | 研讨 | 实验 | 上机 |
| 1 | 了解先进控制理论的必要性，掌握现代控制理论的原理，了解控制理论发展概况。 | 先进控制理论导论 | 3 |  |  |  |
| 2 | 熟悉各种控制理论的基本特性。 | 最优控制 | 4 |  |  |  |
| 极小值原理 | 4 | ＋ |  |  |
| 线性二次调节 | 3 | ＋ |  |  |
| 卡尔曼滤波 | 2 |  |  |  |
| 预测控制 | 4 |  |  |  |
| 3 | 能够灵活运用各种控制理论，具备利用先进控制理论进行系统分析与设计的能力。 | 前馈控制，内模原理，观测器 | 6 | ＋ |  |  |
| 4 | 掌握控制系统计算机仿真及实物设计能力。 | 各控制系统的仿真和实物实验 | 6 |  |  |  |

课外学时用于查阅资料完成研学汇报，展开研讨活动、仿真实验和部分硬件实验验证。

1. **课程内容**

**本课程共32学时，分为以下七章**

1．用变分法解最优控制

1.1 变分法基础

 1.2 无约束条件的泛函极值问题

 1.3 有约束条件的泛函极值问题

掌握最优控制系统的基础理论、变分法的基本原理及应用。

2．极小值原理及其应用

2.1 连续系统的极小值原理

2.2 最短时间控制问题

2.3 最少燃料控制问题

掌握极小值原理并能够应用其求解最优控制问题。

**3．** 线性二次型问题

3.1离散时间LQG控制系统

3.2离散时间LQG最优跟随器

3.3连续时间LQG控制系统

掌握二次型最优控制问题的求解策略以及终端时间有限时连续系统的状态调节器问题及稳态时连续系统的状态调节器问题。

**4．卡尔曼滤波**

4.1 卡尔曼滤波模型的主要组成部分

4.2 离散卡尔曼滤波

4.3 连续卡尔曼滤波

初步掌握卡尔曼滤波的基本概念、状态方程和量测方程的建模方法、基本的抑制滤波发散技术和简单的非线性滤波方法等内容。

**5．反馈设计原理**

5.1多输入多输出系统闭环分析

5.2 鲁棒稳定性

5.3多输入多输出系统反馈设计

5.4连续时间设计的实现与离散化

5.5 回路传递恢复

掌握多输入多输出系统的反馈控制设计原理与闭环分析以及输出反馈控制设计和回路传递恢复。

**6．前馈设计技术与系统辨识**

6.1 频率成形线性二次型

6.2 跟踪控制

6.3 内模原理与重复控制

6.4 扰动观测器

6.5系统辨识

掌握基本的前馈技术和系统辨识方法。

**7. 模型预测控制**

7.1 多变量系统的模型预控制

7.2 非线性模型预测控制

7.3 新型预测控制

建立预测控制的概念，了解预测控制的特点，线性预测控制器的设计和分析方法。

**3.2 课程思政案例**

控制理论是一门理论性强、应用广泛的学科。在传统的控制理论教学中，往往只注重知识点的传授，而忽略了培养学生的思想道德素质和专业兴趣。引导同学们正确认识控制理论在实际生活中的应用价值，并建立严谨的逻辑思维和科学的精神态度。

（1）利用案例教学的方式增强学生的控制理论应用能力。案例教学是一种生动、形象的教学方法，可以帮助学生更好地理解控制理论的实际应用。例如，在讲解模糊控制时，可以引入家用电器的模糊控制应用案例。通过分析家用电器中模糊控制算法的设计和实现过程，让学生了解到模糊控制在生活中的实际应用价值，并培养他们的创新意识和实践能力。

（2）开展小组讨论，让学生在实际问题的解决中体会课程思政的意义。分组讨论设计一个水处理控制系统的方案。通过小组讨论，让学生了解到水处理控制系统对于环境保护和可持续发展的重要性，并培养他们的团队合作和沟通能力。

（3）结合时政激发同学们的兴趣

我国航天事业的发展离不开控制理论的广泛应用。在航天器发射、飞行和返回的过程中，都需要运用控制理论对航天器的姿态、轨道和速度进行精确地调节和控制。通过介绍我国高铁的研发和建设过程，让学生感受到稳定性对于控制系统的重要性，同时增强民族自豪感和自信心。通过介绍我国航天事业中的控制理论应用案例，可以让学生更加深入地理解控制理论在实际工作中的重要性和价值。能够增强学生的民族自豪感和自信心，提高他们的学习热情和兴趣；同时有助于培养学生的爱国情怀和责任感。

智能交通系统中的控制理论应用。智能交通系统是未来交通领域的发展方向之一，它涉及到控制理论、计算机技术和通信技术等多个领域的知识。通过介绍智能交通系统中的控制理论应用案例，可以让学生了解到控制理论在智能化交通管理、自动驾驶等方面的实际应用价值。能够让学生更加深入地理解控制理论在智能化交通管理中的应用和前景；同时可以培养学生的创新意识和实践能力。

**3.3 研讨环节**

就课程授课内容范围，选择一个专题进行课堂研讨。

**3.4 实验环节**

无学时安排，通过课外完成。

**3.5 上机环节**

无学时安排，通过课外完成。

1. **教学方法**

针对本课程的4个课程目标，采用以下教学方法：

1. 课堂授课时，尽可能采用多媒体教学和现场板书相结合的方式，适当板书可以减缓授课节凑，便于学生理解和接受。
2. 充分利用网络交流实时性强的优点，开展网上答疑和辅导，提高教学效率。
3. 注重教与学的互动，采用课后作业、作业反馈，不定期课堂讨论等多种方式了解学生学习效果。
4. **课程考核与成绩评定**

课程的考核以考核学生对课程目标的达成为主要目的，以检查学生对教学内容的掌握程度为重要内容。课程成绩包括3个部分，分别为平时成绩、研讨考核成绩和期末课程论文。

成绩评定方式如下表所示：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 考核环节 | 分值 | 考核/评价细则 |
| 平时成绩 | 20 | 根据平时课堂表现和作业得分再按10%计入总成绩。 |
| 研讨考核成绩 | 30 | 主要考核针对研讨课题开展的研究内容、PPT制作质量和课堂演讲水平。以考核成绩的20%计入课程总成绩。 |
| 期末课程论文 | 50 | 主要考核同学们的论文写作，创新能力 |

课程目标与课程考核环节关系：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 课程目标 | 考核环节 | 合计 |
| 平时作业20% | 研讨考核30% | 课程论文50% |
| 1 | 了解先进控制理论的必要性，掌握现代控制理论的原理，了解控制理论发展概况。 | 10% |  | 10% | 7 |
| 2 | 熟悉各种控制理论的基本特性。 | 40% | 50% | 50% | 48 |
| 3 | 能够灵活运用各种控制理论，具备利用先进控制理论进行系统分析与设计的能力。 | 20% | 30% | 20% | 23 |
| 4 | 掌握控制系统计算机仿真及实物设计能力。 | 30% | 20% | 20% | 22 |
| 总计 | 100% | 100% | 100% | 100 |

1. **课程教材与主要参考书**
2. **教材**

葛宝明, 林飞. 先进控制理论及其应用. 北京：机械工业出版社2007.5

1. **参考书**

胡寿松.自动控制原理.科学出版社，2013

Gene F. Franklin, J. Da Powell, Abbas Emami-Naeini. Feedback Control of Dynamic Systems. Pearson Press，2014.

Chen, Chi-Tsong，Linear System Theory and Design，Oxford Press，2012.11

Hassan K. Khalil，Nonlinear Systems (3rd Edition)，Prentice Hall，2001.12

王其藩，系统动力学. 上海财经大学出版社，2009.7

Edwards, C., Edwards, Christopher, Spurgeon S，Sliding Mode Control，Taylor and Francis Press，1998.8

Kemin Zhou, John C. Doyle, Keith Glover，Robust and Optimal Control，Prentice Hall，1995.8

张杰，王飞跃，最优控制，清华大学出版社，2017.9

3. 国内外相关内容的参考文献

**大纲制订人：王昭鸿，兰永红**

**大纲审核人：王昭鸿**

**制订日期：2023年10 月**