**信号与系统课程教学大纲**

执笔人：陈后金                编写日期：2021年9月

**一、课程基本信息**

1、课程编号：M201039B

2、课程体系/类别：专业类/专业核心课

3、课程性质：必修

4、学时/学分：48学时/3学分

5、先修课程：高等数学、工程数学、电路分析

6、适用专业：通信工程、信息工程、电子科学与技术、自动化、轨道交通信号与控制等

**二、课程教学目标及学生应达到的能力**

1. 掌握利用数学的方法进行信号不同域的表示；根据实际系统建立描述系统的数学模型，并从不同域对系统进行描述；理解信号与系统时域、频域和复频域的特点及适用情况，从而根据具体问题选择合适的域进行分析。

2. 掌握运用数学和物理基本原理，对通信、自动化、信息工程、电子科学与技术等专业的工程问题进行建模，并能够从时域、频域或复频域进行分析，获得有效结论。

3. 掌握信号与系统的时域、频域和复频域方法，及其在通信、自动化、信息工程、电子科学与技术等相关专业的应用，能够查阅文献，并能够对傅里叶分析在工程应用的局限性进行分析。

**三、课程教学目标和毕业要求的对应关系**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 毕业要求 | 毕业要求指标点 | 课程目标 |
| 1.工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识用于解决通信复杂工程问题。 | 1.4 将复杂工程问题抽象为数学、物理问题，选择适当的模型进行描述，对模型进行推理求解和必要修正，并理解其局限性。 | 1 |
| 2. 问题分析：能够对复杂工程问题进行识别和明确表达，通过文献研究及分析、模型构建及分析，最终形成有效的结论。 | 2.3运用数学物理及专业基本原理，对工程问题进行建模分析，获得有效结论。 | 2 |
| 4.研究：能够基于科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，包括设计实验、分析与解释数据、并通过信息综合得到合理有效的结论。 | 4.1 针对工程问题，收集信息、查阅文献、分析现有技术的特点与局限性 | 3 |

**四、课程思政育人目标**

围绕立德树人根本任务，将知识传授、能力培养和价值塑造三者融为一体，全面推进课程思政建设，科学构建课程思政教学体系，根据课程具有的“基础理论厚、分析方法多、工程应用广”的特点，以培养学生树立正确的社会主义核心价值观为课程思政建设方向，以价值引领和科学思维方法训练为课程思政建设重点，确定课程思政育人目标为“激发学生爱国情怀、熏陶学生科学素养、强化学生辩证思维”。

**五、课程教学内容与学时分配**

**（一）课程主要知识点、要求及课时分配（**理论学时40+实验学时8**）**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识单元（章） | 知识点 | 要求 | 推荐  学时 | 重点支持指标点 |
| 1 | 信号与系统分析导论 | 信号的定义、分类及特性 | 掌握 | 2 | 1.4 |
| 系统的定义、分类及特性 | 掌握 |
| 信号与系统分析概述 | 了解 |
| 2 | 信号的时域分析 | 典型连续信号与离散信号 | 掌握 | 5 | 1.4 |
| 连续信号与离散信号的运算 | 掌握 |
| 信号的表示 | 掌握 |
| 利用MATLAB表示基本信号，实现信号的基本运算。 | 熟悉 |
| 3 | 系统的时域分析 | 连续LTI系统与离散LTI系统的数学模型及特性 | 掌握 | 5 | 1.4  2.3 |
| 连续LTI系统、离散LTI系统的零输入响应 | 了解 |
| 单位冲激响应、单位脉冲响应 | 了解 |
| 零状态响应（卷积积分/和） | 掌握 |
| 冲激（脉冲）响应表示系统 | 掌握 |
| 利用MATLAB计算系统的响应 | 熟悉 |
| 4 | 信号的频域分析 | 连续周期信号的频域分析 | 掌握 | 10 | 1.4  4.1 |
| 连续非周期信号的频域分析 | 掌握 |
| 离散周期信号的频域分析 | 熟悉 |
| 离散非周期信号的频域分析 | 熟悉 |
| 信号的时域抽样 | 掌握 |
| 利用MATLAB进行周期信号和非周期信号的频域分析 | 熟悉 |
| 5 | 系统的频域分析 | 连续LTI系统的频率响应，系统响应的频域分析，无失真系统，理想模拟滤波器 | 掌握 | 6 | 1.4  2.3  4.1 |
| 离散LTI系统的频率响应，系统响应的频域分析，线性相位系统，理想数字滤波器 | 熟悉 |
| 连续信号的幅度调制与解调 | 掌握 |
| 利用MATLAB计算系统的频率特性 | 熟悉 |
| 6 | 连续时间信号与系统的复频域分析 | 连续信号的复频域分析，  单边拉氏变换 | 熟悉 | 6 | 1.4  2.3  4.1 |
| 连续LTI系统响应复频域分析 | 掌握 |
| 连续LTI系统的系统函数 | 掌握 |
| 连续LTI系统的模拟 | 掌握 |
| MATLAB进行复频域分析 | 熟悉 |
| 7 | 离散时间信号与系统的*z*域分析 | 离散信号的*z*域分析，  单边*z*变换 | 熟悉 | 4 | 1.4  2.3  4.1 |
| 离散LTI系统的*z*分析，完全响应*z*求解 | 掌握 |
| 离散LTI系统的系统函数 | 掌握 |
| 离散LTI系统的模拟 | 掌握 |
| MATLAB进行*z*域分析 | 熟悉 |
| 8 | 系统的状态变量分析 | 系统状态空间以及状态方程 | 了解 | 2 | 1.4  4.1 |
| 连续与离散时间系统状态方程的建立 | 掌握 |
| 利用MATLAB求解状态方程 | 熟悉 |
| 9 | 仿真实验  （专题研讨） | 信号与系统时域分析 | 掌握 | 2 | 1.4  2.3  4.1 |
| 信号与系统频域分析 | 掌握 | 2 |
| 信号与系统复频域分析 | 掌握 | 2 |
| 信号与系统综合实验 | 掌握 | 2 |

**（二）课程重点、难点**

1．信号与系统分析导论（2学时）

重点：确定信号及线性非时变系统的特性。

难点：线性非时变系统的判断。

2．信号的时域分析（6学时）

重点：典型连续信号与离散信号的表示与特性，尤其是单位冲激信号和单位脉冲信号的特性；连续信号与离散信号的基本运算；任意信号分解为基本信号的线性组合，尤其是任意连续信号分解为冲激信号的线性组合，任意离散信号分解为单位脉冲信号的线性组合。

难点：单位冲激信号的特性，任意信号分解为基本信号的线性组合。

3．系统的时域分析（6学时）

重点：线性非时变连续时间系统与离散时间系统的特性，连续时间系统单位冲激响应的求解，离散时间系统单位脉冲响应的求解，用卷积法计算连续时间系统与离散时间系统的零状态响应。

难点：卷积积分，卷积和。

4．连续时间信号的频域分析（10学时）

重点：从数学概念、物理概念及工程概念深刻理解四类信号的频谱概念，以及信号时域与频域的关系；连续时间周期信号频谱的计算；连续时间信号傅里叶变换的基本性质、物理含义及应用，连续时间非周期信号频谱的计算；离散时间周期信号频谱的计算；离散时间非周期信号频谱的计算；抽样信号频谱的特点，连续时间信号离散化与抽样定理的内容及其意义。

难点：四类信号的频谱概念，及频谱分析。

5．系统的频域分析（6学时）

重点：连续和离散时间系统特性的频域表示(频率响应)；虚指数信号通过系统响应的特点，及任意信号通过系统响应的频域分析；无失真系统与理想低通滤波器的时、频特性；抑制载波的双边带和单边带幅度调制与同步解调。

难点：周期信号通过系统响应的频域分析，单边带幅度调制。

6．连续时间信号与系统的复频域分析（6学时）

    知识点：连续时间信号的复频域分析，连续时间系统响应的复频域分析，连续时间系统函数，连续时间系统模拟，利用MATLAB进行系统的复频域分析。

重点：单边拉普拉斯变换及其基本性质和拉普拉斯反变换，连续时间系统完全响应的复频域求解，系统函数及其与系统特性（冲激响应、频率响应、因果性、稳定性）的关系，连续时间系统的模拟框图。

难点：系统函数的概念及其应用。

7．离散时间信号与系统的z域分析（6学时）

   重点：单边*z*变换及其*z*变换的性质和*z*反变换，离散时间系统完全响应的*z*域求解，系统函数及其与系统特性（单位脉冲响应、频率响应、因果性、稳定性）的关系，离散时间系统的模拟框图。

难点：系统函数的概念及其应用。

8．系统的状态变量分析（2学时）

     重点：系统的状态与状态空间的概念，连续时间系统和离散时间系统状态方程的建立。

难点：利用MATLAB求解状态方程。

**六、课程教学方法**

本课程是通信工程、自动化、铁道信号、电子科学与技术的专业类核心课程之一，也是校优质课程。在教学方法上，将课堂教学、课堂讨论、研究性学习、案例教学等有机地结合起来，并充分利用多媒体教学手段提高教学效率。将课内外教学有机结合，营造多维学习环境，重个性、强能力、求创新，培养能力、素质全面发展的学生。

**（一）课内教学**

**1．课堂讲授**

在课堂讲授中，从宏观上引导学生对课程内容的总体把握，在掌握课程基本内容和基本方法的基础上，使学生能够触类旁通；从微观上启发学生能够从数学概念、物理概念及工程概念去分析问题，解决问题，并锻炼提高学生的学习能力。

**2．课程思政**

将课程思政案例（部分案例如下表所示）有机融入相关知识点和教学环节中，通过案例讲解、课堂展示等方式，在进行知识传授、能力培养的同时“润物无声”地实现价值塑造。

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 章节 | 知识点 | 思政元素 |
| 1 | 第二章 | 基本信号表示复杂信号 | 【精益求精】分析信号表示的基本思路，总结工程技术不断完善的过程，培养学生精益求精的的工匠精神 |
| 2 | 第二章 | 欧拉公式 | 【刻苦钻研】回顾欧拉生平，学习欧拉刻苦钻研，勇攀科学高峰的精神 |
| 3 | 第三章 | 离散时间LTI系统的时域分析 | 【辩证思维】树立用唯物辩证法的观点分析问题 |
| 4 | 第四章 | 信号的频域分析 | 【勇于探索】频域分析在列车控制信号中的应用，树立建设交通强国而刻苦学习的决心 |
| 5 | 第四章 | 信号时域抽样定理 | 【强国自信】不断深化当前认识，完善工艺水平，学习航天精神，培养民族自豪感 |
| 6 | 第四章 | 奈奎斯特抽样定理 | 【批判思维】通过讨论抽样奈奎斯特抽样定理的局限性，培养学生批判性思维的意识 |
| 7 | 第五章 | 无失真传输系统 | 【工程素养】理解理论分析与实际应用间的差异，培养学生理论联系实际的工程素养 |

**3．案例教学**

积极将研究成果和前沿技术带入课堂，转化为课堂教学案例。以案例为载体，通过案例的讲解，使学生掌握信号与系统基本理论在相关学科的应用，激发学生科研兴趣，启迪科研思维。

**4．仿真实验(专题研讨)**

以实际问题为载体，以小组为单位，对信号与系统时域分析、频域分析和复频域分析的相关内容进行专题实验和研讨，从而增强学生的学习兴趣、以及理论与实际相结合的能力。信号与系统分析综合应用专题，充分发挥主观能动性，由学生确定题目、查阅资料、制定方案、分组实施，最后总结整理、交流评价。养成学生善于发现问题、提出问题、分析问题和解决问题的能力，培养良好的科学研究态度，及团队精神。

**5．交流讨论**

在研究性学习交流中，各组选出一位代表以PPT等形式展示本小组的研究成果，本组其他成员可以补充，其他组可以质疑，最后教师进行点评。即可锻炼学生语言表达能力，又可促进学生之间的交流。

在课堂讨论中，同学们可以提出疑难问题，一起分析研究，并提出解决方案。也可以交换学习的内容与体会，以相互促进，共同提高。

**（二）课外教学**

**1．自主学习**

鉴于新教学计划已安排MATLAB基础与应用课程的学习，为了培养学生的自主学习能力，将利用仿真软件（MATLAB）进行信号与系统的时域、变换域分析等内容由学生自学。同时学生还自学专题研讨过程出现的新内容。

**2．网上教学**

       课程组每学期在中国大学MOOC开设了国家级教学名师陈后金教授主讲的信号与系统课程，学生可以利用MOOC预习、复习、检验所学知识，学生可以通过MOOC平台进行学习交流，问题讨论，课程组教师会在线进行答疑。信号与系统国家精品课程网站也有丰富的教学资源，学生可以通过网络进行多层次学习。如通过 “课程学习”模块掌握信号与系统的基本原理、基本方法；通过“综合实验”提升应用基本理论解决问题的能力；通过“双语教学”相关资源将学科知识传授与外语实践有机结合；通过专题讲座视频了解信号与系统基本理论的应用领域，增强学生学习兴趣、拓展学生视野；等等。

**3．习题**

习题为书面习题和MATLAB习题。在书面习题中，主要侧重学生对基本内容和基本方法的掌握与应用，以及学生综合能力及分析能力的锻炼；对于MATLAB习题，充分利用计算仿真软件MATLAB，使学生更直观深刻地理解课程的内容，并通过综合性习题来提高学生分析问题及解决问题的能力和创新素质。

**七、课程考核**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 考核环节 | 建议分值 | 考核/评价细则 | 对应的课程目标 |
| 作业 | 10 | （1）主要考核学生对每章节知识点的复习、理解和掌握程度；  （2）每次作业按10分制单独评分，取各次成绩的平均值作为此环节的最终成绩。 | 1，3 |
| 仿真实验 | 10 | （1）考查学生自主学习、应用所学知识分析问题和解决问题能力，并且通过口头和文字表达能力以及讨论交流过程评价学生对自主学习能力的掌握程度。  （2）教师根据实验（研讨）报告、实验成果展示、交流情况综合评定，也可以同时引入同学互评的形式作为参考。 | 1，2，3 |
| 在线学习 | 10 | （1）考察学生应用现代化的手段获得课程的各种教学资源的能力，以及应用这些资源进行自主学习的能力。  （2）根据中国大学MOOC网提供的学生学习成绩数据，乘以其在总评成绩中所占的比例计入总评成绩。 | 1，2，3 |
| 期中考试 | 20 | （1）结合教学进度安排阶段考试，考查学生对相关知识的掌握程度；采用笔试（闭卷）方式。  （2）阶段考试成绩以百分计，乘以其在总评成绩中所占的比例计入总评成绩。 | 1，3 |
| 期末考试 | 50 | （1）采用笔试（闭卷）形式，卷面成绩100分，以卷面成绩乘以其在总评成绩中所占的比例计入课程总评成绩。  （2）考核内容须体现信号与系统的基本原理与基本方法，及综合应用课程的理论和方法根据具体问题有效地进行信号表示、系统描述及系统响应求解。考试题型为：分析题、设计题、计算题等。其中,建议对应课程目标1的试题约占70%，题型主要以分析题、设计题、计算题为主；目标2的试题约占5-10%，题型主要以分析题、计算题为主；对应课程目标3的试题约占20-25%，题型主要以分析题、设计题为主。 | 1，2，3 |

**八、本课程与其它课程的联系与分工**

先修课程：高等数学、工程数学、电路分析。高等数学、工程数学为连续时间信号与系统的时域、频域和复频域分析提供了数学基础，电路分析为电系统建模提供了理论基础。

后续课程：数字信号处理、DSP技术及应用、通信原理、数字通信、自控原理等。离散时间信号与系统分析为数字信号处理、DSP技术及应用奠定了理论基础，连续和离散时间信号与系统的频域分析为通信原理、数字通信奠定了理论基础，连续和离散时间信号与系统的复频域分析为自控原理奠定了理论基础。

**九、建议教材及教学参考书**

**教材：**

(1) 陈后金等，《信号与系统》第3版，高等教育出版社， 2020.

(2) Haykin S,Veen B V.,《Signals and Systems》（影印版），电子工业出版社，2003.

**主要参考书：**

1. Kamen E.W.  Fundamentals of Signals and Systems Using the Web and MATLAB,

科学出版社, 2011

(2) A.V.Oppenheim，Signals and Systems，Second Edition，清华大学出版社.

(3) Chaparro L.F.  Signals and systems using MATLAB，Academic Press，2011.

(4) 陈后金，郝晓莉等，《信号分析与处理实验》，高等教育出版社， 2006年.

(5) 郑君里，应启珩等. 《信号与系统》第3版，高等教育出版社，2011.

(6) 管致中，孟桥等. 《信号与线性系统》第5版，高等教育出版社，2011.

(7) 陈后金，胡健等.《信号与系统学习指导及题解》，高等教育出版社，2008.

(8) 中国大学MOOC信号与系统:<http://www.icourse163.org/course/njtu-359003>