**《信号与线性系统》课程教学大纲**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | **中文** | | 信号与线性系统 | | | |
| **英文** | | Signal and Linear System. | | | |
| **课程代码** | A312058 | | **开课学院/系** | 电气信息工程学院/信息工程系 | **制定/修订**  **时间** | 2023.09 |
| **课程类别** | 学科专业基础 | | **学分** | 4.0 | **学时** | 64 |
| **适用专业** | 应用电子技术教育 | | | | | |
| **先修课程** | 高等数学A、大学物理、电路原理 | | | | | |
| **选用教材** | 管致中等.信号与线性系统（第6版）.北京：高等教育出版社，2015.  谷源涛等.信号与系统—MATLAB综合实验.北京：高等教育出版社，2008. | | | | | |
| **课时分配** | 理论教学56学时，实验教学8学时 | | | | | |
| **撰写人** | 刘舒褀 | **审定人** | | 贾子彦 | **批准人** | 薛波 |

**一、课程简介**

《信号与线性系统》是应用电子技术教育专业的必修课，要求学生具有工程数学和电路原理的基础知识。该课程主要介绍信号与线性系统的基本概念，信号分析与线性系统分析的基本原理和基本方法，重点介绍信号与线性系统在时域、频域、复频域及Z域的描述、分析方法及工程应用，使学生具有信号与线性系统的时域和变换域分析能力及建模能力，为后续课程的学习及复杂工程问题的系统建模和系统分析打下坚实的基础。同时，通过仿真实验验证课程中经典的理论知识，培养学生理论联系实际、分析解决复杂工程问题的能力，进而培养学生的高阶思维、责任意识和担当精神。

**二、课程目标**

课程目标1：能够掌握信号与线性系统的基本概念和基本知识；并能够将其用于专业工程问题的恰当描述。

课程目标2：能够掌握线性系统的建模和求解方法，并能求解系统的零输入响应、零状态响应和全响应；能够运用MATLAB等仿真工具对系统进行仿真分析；具有对通信工程领域中涉及的线性系统工程问题的建模与求解能力。

课程目标3：能够掌握信号与线性系统时域及变换域分析方法；能够运用MATLAB等仿真工具仿真分析系统参数对系统性能的影响；具有识别和分析基本线性系统关键环节和参数的能力。

课程目标4：了解信号与系统之间相互作用、互相依赖、不可分割的关系，正确处理个人、集体和国家的关系，增强大局意识和爱国情怀，树立正确的人生观和价值观。了解信号与系统从不同角度的分析方法，合理选择方法，事半功倍，运用对立统一、辩证思维的观点解决矛盾。了解相关知识案例——发明或研究相关知识的科学家的故事，学习他们追求真理、刻苦钻研、精益求精的科学精神，甚至为真理而献身的理想信念。

**三、课程目标与毕业要求的支撑关系**

|  |  |
| --- | --- |
| **毕业要求** | **课程目标** |
| 毕业要求5：专业实践能力 | 1、2、3 |

**四、课程教学内容**

**（一）理论教学部分**

内容1：信号与系统概述

1.基本内容： 信号的概念、信号的分类、信号的描述方法；系统的概念、系统的分类、系统的描述方法、线性系统的性质、线性系统以及时不变系统的判断、线性系统的模型。

2.重点：周期信号的周期以及能量信号的能量计算；线性系统的判断及性质，线性系统的模型。

3.难点：线性性质的灵活应用。

4.知识目标：能够了解信号的分类，描述方法；能够了解线性系统的分类、特点、描述，能够理解线性系统的性质。

5.能力目标：能够根据信号的特点，对信号进行分析和参数计算；能够灵活应用线性时不变系统的性质分析线性时不变系统。

6.素质目标：通过了解信号与系统之间相互作用、互相依赖的关系，正确处理个人、集体和国家的关系，培养家国情怀，树立正确的人生观和价值观，并努力学习。

内容2：连续时间信号的时域分析

1.基本内容：阶跃信号、冲激信号、指数信号、正余弦信号、复指数信号等信号的特点、描述方法、分析；冲激信号、阶跃信号等奇异函数的物理意义及性质；信号的加、减、乘、反转、折叠运算；信号的分解、信号的卷积以及卷积的性质。

2.重点：掌握阶跃信号及激信号的物理意义及性质；卷积积分运算。

3.难点：卷积积分限的确定，图解法求卷积。

4.知识目标：能够了解常用信号的特点、描述方法；能够掌握阶跃信号、冲激信号的定义、性质，能够掌握信号卷积的定义法和图解法求解；能够熟悉卷积的性质。

5.能力目标：能够根据奇异信号的定义、性质以及卷积的定义、求解方法、性质解决一些实际信号的处理问题。

6.素质目标：通过卷积，将社会类比于一个系统h(t)，付出与收获类比于输入x(t)和输出y(t),人生就是不断与社会做卷积。若输入x(t)=付出，系统冲激响应h(t)=越努力越幸运，则输出y(t)=收获，今天的收获是过去付出的积累。一份耕耘一分收获，树立目标，并为之努力奋斗。

内容3：连续时间系统的时域分析

1.基本内容：连续时间系统的数学建模，常系数线性微分方程；连续时间系统冲激响应和阶跃响应的概念；零输入响应和零状态响应的概念；引入微分算子，运用传输算子分析求解微分方程表示系统以及电路表示系统的零输入响应、零状态响应和全响应；全响应的其他分类方法，包括瞬态响应、稳态响应，以及自由响应和强迫响应。

2.重点：掌握LTI系统在时域中的分析方法，具体为零输入响应、零状态响应和全响应的求法。

3.难点：冲激响应的求解；零状态响应的求解。

4.知识目标：能够掌握连续时间系统的数学建模方法；能够理解传输算子的物理意义；能够掌握系统时域的分析求解方法。

5.能力目标：能够根据系统特点，灵活应用线性时不变系统的性质，求解系统的响应，分析系统的特性；能够用MATLAB仿真分析系统的阶跃响应和冲激响应，并分析系统的特性。

6.素质目标：通过系统建模和仿真，抽象问题具体化，理论联系实际，提高学生的学习兴趣，通过系统的分类，进一步认识部分与整体的关系，增强民族自信心，树立正确的价值观。

内容4：连续时间信号的频域分析

1.基本内容：正交函数集、完备的正交函数集；周期信号的三角傅里叶级数、指数傅里叶级数展开式、周期信号的频谱；傅里叶变换的定义、常用信号的傅里叶变换、傅里叶变换的性质；傅里叶反变换。

2.重点：掌握周期信号的两种分解方法，周期信号的频谱，傅里叶变换的定义、常用信号的傅里叶变换、傅里叶变换的性质；傅里叶反变换。

3.难点：周期信号的分解；灵活应用傅里叶变换的性质。

4.知识目标：能够计算周期信号的傅里叶级数展开式，分析周期信号的频谱；能够灵活应用傅里叶变换的性质。

5.能力目标：能够理解周期信号分解的本质含义；能够理解傅里叶变换的物理意义；能够在频域中分析信号的特性。

6.素质目标：了解傅里叶的故事，学习他一丝不苟的科研精神、严谨的科学态度，为电子信息的发展做出的突出贡献，激发斗志和探索新知识的动力。

内容5：连续时间系统的频域分析

1.基本内容：周期信号通过LTI系统的频域分析，非周期信号通过LTI系统的频域分析；传输函数的物理含义、求法；理想低通滤波器的特性、不可实现；理想低通滤波器的冲激响应和阶跃响应；线性系统不失真传输的条件。

2.重点：掌握信号通过LTI系统在频域中的分析方法,滤波器的特性。

3.难点：周期信号通过LTI系统的频域分析。

4.知识目标：能够掌握周期信号、非周期信号通过LTI系统的频域分析方法；能够掌握传输函数对输入信号的滤波；能够理解不失真传输的条件。

5.能力目标：能够在频域中分析周期信号、非周期信号通过LTI系统的特性；能够根据滤波器的性能，对输入信号选择合适的滤波器。

6.素质目标：由滤波器的性能，滤除无用的频率成分，保留有效的频率成分，学会在工作学习生活中排除干扰，一心一意投入到工作学习生活中，达到设定的目标，成人成才。

内容6：连续时间信号的复频域分析

1.基本内容：傅里叶变换与拉普拉斯变换的关系；拉普拉斯变换的定义、拉普拉斯变换的收敛域；常用信号的拉普拉斯变换；拉普拉斯变换的性质；拉普拉斯反变换。

2.重点：掌握拉普拉斯变换的定义、常用信号的拉普拉斯变换、拉普拉斯变换的性质；拉普拉斯反变换。

3.难点：傅里叶变换与拉普拉斯变换的关系；灵活应用拉普拉斯变换的性质。

4.知识目标：能够计算信号的拉普拉斯变换及收敛域，拉普拉斯反变换；能够灵活应用拉普拉斯变换的性质。

5.能力目标：能够理解拉普拉斯变换的物理意义；能够在复频域中分析信号的特性，能够从不同的角度分析信号的特性。

6.素质目标：了解拉普拉斯的故事，学习他对科研追求的坚忍不拔精神及为科学发展做出的突出贡献，同时也了解他在政治上的立场，学会以一分为二的态度去看待世界上的一切人或事物，了解事物的两面性。

内容7：连续时间系统的复频域分析

1.基本内容：微分方程表示系统的复频域分析；电路表示系统的复频域分析；系统函数的物理含义、求法；方框图、信号流图表示系统的复频域分析；梅森公式求系统函数；系统的模拟；系统稳定性的判断。

2.重点：微分方程表示系统的复频域分析；方框图、信号流图表示系统的复频域分析；梅森公式求系统函数；系统的模拟；系统稳定性的判断。

3.难点：电路表示系统的复频域分析。

4.知识目标：能够掌握微分方程、电路、方框图、信号流图表示的LTI系统的复频域分析方法；能够掌握系统函数的物理意义、求法；能够掌握系统的模拟方法、系统稳定性的判断方法。

5.能力目标：能够在复频域中分析信号通过LTI系统的特性；能够根据系统函数分析系统的性能，分析系统参数对系统性能的影响；能够用MATLAB仿真分析系统的性能。

6.素质目标：由系统的模拟方法、系统稳定性的判断方法，学会从事物的现象，用理性的科学思维正确分析和认识事物的本质与规律；学会从不同角度分析解决问题，同时要遵循规律，有规矩意识，遵纪守法，不违法违纪，做对社会有用的人。

内容8：离散时间信号的时域分析

1.基本内容：离散时间信号的定义；抽样定理；阶跃序列、冲激序列、指数序列等常用离散时间信号的特点、描述方法、分析及运算；信号的加、减、乘、反转、折叠运算；信号的分解、信号的卷积和以及卷积和的性质。

2.重点：掌握阶跃序列及冲激序列的定义和应用；卷积和运算。

3.难点：卷积求和限的确定，图解法求卷积和。

4.知识目标：能够了解常用信号的特点、描述方法；能够掌握阶跃序列、冲激序列的定义、性质，能够掌握信号卷积和的定义法、图解法、不进位乘法求解；能够熟悉卷积和的性质。

5.能力目标：能够根据阶跃序列、冲激序列的定义，以及卷积和的定义、求解方法、性质分析解决现实中离散信号的实际问题。

6.素质目标：了解奈奎斯特的故事，学习他为信息论发展做出的贡献，勇于探索，敢于创新的精神；由抽样定理，学会工作生活中**正确对待得失，用辩证思维的观点看问题：**正确处理通信可靠性与有效性的辩证关系。

内容9：离散时间系统的时域分析

1.基本内容：离散时间系统的基本概念和描述方法；离散时间系统的数学建模，差分方程；离散时间系统单位响应和阶跃响应的概念，零输入响应和零状态响应的概念；引入差分算子，运用传输算子时域分析离散系统的零输入响应、零状态响应和全响应。

2.重点：掌握离散时间系统的建模方法；掌握LTI离散系统在时域中的分析方法，具体包括零输入响应、零状态响应和全响应的求解；传输算子的物理含义，求的方法。

3.难点：求的方法；零状态响应的求解方法。

4.知识目标：能够了解离散系统的应用，理解传输算子的物理意义；能够掌握离散系统时域的分析方法。

5.能力目标：能够掌握LTI离散系统的时域分析方法；能够运用MATLAB仿真分析离散系统的阶跃响应和冲激响应，并分析系统性能。

6.素质目标：了解数字通信系统的应用，北斗导航系统已经迈进了全球服务的新时代；增强民族自豪感，激发科技报国的家国情怀。

内容10：离散时间信号的Z域分析

1.基本内容：Z变换与拉普拉斯变换的关系；Z变换的收敛域；Z变换的定义；常用信号的Z变换；Z反变换；Z变换的性质。

2.重点：掌握Z变换的定义；常用信号的Z变换；Z变换的性质；Z反变换。

3.难点：收敛域对Z变换的影响；Z变换性质的灵活应用。

4.知识目标：能够掌握常用离散时间信号的Z变换、Z反变换和Z变换的性质。

5.能力目标：能够灵活应用Z变换的性质求一些信号的Z变换或反变换。

6.素质目标：开展翻转课堂，学生小组学习汇报，团队合作，有效沟通，提升团队协作能力，涵养家国情怀。

内容11：离散时间系统的Z域分析

1.基本内容：差分方程、方框图和信号流图表示的系统Z域求解系统的零输入响应、零状态响应和全响应的方法；系统函数的物理含义、求解方法；系统函数的模拟方法，系统稳定性的判断方法。

2.重点：离散系统零输入响应、零状态响应的Z域求解方法；系统函数的物理含义、求解；系统函数的模拟，系统稳定性的判断。

3.难点：零输入响应、零状态响应的Z域求解。

4.知识目标：能够理解传输函数的物理意义；能够理解系统的零、极点对系统稳定性的影响；能够掌握离散系统零输入响应、零状态响应在Z域中的分析方法。

5.能力目标：能够掌握离散系统Z域中的分析方法；能够运用MATLAB仿真分析离散系统的性能。

6.素质目标：由Z变换在军事雷达中的应用，按照“基本原理-分析方法-工程应用”的步骤，潜移默化地培养爱国情怀、科学素养、辩证思维、工匠精神。

内容12：线性系统的状态变量分析

1.基本内容：系统的状态变量描述法、状态方程、输出方程。

2.重 点：理解系统状态方程的建立方法。

3.难点：系统状态空间的构成。

4.知识目标：能够把微分方程、信号流图、方框图、系统函数等形式表示的系统写为标准的状态方程和输出方程，并理解矩阵运算规律。

5.能力目标：以状态变量为独立变量，以状态方程为研究对象，对多输入多输出系统进行分析。

6.素质目标：由状态方程的可控性和客观性，培养对事件进程的整体把握，整体在可控和客观的范围内；大局意识、整体意识，讲究战略布局。

**（二）实验教学部分**

实验1：信号的可视化表示和运算

1.基本内容：常用信号的可视化表示；周期信号的分解；连续信号的卷积运算；离散信号的卷积和运算。

2.能力目标：能够熟悉连续与离散信号在MATLAB 环境下的可视化表示方法；能够掌握周期信号分解的本质含义；能够掌握信号时域运算的仿真实现方法。

3.素质目标：从实验项目收集资料到展示成果一系列过程，培育科学探究精神，调动学生学习的主动性、创造性、积极性和团队精神。

实验2：线性时不变系统的时、频域分析仿真实现

1.基本内容：线性时不变系统系统函数时域特性的分析和频域特性的分析；。

2.能力目标：能够掌握线性时不变系统系统函数分析的仿真实现方法，绘制给定LTI系统频率响应的幅值和相位特性曲线；能够理解滤波器的滤波原理。

3.素质目标：认真进行实验操作，精心测量实验数据，仔细分析实验误差，培养大国工匠精神。

实验3：线性时不变系统输出响应的仿真实现

1.基本内容：连续系统和离散系统模型的建立；系统冲激响应输出，阶跃响应输出，零状态响应输出的求解。

2.能力目标：能够掌握MATLAB求解连续系统和离散系统响应的仿真实现方法；能够运用MATLAB中库函数建立LTI系统的模型。

3.素质目标：实验项目逻辑清晰、结构完整、步骤齐全；培养严谨的态度和细致的工作作风。

实验4：系统零、极点的分析与系统稳定性的判定

1.基本内容：系统零极点的绘制；连续系统稳定性的判定；离散系统稳定性的判定。

2.能力目标：能够掌握连续系统复频域分析的方法，分析连续系统的零极点图分布对系统稳定性的影响；能够掌握离散系统Z域分析的方法，分析离散系统的零极点图分布对系统稳定性的影响。

3.素质目标：通过数字通信系统案例，告诉学生系统的稳定性与系统参数密切相关，一时疏忽，会使系统失去稳定性，培养爱岗敬业，一丝不苟的科研精神。

**五、教学内容、教学方式与课程目标的支撑关系**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **课程目标** | **教学内容** | **教学方式** | | |
| **线下教学** | **混合教学** | **线上教学** |
| 课程目标1 | 内容1：信号与系统概述  内容2：连续时间信号的时域分析  内容3：连续时间系统的时域分析  内容4：连续时间信号的频域分析  内容5：连续时间系统的频域分析  内容6：连续时间信号的复频域分析  内容7：连续时间系统的复频域分析  内容8：离散时间信号的时域分析  内容9：离散时间系统的时域分析  内容10：离散时间信号的Z域分析  内容11：离散时间系统的Z域分析  内容12：线性系统的状态变量分析  实验1：信号的可视化表示和运算 |  | √ |  |
| 课程目标2 | 内容3：连续时间系统的时域分析  内容5：连续时间系统的频域分析  内容7：连续时间系统的复频域分析  内容9：离散时间系统的时域分析  内容11：离散时间系统的Z域分析  实验2：线性时不变系统的时、频域分析仿真实现  实验3：线性时不变系统输出响应的仿真实现 |  | √ |  |
| 课程目标3 | 内容5：连续时间系统的频域分析  内容7：连续时间系统的复频域分析  内容8：离散时间信号的时域分析  内容9：离散时间系统的时域分析  内容11：离散时间系统的Z域分析  实验4：系统零、极点的分析与系统稳定性的判定 |  | √ |  |

**六、课程教学方法与学时分配**

（一）教学方法

（1）线上线下混合教学方法：课前在SPOC线上进行预习并完成预习自测题，对于一些有应用背景、学生感兴趣的知识点进行线上讨论，互相答疑解惑；课中线下对自测题出现的问题进行讲解，对于新内容采用问题引导、互动、讨论、随堂测试；课后进行线下典型习题练习，巩固所学知识。课前线上自测侧重易学易懂的基础知识，例如，信号系统中的一些基本概念。另外，根据信号与系统课程的特点，用类比的方法预习新知识，例如，学傅里叶变换及性质后，用比较法预习拉氏变换及性质等。线下课堂授课侧重高阶性、有难度的内容，例如，易混淆的概念、原理的联系与区别，综合性的问题，系统的方案设计和性能分析等。

（2） 兴趣培养：引导、激励学生的学习积极性和自主性，让学生对课程有一个总体把握，多举一些生活中常见的信号与系统的实例，使课程更生动，让学生有直观的认识，对课程学习产生兴趣。

(3) 合理安排和组织教学进程：从基本知识的基础出发，以使学生乐学为前提，深入浅出，循序渐进，使学生容易接受，容易理解，复杂问题简单化，抽象问题具体化。

(4) 采用案例法与研究法，注重引导学生掌握分析复杂工程问题及解决复杂工程问题的方法：向学生讲解“复杂工程问题”具备的特征，如必须运用“深入的工程原理，经过分析才可能得到解决”或需要通过“建立合适的抽象模型才能解决”，给出复杂工程问题的一般解决思路，培养学生解决复杂工程问题的能力。

(5) 问题导向，注重运用启发互动式教学方法：以学生为本，设计科学合理的启发互动环节，激发学生思考，让学生积极参与教学活动，成为真正意义上的主体。

(6) 进行有效的作业练习：作业是检验学生对所学知识掌握情况的有效手段，布置作业时要有量有质，加强重难点知识和能力训练；要由浅入深，引发学生思考，培养学生的分析问题和解决问题的能力。

(7) 做好课程实验：根据信号与系统课程的特点，以理论知识作为基础，设计验证性的基础实验，使学生通过编程仿真进一步验证理论知识，从而培养学生解决问题的思路和方法，提高学生的创造能力和理论用于实践的创新能力。

(二)学时分配

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **教学内容** | **线上自学** | **线下讲授** | **实验** | **合计** |
| 内容1：信号与系统概述 | 2 | 4 |  | 6 |
| 内容2：连续时间信号的时域分析 | 2 | 3 |  | 5 |
| 内容3：连续时间系统的时域分析 |  | 5 |  | 5 |
| 内容4：连续时间信号的频域分析 |  | 8 |  | 8 |
| 内容5：连续时间系统的频域分析 |  | 8 |  | 8 |
| 内容6：连续时间信号的复频域分析 | 2 | 6 |  | 8 |
| 内容7：连续时间系统的复频域分析 | 2 | 8 |  | 10 |
| 内容8：离散时间信号的时域分析 | 2 | 3 |  | 5 |
| 内容9：离散时间系统的时域分析 | 2 | 5 |  | 7 |
| 内容10：离散时间信号的Z域分析 | 2 | 2 |  | 4 |
| 内容11：离散时间系统的Z域分析 | 2 | 3 |  | 5 |
| 内容12：线性系统的状态变量分析 |  | 1 |  | 1 |
| 实验1：信号的可视化表示和运算 |  |  | 2 | 2 |
| 实验2：线性时不变系统的时、频域分析仿真实现 |  |  | 2 | 2 |
| 实验3：线性时不变系统输出响应的仿真实现 |  |  | 2 | 2 |
| 实验4：系统零、极点的分析与系统稳定性的判定 |  |  | 2 | 2 |
| 合计 | 16 | 56 | 8 | 80 |

**七、课程考核及成绩评定方法**

本门课程采用“N+1”过程性考核的方式进行考核。其中“N”是指多种过程考核形式，“1”是指期末考试。

考核方式：采用过程考核（线上视频学习、线上自测、线上讨论、线下作业、线下测验 、线下实验）和期末考试相结合的形式对学生课程成绩进行综合评定。

成绩评定：课程目标达成考核总成绩中，过程考核成绩占50%：线上学习10%（视频学习5%，线上自测3%，线上讨论2%），线下作业20%，线下测验10%，线下实验10%；期末考试成绩占50%。各考核环节按照附件中的评分标准进行成绩评定。

课程目标与课程考核环节的对应关系：

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **课程目标** |  | **考核环节** | | | | **合计** |
| **线上学习** | **线下作业** | **线下测验** | **实验报告** | **期末考试** |
| 1 | 课程目标1 | 5% | 5% | 3% | 2% | 20% | 35% |
| 2 | 课程目标2 | 5% | 10% | 5% | 5% | 20% | 45% |
| 3 | 课程目标3 |  | 5% | 2% | 3% | 10% | 20% |
| 合计 | | 10% | 20% | 10% | 10% | 50% | 100% |

**八、课程参考书目及资源**

1. 陆毅. 信号与系统分析. 南京：江苏教育出版社. 2011.

2. A.V. Oppenheim. 信号与系统（影印版）第2版. 北京：清华大学出版社. 1999.

3. 郑君里. 信号与系统.第二版. 北京：高等教育出版社. 2000.

4. 吴大正. 信号与线性系统. 北京：高等教育出版社. 2005.

5. 陆毅. 信号与系统综合实验教程. 南京：东南大学出版社. 2010.

6.中国大学MOOC国家精品资源共享课，信号与线性系统，东南大学  
<https://www.icourse163.org/course/SEU-1207106801>

**九、大纲修订说明**

为充分体现“以学生为中心”的教育理念，突出学生知识、能力、素质协调发展，将课程思政的教育理念有效融入到教学大纲中，故从课程目标、教学内容的素质目标以及考核形式与成绩评定等方面进行修订。

**附件：评分标准**

考核环节中各类测试及期末考试评分标准详见每学期“测验参考答案及评分标准”、“信号与线性系统试卷参考答案及评分标准”。

**一、考核中线下作业、线上视频学习和讨论评分标准**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 类型 | 评分标准  观测点 | **优（90～100）** | **良（80～89）** | **中（70～79）** | **及格（60**  **～69）** | **不及格（<60）** |
| 线下  作业 | 基本概念掌握程度 | 基本概念掌握很好 | 主要概念清晰，但部分有误 | 部分概念清晰 | 基本概念不够清晰 | 基本概念未掌握 |
| 分析问题思路清晰性、解决问题方法正确性，锻炼工程思维、缜密逻辑性等科学思维能力 | 思路清晰，能够解决问题，计算正确。 | 主要思路、过程和计算过程正确。 | 思路、过程部分可行，计算过程个别不正确 | 思路、过程部分尚可，计算过程部分不正确 | 不会做或者作业不完整 |
| 作业完成态度，注重培养自己独立思考、勇于探究、一丝不苟的科学精神 | 认真独立完成作业，书写工整、清晰，符号、单位等按规范执行。 | 比较认真独立完成作业，书写清晰，主要符号、单位等按规范执行。 | 独立完成作业，部分符号、单位等按规范执行。 | 不够认真，符号、单位等不按照规范执行。 | 很不认真或者抄袭或未交 |
| 线上视频和讨论 | 计算观看视频时间和讨论的数目占总数百分比 | 90%及以上 | 80%及以上 | 70%及以上 | 60%及以上 | 60%以下 |

**二、实验报告评分标准**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **优秀（90～100）** | **良好（80～89）** | **中等（70～79）** | **及格（60～69）** | **不及格（<60）** |
| 实验报告书写工整、实验过程清晰、数据完整、准确，符号、单位等按规范执行。 | 实验报告书写工整、实验过程较清晰、数据较完整、较准确，主要符号、单位等按规范执行。 | 实验报告书写较工整、实验过程基本清晰、数据基本完整、准确，符号、单位等按规范执行。 | 实验报告书写基本完整、实验过程基本清晰、数据基本准确，符号、单位等基本规范。 | 实验报告不完整或未交。 |