# 《科学计算与数学建模》课程教学大纲

**一、课程基本信息**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **课程名称** | 科学计算与数学建模 | **英文名称** | Scientific Computing and Mathematical Modeling |
| **课程性质** | 专业基础课 | **课程代码** | 22126004 |
| **总学时** | 48  理论32+实验16 | **学分** | 2.5 |
| **开课学期** | 第四学期 | **先修课程** | 离散数学、线性代数、数据结构 |
| **适用专业** | 计算机科学与技术、软件工程 | **开课单位** | 计算机与电气工程学院 |

**二、课程目标**

本课程以数学建模思想、方法为主线，有机融入科学计算的理论与方法，是集科学计算方法、现代数学、计算机技术与实际问题求解于一体的一门新型课程，采用研究性教学与探索型学习相结合的教学模式，主要讲授数学建模思想和科学计算方法。在教学过程中，以实际问题为背景，采用案例教学方式，渗透数学建模思想，介绍数学建模的步骤和方法，建立描述实际问题的数学模型，用模型的求解引入科学计算的基本知识和一般方法；主要内容包括：数学建模与科学计算方法的基本概念及其相互关系，误差分析理论，函数插值与拟合方法，数值积分方法，方程求解数值方法，层次分析建模、综合评价、时间序列分析、统计分析与预测方法，数学建模案例分析等。

主要目标为：

1．让学生建立构建科学计算与数据建模一般方法的感性认识，理解并掌握能针对软件工程领域复杂工程问题中的具体对象建立模型并求解。结合数学基础课的教学内容，进一步突出培养学生运用现代数学理论、科学计算方法分析、解决实际问题的能力；

2．通过课程的学习，学生能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合。教师教学过程中要始终以数学建模思想为主线，利用数学模型实例着重进行数学建模方法的讲解，引导科学计算的理论与方法讲授；

3．学生能够运用数学、自然科学、工程科学的基本原理和软件工程的专业知识，识别、判断复杂软件工程项目需要解决的问题，并对相关数学问题进行建模。学生按照课程实践教学大纲要求，根据课程课外实践项目指导书，在教师指导下完成数学建模与科学计算的综合实践, 重点进行数学建模、科学计算、科技论文写作的实践训练。

**三、学习目标**

按照计算机与电气信息类专业人才培养要求，参照各专业培养方案中课程体系与培养要求的对应关系矩阵，通过《科学计算与数学建模》课程的学习，学生在知识、能力和素质培养等方面应该达到下列要求：

**学习目标1.** 提高学生应用数学知识解决实际问题的能力。在该课程教学中全面训练学生运用数学工具建立数学模型、应用科学计算方法解决实际问题的技能技巧;（对应指标点1.2）

**学习目标2**学生自主学习和自主实践，实现课内课外、教学科研相结合，提高学生的科学计算能力、数学建模能力和科研论文写作能力，培养从事现代科研活动的能力和相关素质；能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合；（对应指标点1.4）

**学习目标3：**与其他数学类课程相结合，目的是提高学生的数学文化素质、促进数学建模竞赛活动的开展，培养学生学习数学的兴趣、应用数学方法分析解决实际问题的意识和能力，形成良好的校园数学文化氛围。同时也为参加数学建模竞赛和创新实验项目研究的学生奠定了良好的数学基础、科学计算和数学应用能力。 （对应指标点2.1）

**四、学习目标对毕业要求指标点的支撑**

表4-1 学习目标对毕业要求指标点的支撑

| **毕业要求** | **毕业要求指标点** | **学习目标** | | |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **1** | **2** | **3** |
| **1工程知识的应用** | 1.2 能针对软件工程领域复杂工程问题中的具体对象建立模型并求解； | H |  |  |
| 1.4 能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合； |  | M |  |
| **2工程问题分析** | 2.1能够运用数学、自然科学、工程科学的基本原理和软件工程的专业知识，识别、判断复杂软件工程项目需要解决的问题，并对问题进行定义和表述； |  |  | M |

注：分别用“H、M、L”对应表示“高、中、低”支撑。

1. **教学内容、课程思政及实施手段**

表5-1理论课教学内容与进度要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **小节内容** | **要求** | **具体要求** | **学生成果** | **学习目标** | **学时** |
| 一、科学计算与数学建模绪论 | 1、数学模型及其重要意义 | 认知 | 数学与科学计算的关系、数学建模的概念及意义、算法的收敛性和稳定性的概念； | 了解什么数学建模的概念； | 1，2 | 2 |
| 2、数学建模的过程 | 认知 | 理解数学建模过程，误差概念及传播，算法的收敛性和稳定性的概念； | 掌握算法的收敛性和稳定性的概念，误差的传播分析； | 1、2 | 2 |
| 二、城市供水量的预测——插值与拟合算法 | 1、城市供水量的预测模型-1 | 理解 | 理解城市供水量的预测问题，求函数近似表达式的插值法，求插值多项式的Lagrange法，插值余项，插值误差的事后估计法，求插值多项式的Newton法，求插值多项式的改进算法，分段低次插值，三次样条插值； | 掌握分段低次插值、利用插值多项式求导、利用三次样条插值函数求导方法，以及插值与拟合的区别； | 1，3 | 2 |
| 2、城市供水量的预测模型-2 | 理解 | 求函数近似表达式的拟合法，城市供水量预测的简单方法，供水量增长率估计与数值微分，利用插值多项式求导数，利用三次样条插值函数求导，城市供水量预测； | 多项式插值的余项、Lagrange插值法，Newton插值法及相应的余项表示式、三次样条插值函数的求法、曲线拟合的最小二乘法； | 1，2 | 2 |
| 三、湘江流量估计模型——数值积分法 | 1、湘江流量估计模型-1 | 理解 | 理解湘江水流量估计的实际意义，数值求积的必要性， 构造数值求积公式的基本方法，求积公式余项； | 理解数值积分的必要性，数值积分公式的代数精度. | 1、2、3 | 2 |
| 2、湘江流量估计模型-2 | 分析 | 求积公式的代数精度，求数值求积的Newton—Cotes方法Romberg（龙贝格）算法，Gauss（高斯）型求积公式与测量位置的优化选取。 | 熟悉Newton-Cotes积分、复合Newton-Cotes积分、Gauss积分等基本概念； | 1、3 | 2 |
| 四、养老保险问题——非线性方程求根的数值方法 | 1、养老保险问题-1 | 理解 | 掌握非线性方程求根的Newton下山法，弦截法与抛物法，多项式求值的秦九韶算法，Newton迭代法的局部收敛性，Newton法对重根的处理 | 熟悉迭代法收敛性分析，迭代计算过程，Newton迭代法 | 1、2 | 2 |
| 2、养老保险问题-2 | 理解 | 掌握非线性方程求根的数学基础知识，利用逐步搜索法确定根的搜索范围，利用二分法计算非线性方程的根，迭代公式的构造 | 掌握迭代法的几何意义，迭代法的局部收敛性，Newton法的几何意义，Newton法的局部收敛性 | 1、2、3 | 2 |
| 五、小行星轨道方程计算问题——线性方程组求解的直接法 | 1、小行星轨道方程计算-1 | 理解 | 了解求解线性方程组数值方法一般理论，Gauss完全主元素消去法，追赶法， | 理解求解线性方程组的Gauss消去法思想，矩阵的三角分解， Gauss-Jordan消去法求逆矩阵思想， | 1、2、3 | 2 |
| 2、小行星轨道方程计算-2 | 理解 | 了解向量与矩阵范数，谱半径，求解线性方程组的误差分析重要性；例 | 理解矩阵的各种三角分解的条件，求解线性方程组的误差分析理论； | 1、2、3 | 2 |
| 六、 回归问题——线性方程组求解的迭代法 | 1、 回归问题-1 | 认知 | 了解线性方程组迭代法构造思想， | 掌握超松弛代法，迭代法的收敛性充要条件和各种充分条件，各种迭代方法的迭代矩阵构造，迭代法收敛性判别，迭代法的应用 | 1 | 2 |
| 2、 回归问题-2 | 综合 | 了解线性方程组直接解法和迭代解法的应用环境； | 掌握Jacobi迭代法， Gauss-Seidel迭代法，迭代计算过程，迭代法收敛性分析。 | 1、2、3 | 2 |
| 七、常微分方程数值解法简介 | 1、常微分方程数值解法 | 理解 | 常微分方程模型举例，初值问题数值解法的推导方式及常用解法，求解初值问题的线性多步法，常微分方程边值问题的数值解法。 | 掌握常微分方程的初值问题、微分方程数值解、微分方程数值解法、截断误差与算法精度的阶、线性多步法等基本概念 | 1、2 | 2 |
| 八、层次分析法 | 层次分析法原理 | 了解 | 了解层次分析法概述，层次分析法的基本步骤 ，层次分析法的广泛应用，层次分析法的若干问题。 | 掌握层次分析法的概念，层次分析法的基本步骤，对比较矩阵的概念，权向量，组合权向量 | 1、2 | 2 |
| 九、长江水质的综合评价——综合评价方法及其应用 | 长江水质的综合评价模型 | 理解 | 评价指标概念、权重系数概念、评价指标的规范化处理概念。 | 掌握综合评价方法建模的一般步骤，常见的综合评价方法 | 1、3 | 2 |
| 十、 预测模型及预测方法 | 统计预测模型介绍 | 理解 | 统计预测的基本问题，趋势外推预测，时间序列的确定性因素分析，回归预测法，多元线性回归模型及其假定条件 | 掌握拟合优度计算，确定性因素分解，趋势分析，季节效应分析，参数估计和模型检验的方法 | 1、2、3 | 2 |

表5-2 实验/上机部分教学内容与进度要求

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **实验/上机项目** | **实验内容与方法** | **实验类型** | **学时** | **必做/选做** | **学习目标** |
| 1 | 城市供水量的预测模型的代码实现 | 使用Java代码实现城市供水量的预测模型 | 综合型 | 4 | 必做 | 1，3 |
| 2 | 湘江流量估计模型预测模型的代码实现 | 使用Java代码实现湘江流量估计模型预测模型 | 设计性 | 4 | 必做 | 1，3 |
| 3 | 养老保险问题模型的代码实现 | 使用Java代码实现养老保险问题求解 | 设计性 | 4 | 必做 | 1，3 |
| 4 | 小行星轨道计算问题模型的代码实现 | 使用Java代码实现小行星轨道计算问题模型。 | 设计性 | 4 | 必做 | 2，3 |

表5-3 课程实施手段

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **序号** | **采用手段** | **具体目标** |
| 1 | 以课堂教学为主，理论教学、小组讨论与课后作业相结合 | 强化学生工程观点的建立和工程分析能力的培养 |
| 2 | 课堂教学采用多媒体课件、电子教案、传统教学方法和线上教学辅助结合 | 提高效率，增强教学的直观性和课堂教学的信息量 |
| 3 | 小组讨论采用启发式教学，通过学生协作、自主学习的答辩模式进行 | 让学生自主分工、查阅资料、研究分析与制作汇报报告，培养学生提出问题、分析问题和解决问题的能力 |

**六、课程思政**

表6-1 课程思政内容

|  |  |
| --- | --- |
| **课程思政教学内容** | ①学生耐心和毅力的锻炼：学生的毅力的锻炼。 |
| ②增强社会责任感：以数学家的故事指引人生 |

表6-2 课程思政具体案例

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **所属章节/**  **案例名称** | **案例教学目标** | **思政元素** |
| 1 | 长江水质的综合评价——综合评价方法及其应用 | 建模求解过程需要学生综合运用数学知识、计算机编程、信息搜索等过程来得到数学模型的解，是整个数学建模过程最有传统数学味道的过程。于数学建模实践作业或者竞赛往往有时间限制，学生们要在速度和准确性之间达到平衡，太慢了无法在规定时间完成项目，而一味追求速度，则可能在中间换接出错，导致所有建模过程从头再来。通过数学建模的求解过程，学生们能够体会到欲速则不达的道理，踏踏实实, -步-个脚印地推进项目的进展，在这个过程中培养自己的耐心和毅力。 | 引发学生思考，培养学生耐力和毅力 |
| 2 | 数学建模的过程 | 数学建模课堂按照数学知识的框架介绍数学家们提出来的各种数学模型及应用。例如在介绍微分方程模型时,一个著名的数学模型是"万有引力的发现”，学生们从中将 了解到牛顿在故乡躲避大瘟疫时坚持学术研究，发明了微积分,提出万有引力理论，最终改变人们对宇宙的认识的故事。这些故事能让学生们相信只要他们在某个领域持续投入时间与精力,就一定能取得成功，指导他们在目前的学业和将来的职场中踏实地训练，用心地学习,最终达到自己预定的目标。 | 以数学家的故事指引人生 |

**七、考核及成绩评定**

（1）考核方法

本课程考核采用平时成绩+实验成绩+期末考试的综合考核方式，即：

**总成绩= 平时成绩\*30%+实验成绩\*30%+期末考试成绩\*40%**

平时成绩分为2部分：课后作业（25%）、课堂表现（5%）。

各考核环节及权重如表7-1所示。

表7-1 考核环节及权重表

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **学习目标** | **支撑毕业要求** | **评价方式及成绩比例（%)** | | | | **成绩比例**  **（%）** |
| **平时成绩** | | **实验**  **成绩**  **（30%）** | **期末**  **考试**  **（40%）** |
| **课后**  **作业**  **（25%）** | **课堂**  **表现**  **（5%）** |
| 学习目标1 | 指标点1.2 | 10 | 5 | 10 | 10 | 20 |
| 指标点1.4 | 5 |  | 5 | 20 | 50 |
| 学习目标2 | 指标点2.1 | 10 | 5 | 10 | 10 | 30 |
| 合计 | | 25 | 10 | 25 | 40 | 100 |

（2）考核内容及评价标准

1）平时成绩：占总成绩的30%。由课后作业和课堂表现2部分组成，课后作业主要针对课堂知识点，考核课程知识的理解和掌握程度，以及对课程知识的应用能力，通过课堂作业来验证所学的理论；课堂表现主要考核学生在课堂上的出勤及答问、讨论等表现。评分标准如表7-2所示。

表7-2 平时成绩考核与评价标准

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **学习目标** | **评价标准** | | | | **成绩比例**  **（%）** |
| **优秀** | **良好** | **合格** | **不合格** |
| 课后作业 | 学习目标1  （支撑毕业要求1.2） | 按时交作业；作业回答准确，描述合理，计算数值正确，核心方法掌握完全准确。 | 按时交作业；作业回答基本准确，描述较合理，计算数值有点错误，核心方法掌握基本准确。 | 按时交作业；作业回答一般，描述一般，计算数值错误较多，核心方法掌握一般。 | 不能按时交作业；作业回答不准确，描述不合理，计算数值不正确，核心方法掌握不对。 | 25 |
| 学习目标2  （支撑毕业要求1.4） | 按时交作业；对软件设计与体系结构的实现和描述论述清楚、语言规范。 | 按时交作业；对软件设计与体系结构核心管理方法的实现和描述论述基本清楚、语言较规范。 | 按时交作业；对软件设计与体系结构核心管理方法的实现和描述论述还算清楚、语言不太规范。 | 不能按时交作业；对软件设计与体系结构核心管理方法的实现和描述论述不清楚、语言不规范。 | 10 |
| 学习目标3  （支撑毕业要求11.1） |  |  |  |  |  |
| 课堂表现 | 学习目标1  （支撑毕业要求2.1） | 课堂表现良好，思维活跃，能够跟着老师的思维进行。 | 课堂表现较好，思维一般活跃，能够跟着老师的思维进行。 | 课堂表现一般，思维不够活跃，基本能够跟着老师的思维进行。 | 课堂表现较差，思维不活跃，无法跟着老师的思维进行。 | 10 |

2）实验成绩：占总成绩的30%。分为7次实验；每次评分施行百分制，评分内容包括到课、课堂表现、实际操作和实验报告，评分标准如表7-3所示。

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **学习目标** | **评价标准** | | | | |
| **优秀** | **良好** | **中等** | **及格** | **不及格** |
| 学习目标1、2、3 | 实验操作步骤正确，实验报告完整（包括实验预习、数据处理分析） | 实验操作步骤较正确、实验预习较完整、准确，数据处理及讨论较正确 | 实验操作步骤基本正确、实验预习基本完整、准确，数据处理及讨论基本正确 | 实验操作步骤不够正确实验预习不够完整、准确，数据处理及讨论不够正确 | 不做实验、不交实验报告 |

表7-3 实验成绩考核与评价标准

3）期末考试成绩：占总成绩40%。闭卷考试，考试时间120分钟，成绩采用百分制，卷面成绩总分100分，考试范围包括所有学习目标。具体考试时间安排在期末考试周由教务处统一通知。评分标准如表7-4所示。

表7-4 期末考试成绩考核与评价标准

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | **学习目标** | **评价标准** | | | | | **成绩**  **比例**  **（%）** |
| **优秀**  **（90-100分）** | **良好**  **（80-89分）** | **中等**  **（70-79分）** | **及格**  **（60-69分）** | **不及格**  **（60分以下）** |
| 期末  考试 | 学习目标1（支撑毕业要求1.2） | 对科学计算与数学建模的基本概念、基本要素和重要性，了解科学计算与数学建模的方法。能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合。 | 对软件项目管理的基本概念、基本要素和重要性，较了解科学计算与数学建模的方法能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合。 | 对软件项目管理的基本概念、基本要素和重要性，基本了解。科学计算与数学建模的方法能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合。 | 对软件项目管理的基本概念、基本要素和重要性，初步了解。科学计算与数学建模的方法能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合。 | 对软件项目管理的基本概念、基本要素和重要性，不了解。科学计算与数学建模的方法不能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价、比较和综合。 | 10 |
| 学习目标1（支撑毕业要求1.4） | 能够将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价。 | 较好的将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价。 | 基本掌握将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价。 | 初步了解将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价。 | 未掌握将软件工程专业知识和数学模型用于软件工程应用领域解决方案的评价。 | 20 |
| 学习目标3（支撑毕业要求11.1） | 能够运用数学、自然科学、工程科学的基本原理和软件工程的专业知识，识别、判断复杂软件工程项目需要解决的问题，并对问题进行定义和表述。 | 较好的运用数学、自然科学、工程科学的基本原理和软件工程的专业知识，识别、判断复杂软件工程项目需要解决的问题，并对问题进行定义和表述 | 基本掌握数学、自然科学、工程科学的基本原理和软件工程的专业知识，识别、判断复杂软件工程项目需要解决的问题，并对问题进行定义和表述 | 初步掌握数学、自然科学、工程科学的基本原理和软件工程的专业知识，识别、判断复杂软件工程项目需要解决的问题，并对问题进行定义和表述 | 未掌握运用数学、自然科学、工程科学的基本原理和软件工程的专业知识，识别、判断复杂软件工程项目需要解决的问题，并对问题进行定义和表述 | 10 |

4）按照工程教育认证标准和学校人才培养要求，考核以学生能力是否有效达成为基准。为保障学生课程培养能力的达成，规定期末考试卷面成绩低于40分（不含40分）总评成绩一律为不及格。

5）考核周期为一个学年。为使评价结果尽快反馈给各个教学环节，促使各个教学环节尽快改进，保证教学效果的快速提升，课程考核成绩评价每学年进行1次。

6）考核依据《计算机与电气工程学院学习目标达成评价实施办法》文件进行。

**八、课程质量评价和持续改进**

课程结束后由课程责任人以定量和定性评价方法，针对具体学习目标形成文字或图表形式的报告，针对学生个体和整体的学习成果评价并对相关问题进行分析；学习目标达成与课程在培养学生解决复杂工程问题能力的具体环节任务的达成相关性分析；对以上各薄弱环节进行原因分析，提供持续改进建议，并由学院教学指导委员会进行审核。针对学生个体和整体的学习目标评价方法如下：

1、面向整体学生的学习目标达成评价：

某学习目标评价值=∑每个学生学习目标评价值/学生总人数

2、针对学生个体的学习目标达成评价：

学生个体的学习目标评价值=（∑各考核环节所得分数×权重值）/学习目标总分值

3、针对学生学习目标未达成者，通过优秀学生与其沟通交流及任课教师进一步专题辅导改进；整体达成度较差部分，任课教师通过抽查与学生交流、分析问题，作进一步教学内容及方法的改善。

**九、教材与主要参考资料**

**1.教材：**郑洲顺。科学计算与数学建模（第一版），北京：高等教育出版社出版，2022。

**2.教学参考书目：**

[1] 郑洲顺。科学计算与数学建模（第四版）， 复旦大学出版社出版，2011。

[2] 李庆扬。科学计算方法基础，清华大学出版社出版，2012。

**十、教学团队**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 姓名 | 职称 | 承担的教学工作 |
| 江伟 | 讲师 | 指导老师 |
|  |  |  |
|  |  |  |

执笔人：江伟

系（室）审核机构：软件工程教学大纲审核小组 组长：江伟

审核执行人（签字）胡千红

2022年12月8日

教学院审核机构：

计电学院教学大纲审核小组 组长李建英

审核执行人（签字）沙伯海

2023年2月27日