

《数值分析》教学大纲

一、课程概况

课程名称（中文）	数值分析	课程代码	050411018
课程名称（英文）	Numerical analysis	课程属性	专业必修课
学时	32+16	学分	3
开课单位	金融与数学学院	开课学期	六
适用专业	数学与应用数学（师范）	是否核心课	否

二、课程描述

数值分析是数学与应用数学（师范）专业本科生的一门专业必修课。该课程主要有线性方程组的直接法与迭代法；插值的基本理论；最小二乘法；积分的数值算法；非线性方程的迭代解法；常微分方程初值问题的数值解法等。它以数学问题为对象，研究工程计算、科学计算的数值计算方法。通过本课程的学习，学生学会处理数值问题的基本思路和基本数值计算方法，初步具有应用计算机进行工程、科学计算的能力，为以后的学习和工作，打下扎实的应用型基础，并为以后深入研究数值计算的理论与方法奠定基础。

三、课程目标

课程目标	目标要求	权重
课程目标 1	学会线性方程组直接法与迭代法、插值基本理论、曲线拟合与最小二乘法、数值积分、非线性方程迭代解法、常微分方程数值解等基本理论。知道处理数值问题的基本思路和基本数值计算方法。	0.48
课程目标 2	具备应用计算机进行工程、科学计算的初步能力，为以后的学习和工作打下较扎实的基础。知道数值分析在科技进步和社会发展中的重要作用，能够运用数值分析有关计算方法结合各学科相关特点，解决某些实际问题。	0.24
课程目标 3	具备文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取数值分析相关信息的能力和跟踪数值分析前沿与发展动态的能力。通过课堂互动、小组作业、考勤等形式，学习主动性、反思研究技能、教学组织能力和合作交流的能力不断提高。	0.28

四、课程目标与毕业要求指标点对应关系

课程目标	支撑的毕业要求	支撑的毕业要求指标点
课程目标 1	3.学科素养 (H)	3-1: 学会数值分析的基本理论、方法与技能，具备运用数值分析基本计算方法解决实际问题的初步能力。 3-4 掌握中学数学基础知识和数学教学法知识，能够从

		数值分析观点认识中学数学有关知识。
	6.综合育人(L)	6-1具有三全育人意识,知道数学学科育人价值,能够结合数学教学进行育人活动。
课程目标 2	4.教学能力(M)	4-4具有一定创新意识,能发现和提出数学教学中的现实需要和问题,主动收集分析相关信息,利用科学研究方法分析和解决问题。
课程目标 3	7.学会反思(M)	7-2掌握反思方法和技能,学会运用批判性思维方法分析和解决问题。
	8.沟通合作(L)	8-1理解学习共同体的作用,具备团队协作精神;积极主动参与小组学习、专题研讨、团队互助等学习活动,乐于分享学习经验。

五、课程教学内容

第一章 引论

课程目标	课程目标 1、2、3
支撑关系	
教学目标	知道数值运算中误差的来源、误差的基本概念、误差分析的方法与原则。
教学重点	误差分析;有效数字。
教学难点	相对误差与有效数字的联系。
学时	课堂教学 2 学时,课外自主学习不少于 2 学时。
教学方法	讲解法、讨论法。
主要内容	4. 数值分析的主要研究对象与特点 5. 误差来源与误差分析的重要性 6. 误差的基本概念 7. 数值运算中误差分析的方法与原则
学习方法	自主学习

第一章 插值法

课程目标	课程目标 1、2、3
支撑关系	
教学目标	学会 Lagrange 插值与牛顿插值这形式不同而实质相等的两种插值的概念及余项估计;知道埃尔米特插值的概念及余项估计、初步知道分段低次插值的概念;学会曲线拟合与最小二乘法原理。
教学重点	拉格朗日插值;均差与牛顿插值;曲线拟合与最小二乘法。
教学难点	拉格朗日插值与牛顿插值的余项估计、埃尔米特插值。
学时	课堂教学 6 学时,课外自主学习不少于 6 学时。
教学方法	演示法、讲解法、讨论法。
主要内容	3. 拉格朗日插值 4. 均差与牛顿插值公式 5. 差分与等距节点插值公式 6. 埃尔米特插值 7. 分段低次插值 8. 曲线拟合与最小二乘法

学习方法 自主学习、课外辅导

第二章 数值积分

课程目标 课程目标 1、2、3

支撑关系

教学目标 知道数值积分的基本思想、代数精度的概念；学会插值型求积公式；知道高斯型求积公式、等距节点的牛顿-柯特斯公式及余项估计；知道复化求积法，龙贝格公式；知道数值微分的基本思想与运算。

教学重点 插值型求积公式；复化求积法；龙贝格算法；高斯型求积公式；数值微分。

教学难点 牛顿-柯特斯公式及余项估计；高斯型求积公式。

学时 课堂教学 4 学时，课外自主学习不少于 4 学时。

教学方法 演示法、讲解法、讨论法。

主要内容 3. 牛顿-柯特斯公式

4. 龙贝格算法

5. 高斯型求积公式

6. 数值微分

学习方法 自主学习、课外辅导

第三章 常微分方程的数值解法

课程目标 课程目标 1、2、3

支撑关系

教学目标 学会欧拉 (Euler) 方法、龙格-库塔方法的基本思想和计算过程；知道单步法的收敛性与稳定性。

教学重点 欧拉 (Euler) 方法；龙格-库塔方法。

教学难点 单步法的收敛性与稳定性。

学时 课堂教学 6 学时，课外自主学习不少于 4 学时。

教学方法 演示法、讲解法、讨论法。

主要内容 1. 欧拉 (Euler) 方法

2. 龙格-库塔方法

3. 单步法的收敛性与稳定性

学习方法 自主学习、课后辅导、课堂讨论

第四章 非线性方程根的求法

课程目标 课程目标 1、2、3

支撑关系

教学目标 学会二分法和不动点方法及其收敛性；学会牛顿切线法；知道牛顿割线法；知道代数方程中牛顿法的应用。

教学重点 二分法；不动点理论；牛顿切线法。

教学难点 不动点理论；迭代法的收敛性。

学时 课堂教学 6 学时，课外自主学习不少于 4 学时。

教学方法 讲解法、讨论法。

主要内容 4. 迭代法

5. 迭代法的收敛性

6. 牛顿法

7. 弦截法与抛物线法

学习方法 自主学习

第五章 解线性方法组的迭代方法

课程目标	课程目标 1、2、3
支撑关系	
教学目标	学会雅克比迭代法与高斯-塞德尔迭代法、向量和矩阵的范数的计算；知道迭代法的收敛性、知道解线性方程组的超松弛迭代法。
教学重点	雅克比迭代法；高斯-塞德尔迭代法；向量和矩阵的范数的计算。
教学难点	迭代法的收敛性；矩阵的范数的概念与有关定理。
学时	课堂教学 4 学时，课外自主学习不少于 6 学时。
教学方法	讲授法、任务驱动法、案例教学法
主要内容	3. 雅克比迭代法与高斯-塞德尔迭代法 4. 向量和矩阵的范数 5. 迭代法的收敛性 6. 解线性方程组的超松弛迭代法
学习方法	自主学习、课后辅导

第六章 解线性方法组的直接方法

课程目标	课程目标 1、2、3
支撑关系	
教学目标	学会高斯消去法、主元素消去法、矩阵的 LU 分解、条件数的计算；知道追赶法的基本思想、知道误差分析的基本原理。
教学重点	高斯消去法、矩阵的 LU 分解。
教学难点	矩阵的 LU 分解；误差分析。
学时	课堂教学 4 学时，课外自主学习不少于 6 学时。
教学方法	讲授法、任务驱动法、案例教学法
主要内容	3. 高斯消去法 4. 矩阵的 LU 分解 5. 矩阵三角分解 6. 误差分析
学习方法	自主学习

六、实验教学

1. 实验项目与课时分配

实验项目编号	实验项目名称	课时分配	实验类别	实验类型	实验要求	每组人数
0507010120901	函数插值方法	4	专业基础	验证性	必修	
0507010120902	数值积分	2	专业基础	验证性	必修	
0507010120903	微分方程数值解	2	专业基础	综合性	必修	
0507010120904	非线性方程求解	4	专业基础	验证性	必修	
0507010120905	线性方程组的迭代法	2	专业基础	验证性	必修	
0507010120906	线性方程组的直接解法	2	专业基础	综合性	必修	
合计	6	16				

2.实验条件

实验主要设备和台件数

实验项目编号	实验项目	设备名称	每组应配合件数	备注
0507010120901	函数插值方法	电脑	58	
0507010120902	数值积分	电脑	58	
0507010120903	微分方程数值解	电脑	58	
0507010120904	非线性方程求解	电脑	58	
0507010120905	线性方程组的迭代法	电脑	58	
0507010120906	线性方程组的直接解法	电脑	58	

3.实验项目内容及要求

综合数值分析课程共设置 6 个实验模块，通过一系列前后衔接、上下贯通的实验项目来解决一个科学问题。

章节名称	实验内容	基本要求	课时	教学方法	支撑课程目标
模块 1 函数插值方法	(1) 利用拉格朗日插值公式做近似计算； (2) 画图说明龙格现象； (3) 曲线拟合。	(1) 知道龙格现象； (2) 学会利用拉格朗日插值公式做近似计算的方法。 (3) 学会曲线拟合方法。	4	实验讲授 实践教学	课程目标 1、2、3
模块 2 数值积分	(1) 复化梯形公式； (2) 复化 simpson 公式； (3) 高斯求积公式。	(1) 学会复化梯形公式； (2) 学会复化 simpson 公式； (3) 知道高斯求积公式。	2	实验讲授 实践教学	课程目标 1、2、3
模块 3 微分方程数值解	(1) 利用欧拉公式求微分方程的数值解； (2) 利用改进的欧拉公式求微分方程的数值解； (3) 利用龙格-库塔法求微分方程的数值解。	(1) 学会利用欧拉公式求微分方程的数值解； (2) 学会利用改进的欧拉公式求微分方程的数值解； (3) 知道利用龙格-库塔法求微分方程的数值解；	2	实验讲授 实践教学	课程目标 1、2、3
模块 4 非线性方程求解	(1) 利用二分法求方程的数值解； (2) 利用牛顿法求方程的数值解； (3) 利用设计的迭代公式求方程的解。	(1) 学会利用二分法求方程的数值解； (2) 学会利用牛顿法求方程的数值解； (3) 初步知道利用设计的迭代公式求方程的解。	4	实验讲授 实践教学	课程目标 1、2、3

章节名称	实验内容	基本要求	课时	教学方法	支撑课程目标
模块5 线性方程组的迭代法	(1) 利用雅克比迭代公式求线性方程组的解; (2) 利用高斯-赛德尔迭代公式求线性方程组的解。	(1) 学会利用雅克比迭代公式求线性方程组的解; (2) 学会利用高斯-赛德尔迭代公式求线性方程组的解。	2	实验讲授 实践教学	课程目标 1、2、3
模块6 线性方程组的直接解法	(1) 利用高斯消去法求线性方程组的解; (2) 利用主元素消去法求线性方程组的解; (3) 利用矩阵LU分解求线性方程组的解。	(1) 学会利用高斯消去法求线性方程组的解; (2) 知道利用主元素消去法求线性方程组的解; (3) 知道利用矩阵LU分解求线性方程组的解。	2	实验讲授 实践教学	课程目标 1、2、3

4.实验报告

填写实验报告的基本要求，包括：实验名称、目的、内容。

七、教学要求

1.通过教学的各个环节使学生达到各章中所提出的有关本课程的基本概念、基本原理和基础知识，要求学生牢固学会并熟练运用教学的重点内容，拓宽学生的学习方法和思路，并积极引导学生利用所学的数值分析有关原知道决实际问题。

2.课堂讲授实行启发式，力求少而精，突出重点与难点，要求学生牢固学会并熟练运用重点内容。重视对学生的学习方法指导和课堂教学效果信息的反馈，同时将结合课程目标要求，做好考核内容设计，并严格按照本大纲要求做好出勤率统计、作业评价等各项工作。

3.坚持课后练习是教好、学好本课程的关键。根据正常教学进度布置一定量的课后作业，要求学生按时完成。同时重视课堂讨论、线上线下课外辅导和批改作业等各个重要教学环节。

八、课程的考核环节及课程目标达成度自评方式

(一) 成绩构成

1.考核成绩=期末成绩×60%+平时成绩×40%

2.期末成绩说明

(1) 期末考试形式分为笔试和上机测试，其中笔试为闭卷考试，笔试和上机测试分数比例为2:1。考核成绩为百分制。

(2) 期末考试支撑课程目标1和课程目标2；根据课程目标，统计试题分别支撑课程目标1和课程目标2的分值，用于核算课程目标达成度。

3.平时成绩说明

(1) 平时成绩为百分制，由平时作业成绩(a1)、平时测试成绩(a2)、考勤与表现成绩(a3)。

$$\text{平时成绩} = a1 * 0.4 + a2 * 0.3 + a3 * 0.3$$

(2) 平时成绩评分细则

平时作业 a1: 考核学生利用数值分析理论、技术解决实际问题中的能力，作业以实验报告为主要形式，上交电子版作业，以 a1×40%进行平时成绩核算。

平时测试 a2: 以利用数值分析基本理论结合编程计算为主要考核点, 题型以讨论探索题为主要形式。以 $a2 \times 30\%$ 进行平时成绩核算。

考勤与表现 a3: 通过考勤、课堂回答问题、课后线上交流等环节进行, 根据问题难易程度、互动表现核算加、减分, 以实际得分 $a3 \times 30\%$ 进行平时成绩核算。

(3) 平时成绩与课程目标的对应关系

目标编号	课程目标内容	平时作业	平时测试	考勤与表现	分值小计
1	课程目标 1: 要求学生学会线性方程组直接法与迭代法、插值基本理论、曲线拟合与最小二乘法、数值积分、非线性方程迭代解法、常微分方程数值解。知道常用的基本数值计算方法。		20		20
2	课程目标 2: 知道数值分析在科技进步和社会发展中的重要作用, 能够运用数值分析有关计算方法结合编程计算, 解决某些实际问题。		10		10
3	课程目标 3: 初步具备文献检索、资料查询及运用现代信息技术获取数值分析相关信息的能力和跟踪数值分析前沿与发展动态的能力。通过课堂互动、小组作业、考勤等形式, 学习主动性、反思研究技能、教学组织能力和合作交流的能力不断提高。	40		30	70
分值合计		40	30	30	100

(二) 课程达成度分析

课程目标达成度评价包括课程分目标达成度评价和课程总目标达成度评价。

1. 课程分目标达成度计算

$$D_i = \sum \frac{S_k}{T_k} \times W_k$$

式中: D_i ——编号为 i 的课程目标的达成度;

S_k ——支撑编号为 i 的课程目标有 k 个考核环节, S_k 为编号为 k 的考核环节的平均得分;

T_k ——支撑编号为 i 的课程目标有 k 个考核环节, T_k 为编号为 k 的考核环节的总分;

W_k ——编号为 i 的课程目标对应第 k 个考核环节的权重。

2. 课程总目标达成度计算

$$D = \sum D_i \times Q_i$$

式中: D ——课程总目标达成度;

D_i ——编号为 i 的课程分目标对应的达成度;

Q_i ——编号为 i 的课程目标的权重。

九、课程思政目标

当代中国, 处于中国特色社会主义建设的新的历史发展阶段, 同时也进入了改革开放的新时期。然而, 国际国内形势的依然错综复杂, 意识形态领域的斗争

越发尖锐。德育教育是高等教育之魂，德育教育不仅仅体现于思想政治课的范畴之内，而且应该融入到所有课程之中。数值分析作为一门应用性较强的数学与应用数学专业的专业课，在领会有关基本概念、基本理论，基本计算方法和技巧的同时，在学习的各个环节融入课程思政元素，在学习知识的过程中潜移默化地接受思想洗礼和情感陶冶，做到知识学习与价值塑造有机融合，体悟数学内涵和谐之美，传承数学巨人的家国情怀，把献身祖国作为自己的毕生追求。

十、教材、参考书目及学习资料

1.拟使用教材

- [1]李庆阳,王能超,易大义.数值分析(第5版)[M].武汉:华中科技大学出版社,2018.
- [2]任玉杰.数值分析及其MATLAB实现[M].北京:高等教育出版社,2007.

2.其他参考资料

- [1]王能超.数值分析简明教程(第2版)[M].北京:高等教育出版社,2003.
- [2]李有法.数值计算方法[M].北京:高等教育出版社,2005.
- [3]黄云清.数值计算方法[M].北京:科学出版社,2010.
- [4]林亮.数值分析方法与实验基于MATLAB实现[M].北京:高等教育出版社,2012.
- [5]张德丰.MATLAB数值分析[M].北京:清华大学出版社,2016.
- [6]期刊杂志:计算数学学报、计算数学、数值计算有关学术期刊.

3.网络教学资源

- [1]东北大学数值分析国家精品课程:<https://www.icourse163.org/course/NEU-1002089009>