

《数值分析》

课程教学大纲

一、课程基本信息

课程类型	总学时为学时数	<input checked="" type="checkbox"/> 理论课（含上机、实验学时）			
	总学时为周数	<input type="checkbox"/> 实习 <input type="checkbox"/> 课程设计 <input type="checkbox"/> 毕业设计			
课程编码	7087421	总学时	64	学分	4
课程名称	数值分析				
课程英文名称	Numerical Analysis				
适用专业	信息与计算科学				
先修课程	(7086701) 数学分析 (1)、(7086602) 数学分析 (2)、(7086703) 数学分析 (3)、(7030601) 高等代数 (1)、(7030602) 高等代数 (2)、(7012601) 常微分方程				
开课部门	理学院数学系				

二、课程性质与目标

本课程为信息与计算科学专业的一门十分重要的专业必修课程课。它研究数值计算的理论和方法，具有很广泛的应用性。随着计算机的迅速发展，数值计算方法已经融合渗透到科学和工程技术的各个领域，并成为解决数学、自然科学和工程技术中许多实际问题的一种不可缺少的有力工具。

课程目标：本课程为学生奠定扎实的应用数学的理论基础，目的是让学生熟悉数值分析的基本概念和理论，培养学生应用计算机从事科学与工程计算的能力，并为后续课程的学习和本课程的进一步运用打下良好的基础。

课程思政目标：通过对极限、迭代等数值分析常用方法的学习，培养学生看问题看大势、看主流的大局观和判断力；培养学生学会理论联系实际，从实践中来，到实践中去；培养学生感受人类对真理的不断追求，对未知世界的强烈好奇心和求知欲，激发学生的科学精神与创新精神。

三、课程教学基本内容与要求

1. 数值分析与科学计算引论

- (1) 了解数值分析的研究对象与特点。
- (2) 了解误差的来源与分类，掌握求有效数字，掌握简单的误差估计。
- (3) 了解误差的定性分析及避免误差危害。

2. 插值法

- (1) 了解插值的概念。
- (2) 掌握拉格朗日 (Lagrange) 插值法及其余项公式。
- (3) 了解均差的概念及基本性质, 掌握牛顿 (Newton) 插值法。
- (4) 了解差分的概念, 了解牛顿前插公式、后插公式。
- (5) 了解埃尔米特 (Hermite) 插值及其余项公式。
- (6) 知道高次插值的病态性质, 理解分段线性插值和分段埃尔米特插值及其误差和收敛性。
- (7) 理解三次样条插值, 知道其误差和收敛性。

3. 函数逼近与快速傅立叶变换

- (1) 了解函数逼近的基本概念, 了解范数和内积空间。
- (2) 了解正交多项式的概念, 了解切比雪夫 (Chebyshev) 多项式, 和勒让德 (Legendre) 多项式以及它们的性质, 知道其他常用正交多项式。
- (3) 理解最佳一致逼近的概念和切比雪夫定理, 掌握最佳一次一致逼近多项式的求法。
- (4) 理解最佳平方逼近的概念, 掌握最佳平方逼近多项式的求法, 了解用正交多项式做最佳平方逼近的方法。
- (5) 了解曲线拟合的最小二乘法掌握计算, 了解用正交多项式做最小二乘拟合。
- (6) 了解最佳平方逼近与快速傅里叶变换。
- (7) 了解有理逼近。

4. 数值积分与数值微分

- (1) 了解数值求积的基本思想、代数精度的概念、插值型求积公式及其代数精度、求积公式的收敛性和稳定性。
- (2) 了解牛顿-柯特斯 (Newton-Cotes) 公式及其性质和余项。
- (3) 掌握复化梯形公式和复化辛普森公式及其余项。
- (4) 了解龙贝格 (Romberg) 求积算法。
- (5) 了解高斯求积公式的理论, 了解高斯-勒让德求积公式和高斯-切比雪夫求积公式。
- (6) 了解几种常用的数值微分方法。

5. 解线性方程组的直接方法

- (7) 了解求解方程组的两类方法, 了解矩阵基础知识。
- (8) 掌握高斯消去法, 了解矩阵的三角分解。
- (9) 掌握高斯列主元素消去法, 了解高斯-若当消去法。

- (10) 掌握直接三角分解法, 了解平方根法, 掌握追赶法, 了解有关结论。
- (11) 了解向量和矩阵的几种范数。
- (12) 了解矩阵和方程组的性态, 理解求其条件数。
- (13) 了解初等反射阵和平面旋转阵, 了解 QR 分解, 了解用正交约化法解超定方程组。

6. 解线性方程组的迭代法

- (1) 了解迭代法及其收敛性的概念。
- (2) 掌握雅可比(Jacobi)迭代法、高斯-赛德尔(Gauss-Seidel)迭代法和超松弛(SOR)迭代法。
- (3) 了解一阶定常迭代法的基本定理, 掌握特殊方程组迭代法的收敛条件。
- (4) 了解分块迭代法。

7. 非线性方程与方程组的数值解法

- (1) 了解求根问题和二分法。
- (2) 了解不动点迭代法, 及不动点存在性和迭代收敛性; 了解收敛阶的概念和有关结论。
- (3) 了解加速迭代收敛的埃特金方法和斯蒂芬森方法。
- (4) 掌握牛顿法及其收敛性、了解简化牛顿法和牛顿法下山法, 了解重根情形。
- (5) 掌握弦截法, 了解抛物线法。
- (6) 了解非线性方程组的迭代解法。

8. 矩阵特征值计算

- (1) 了解特征值和特征向量的概念和性质, 了解圆盘定理、Schur 定理和 Rayleigh 商。
- (2) 掌握幂法, 了解其加速收敛技术, 了解反幂法。
- (3) 了解豪斯霍尔德方法。
- (4) 了解 QR 方法。

9. 常微分方程初值问题数值解法

- (1) 了解常微分方程初值问题的存在唯一性及其数值解的概念。
- (2) 掌握欧拉(Euler)法并了解其变形, 了解方法的精度和截断误差的概念, 掌握改进欧拉法。
- (3) 了解用龙格-库塔(Runge-Kutta)法, 并了解它的导出。
- (4) 了解单步法的收敛性和相容性、绝对稳定性和绝对稳定域。
- (5) 了解线性多步法的导出, 了解使用常用方法。
- (6) 了解一阶方程组、高阶方程、刚性方程组的数值解法。

四、课程学时分配

教学内容	讲授	习题	测验	课内学时小计	课外学时
1. 数值分析与科学计算引论	2			2	0
2. 插值法	8			8	0
3. 函数逼近与快速傅立叶变换	8			8	0
4. 数值积分与数值微分	8			8	0
5. 解线性方程组的直接方法	8	2	2	12	0
6. 解线性方程组的迭代法	8			8	0
7. 非线性方程与方程组的数值解法	6			6	0
8. 矩阵特征值计算	4			4	0
9. 常微分方程初值问题数值解法	6	2		8	0
合计	58	4	2	64	0

五、实践性教学内容的安排与要求

实践性内容由学生课后自行完成。

六、教学设计与教学组织

为更充分利用学时，发挥多媒体在信息传播方面的作用，应采用计算机多媒体等教学手段。教学是“教”与“学”的互动过程，根据实际情况，对有利于学生积极参与的方式方法均应积极探索和使用。

鼓励学生在业务时间学习编程技术，并将数值分析中的问题通过编程进行求解，培养学生面对复杂问题能够利用所学知识进行分析、抽象模型，并动手实践。

七、教材与参考资料

1. 教材

《数值分析》(第五版)，李庆扬、王能超、易大义编，清华大学出版社，2008年，ISBN: 978-7-302-18565-9

2. 参考资料

(1)《数值分析基础》(第3版)，关治、陆金甫编，高等教育出版社，2019年，ISBN: 978-7-04-051315-8

八、课程考核方式与成绩评定标准

采用闭卷笔试方式，要求卷面内容覆盖大纲 80%以上，百分制评定成绩，平时成绩占 30%（含作业，课堂表现，期中考试等）。

九、大纲制(修)订说明

无

大纲执笔人：张波

大纲审核人：吴宏锋

开课系主任：郑权

开课学院教学副院长：李红梅

制（修）订日期：2022 年 1 月