

《数值分析》课程教学大纲

课程基本信息

课程编号：

课程中文名称：数值分析（基础及学科理论课 核心课）

课程英文名称：Numerical Analysis

开课学期： 春季

学分/学时： 3/48

先修课程：线性代数，数学分析

建议后续课程： 泛函分析、最优化理论等

适用专业/开课对象：控制理论与控制工程专业研究生

授课教师：李明星

一、 课程的性质、目的和任务

该课程是研究生的必修课程。数值分析是计算数学、计算机科学以及工程实际相结合的产物，研究如何用数值计算的方法求解问题，关注数值计算如何实施、方法的收敛性、稳定性和误差估计等。它是理工科专业的重要基础课程。通过本课程的教学，应达到以下的目的和要求：

- 1、使学生掌握数值分析的基本理论和研究方法，并能较为灵活地加以运用。
- 2、培养学生的抽象思维能力、逻辑思维能力、解决数值问题的能力和编程能力，并为学生进一步学习其它数学课程和专业课程打下良好的基础。

二、 课程内容、基本要求及学时分配

第一章 绪论 (4 学时)

- 1.1 数值分析的研究对象
- 1.2 误差的基本概念
- 1.3 向量范数与矩阵范数

基本要求：掌握模型误差、观测误差、截断误差、舍入误差、相对误差、绝对误差、有效数字、向量范数以及矩阵范数等概念，会判断有效数字位数以及数值精度和复杂度，掌握本课程常用的符号含义。

第二章 线性方程组的解法

(6 学时)

2.1 Gauss 消去法

2.2 直接三角分解法

2.3 矩阵的条件数与病态线性方程组

2.4 迭代法

基本要求：掌握顺序 Gauss 消去法、列主元素 Gauss 消去法、Doolittle 分解、Crout 分解、三角分解法解带状方程组、追赶法解三对角线方程组等，掌握病态方程组的判定与求解方法以及迭代法求解方程组，掌握收敛性的判别以及编程实现给定方程的分析求解。

第三章 矩阵特征值与特征向量的计算

(7 学时)

3.1 幂法与反幂法

3.2 Jacobi 方法

3.3 QR 方法

基本要求：掌握幂法、反幂法、Jacobi 方法以及 QR 分解方法，明确各个方法收敛性判别方法、收敛速度以及节省计算时间和提高精度的措施，会编程计算给定矩阵的特征值、特征向量以及对应的 QR 分解。

第四章 非线性方程与非线性方程组的迭代解法

(7 学时)

4.1 非线性方程的迭代解法

4.2 非线性方程组的迭代解法

基本要去：掌握非线性方程/方程组的 Steffensen 迭代法、Newton 法以及割线法，会分析相应方法的收敛性、收敛速度，会按要求编程求解给定的非线性方程和方程组。

第五章 插值与逼近

(8 学时)

5.1 代数插值

5.2 Hermite 插值

5.3 样条插值

5.4 三角插值与快速 Fourier 变换

5.5 正交多项式

5.6 函数的最佳平方逼近

基本要求：掌握一元/二元函数插值的基本方法、Hermite 插值、样条插值及插值函数的求解、周期函数的三角插值及快速 Fourier 变换，理解正交多相式的概念，掌握正交多项式的性质以及常

见的如 Legendre 多项式、Chebyshev 多项式以及 Laguerre 多项式等，掌握函数的最佳平方逼近元素等概念、最佳逼近元素的判别方法与性质，熟悉正交函数与样条函数在最佳逼近中的应用、曲线拟合与曲面拟合等。

第六章 数值积分 (8 学时)

- 6.1 求积公式及其代数精度
- 6.2 插值型求积公式
- 6.3 Newton-Cotes 求积公式
- 6.4 Newton-Cotes 求积公式的收敛性与数值稳定性
- 6.5 复化求积法
- 6.6 Romberg 积分法

基本要求：掌握截断误差或余项的计算、代数精度的概念和判别、插值型求积公式以及对应的代数精度和判别条件、收敛性与数值稳定性，掌握典型的求积公式如：梯形公式、Simpson公式、Cotes公式等。

第七章 常微分方程初值问题的数值解法 (8 学时)

- 7.1 一般概念
- 7.2 显示单步法
- 7.3 线性多步法
- 7.4 步长的选择
- 7.5 常微分方程组与刚性问题

基本要求：掌握整体截断误差、局部截断误差、相容性条件以及刚性问题等基本概念，掌握显示单步法的一般形式、Runge-Kutta方法、线性多步法的一般形式及预报-校正格式、步长的选择、相容性、收敛性以及稳定性分析，会分析刚性问题以及处理刚性问题。能编程求解给定的常微分方程/方程组。

三、 教学方法

课堂教学环节：课堂理论教学通过实际工程问题，引出相关概念，通过启发和讨论探究解决问题的方法与途径；通过例题讲解或实例分析将所学的知识与方法加以应用。讲课的过程中，根据学生的接受程度和接受能力在适当调整教学进度。

课外教学环节：以平时作业为主，对于学有余力的学生，根据情况布置适当的课外扩展阅读

和研究型问题。

四、 课内外教学环节及基本要求

安排一定量的课外扩展阅读和研究型问题：经典教材以及文献阅读、高难度习题解答、实际问题的求解等。

五、 考核方式及成绩评定

考核采用百分制，分数由三部分构成：平时出勤情况及课堂表现占 10%，平时作业 10%、编程实践作业 10%、期末考试 70%。

六、 持续改进

本课程根据学生作业、课堂讨论、平时考核情况和学生、教学督导等反馈，及时对教学中不足之处进行改进，并在下一轮课程教学中改进提高，确保相应毕业要求指标点达成。

七、 教材和参考资料

教材：

[1] 颜庆津，数值分析(第 4 版)，北京航空航天大学出版社，2012.

参考资料：

[1] H.C. 巴赫瓦洛夫 等著，陈阳舟 译，数值方法(第 5 版)，高等教育出版社，2014.

[2] 喻文健，数值分析与算法(第 2 版)，清华大学出版社，2015.