



全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

向华 李大美 编著

# 数值计算及其工程应用

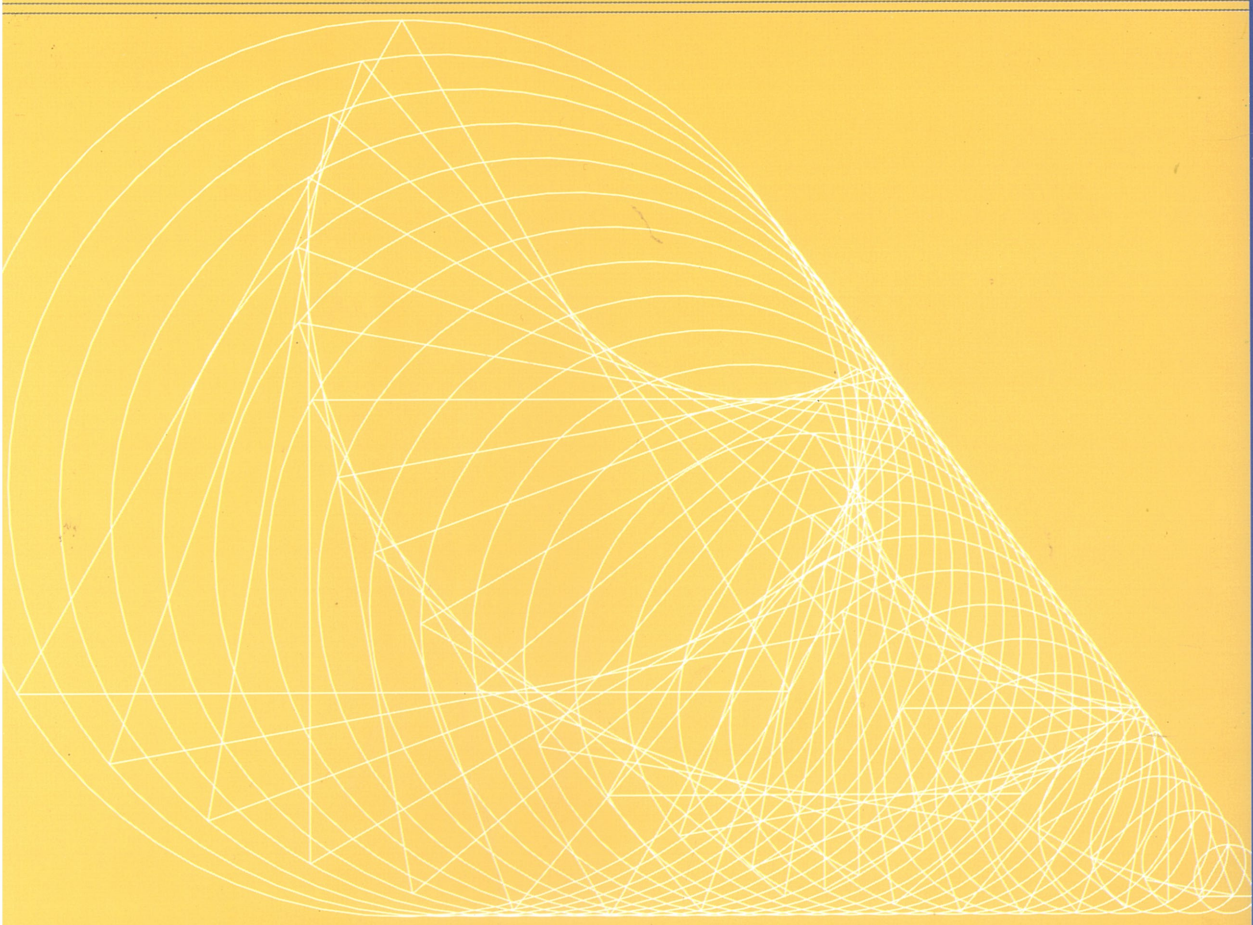
<http://www.tup.com.cn>



清华大学出版社



全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材



清华大学出版社数字出版网站

WQBook    
www.wqbook.com

ISBN 978-7-302-40177-3



9 787302 401773 >

定价：35.00元

## 内 容 简 介

本教材主要是针对全国工程硕士专业学位研究生“数值分析”或“数值计算”课程的教学而编写的,特别针对各工程领域实际应用的特点,确定了教材的基本内容,其主导思想是:“了解背景、掌握概念、注重原理、淡化推导、强调实现、突出应用。”这也是该教材的主要特点,即介绍问题的工程背景,讲解基本概念和数学原理,介绍一般的数学理论和算法,淡化理论推导和纯粹的计算,重点讲授应用方法,借助于计算机和工具软实现算法,特别突出解决实际工程问题的实用性。

本书可作为相关各工程领域的工程硕士专业学位研究生“数值分析”或“数值计算”课程的教材,也可作为工科各专业的大学本科生和研究生的“数值分析”或“数值计算”课程教材或参考教材,也可供从事相关研究工作的工程技术人员参考之用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

### 图书在版编目(CIP)数据

数值计算及其工程应用/向华,李大美编著.--北京:清华大学出版社,2015

全国工程专业学位研究生教育国家级规划教材

ISBN 978-7-302-40177-3

I. ①数… II. ①向… ②李… III. ①数值计算—研究生—教材 IV. ①O241

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 101594 号

责任编辑:刘颖

封面设计:何凤霞

责任校对:王淑云

责任印制:杨艳

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社总机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, [c-service@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:三河市金元印装有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:15.5 字 数:377千字

版 次:2015年9月第1版 印 次:2015年9月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:35.00元

产品编号:057905-01



# 目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 误差的基本概念	2
1.2 向量范数与矩阵范数	6
1.3 向后误差和条件数	8
1.4 数值实验基础	10
习题	17
第 2 章 线性方程组的直接法和迭代法	19
2.1 Gauss 消去法	19
2.1.1 顺序 Gauss 消去法	19
2.1.2 列选主元	23
2.1.3 其他直接法	26
2.1.4 Gauss 消去法的误差分析	28
2.2 经典迭代算法	29
2.2.1 经典迭代格式	29
2.2.2 经典迭代格式的收敛性	33
2.3 共轭梯度法	37
2.4 计算实例——线性方程组直接法和迭代法	41
习题	53
第 3 章 非线性方程(组)的数值解法	57
3.1 二分法	57
3.2 不动点迭代	58
3.3 Newton 法	61
3.3.1 算法介绍	61
3.3.2 Newton 法的二次收敛性	64
3.3.3 Newton 法的变形	65
3.4 非线性方程组	67
3.4.1 基本格式	67
3.4.2 离散 Newton 法	68

3.4.3 拟 Newton 法 .....	68
3.5 多项式求根 .....	69
3.6 计算实例——非线性方程(组)解法 .....	71
习题 .....	82
<b>第 4 章 矩阵特征值问题 .....</b>	<b>85</b>
4.1 矩阵特征值的有关性质 .....	86
4.1.1 一般矩阵的扰动性质 .....	86
4.1.2 Hermite 矩阵的性质 .....	87
4.2 基本正交变换 .....	88
4.2.1 Householder 变换 .....	88
4.2.2 Givens 变换 .....	90
4.3 幂法及其若干推广 .....	90
4.4 QR 方法 .....	92
4.4.1 基本 QR 算法 .....	92
4.4.2 上 Hessenberg 化 .....	94
4.4.3 带原点位移的 QR 算法 .....	96
4.4.4 隐式双步位移 .....	98
4.4.5 对称 QR 算法 .....	100
4.5 Jacobi 方法 .....	101
4.6 计算实例——矩阵特征值 .....	103
习题 .....	107
<b>第 5 章 函数插值与逼近 .....</b>	<b>109</b>
5.1 插值的基本概念 .....	109
5.1.1 插值问题 .....	109
5.1.2 插值多项式的存在唯一性 .....	110
5.1.3 插值余项 .....	111
5.2 Lagrange 插值 .....	112
5.2.1 Lagrange 插值基函数 .....	112
5.2.2 Lagrange 插值多项式 .....	113
5.3 Newton 插值 .....	114
5.3.1 差商及性质 .....	114
5.3.2 Newton 插值多项式 .....	116
5.4 Hermite 插值 .....	118
5.5 分段低次插值 .....	120
5.5.1 高次插值的缺陷 .....	120
5.5.2 分段线性插值 .....	121
5.5.3 分段三次 Hermite 插值 .....	122

5.6	三次样条插值 .....	124
5.6.1	插值问题与插值条件 .....	124
5.6.2	三弯矩方程 .....	124
5.7	最佳逼近 .....	128
5.7.1	最佳平方逼近 .....	129
5.7.2	正交多项式 .....	130
5.7.3	用正交函数求最佳逼近 .....	133
5.7.4	三角函数逼近与快速 Fourier 变换 .....	134
5.8	曲线拟合的最小二乘法 .....	136
5.8.1	曲线拟合 .....	136
5.8.2	几种具体的拟合曲线类型 .....	138
5.9	计算实例——函数插值与逼近 .....	140
	习题 .....	157
<b>第 6 章</b>	<b>数值积分 .....</b>	<b>162</b>
6.1	代数精度与插值型求积公式 .....	162
6.1.1	代数精度 .....	162
6.1.2	插值型求积公式 .....	164
6.2	Newton-Cotes 求积公式 .....	166
6.2.1	Newton-Cotes 公式 .....	166
6.2.2	几个低阶求积公式 .....	168
6.3	复化求积 .....	171
6.3.1	复化梯形公式 .....	171
6.3.2	复化 Simpson 公式 .....	172
6.4	Romberg 算法 .....	174
6.4.1	复化梯形公式逐次分半算法 .....	174
6.4.2	Richardson 外推法 .....	175
6.4.3	Romberg 积分法 .....	176
6.5	Gauss 型求积公式 .....	178
6.5.1	Gauss 型求积公式的定义 .....	178
6.5.2	Gauss 型求积公式的建立 .....	179
6.6	二重积分的数值求积 .....	181
6.7	计算实例——数值积分 .....	184
	习题 .....	188
<b>第 7 章</b>	<b>常微分方程初值问题的数值方法 .....</b>	<b>191</b>
7.1	理论简介 .....	191
7.2	Euler 方法和相容性 .....	192
7.3	Runge-Kutta 法 .....	194

7.4	稳定性和收敛性 .....	197
7.5	线性多步法 .....	201
7.5.1	一般形式 .....	201
7.5.2	相容性、稳定性和收敛性 .....	204
7.5.3	绝对稳定性 .....	205
7.6	常微分方程组 .....	207
7.7	刚性问题 .....	208
7.8	计算实例——常微分方程数值解 .....	209
	习题 .....	222
<b>第 8 章</b>	<b>偏微分方程数值方法简介 .....</b>	<b>226</b>
8.1	Poisson 方程 .....	226
8.2	热传导方程 .....	228
8.3	波动方程 .....	231
8.4	计算实例——Poisson 方程数值解 .....	236
	参考文献 .....	239