



面向 21 世纪 课程 教材
Textbook Series for 21st Century



全国高等农林院校“十一五”规划教材

高等数学

第二版

梁保松 陈 涛 主编

中国农业出版社

面向 21 世纪课程教材
Textbook Series for 21st Century
全国高等农林院校“十一五”规划教材

高等数学

第二版

梁保松 陈 涛 主编

中国农业出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高等数学/梁保松, 陈涛主编. —2 版. —北京: 中国农业出版社, 2007.8

面向 21 世纪课程教材. 全国高等农林院校“十一五”规划教材

ISBN 978-7-109-11889-8

I. 高… II. ①梁…②陈… III. 高等数学-高等学校-教材 IV. 013

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 112998 号

中国农业出版社出版

(北京市朝阳区农展馆北路 2 号)

(邮政编码 100026)

责任编辑 彭明喜

北京中兴印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所发行

2002 年 6 月第 1 版 2007 年 8 月第 2 版

2007 年 8 月第 2 版北京第 1 次印刷

开本: 820mm×1080mm 1/16 印张: 20.5

字数: 482 千字

定价: 29.50 元

(凡本版图书出现印刷、装订错误, 请向出版社发行部调换)

内 容 提 要

本教材被教育部列入全国高等教育“面向 21 世纪课程教材”，第一版曾荣获 2005 年中华农业科教基金会优秀教材奖。主要内容有：函数的极限与连续、导数与微分、微分中值定理与导数的应用、不定积分、定积分、多元函数微分学、二重积分、无穷级数、微分方程与差分方程等，以及它们在生命科学、经济管理、社会科学中的应用。本书内容丰富，取材广泛，注重体现素质教育与创新能力的培养，突出应用数学能力的培养，体现数学建模思想。

本教材各节后配有适量习题，以巩固所学内容。每章后均有自测题，其题型包括选择题、判断题、填空题、证明题，供报考研究生者选用。本书附有习题及自测题参考答案，使内容和体系更加完善。

本教材结构严谨、逻辑清晰、叙述详细、通俗易学。可作为高等院校农、林、牧、生物、经管、财会等专业的教科书，也可作为各类专业技术人员的参考书。

第二版作者名单

主 编 梁保松 陈 涛
副 主 编 张玉峰 方桂英 曹殿立 叶耀军
编写人员 梁保松 陈 涛 张玉峰 方桂英
曹殿立 叶耀军 林淑蓉 梅 芳
杨燕新 胡丽萍 杜世平

第二版前言

本书是教育部审定的面向 21 世纪课程教材，2002 年出版至今已经 5 年了，先后重印多次，使用学校较多，深受教师和学生的好评。第一版曾荣获 2005 年中华农业科教基金会优秀教材奖。第二版是根据五年的教学改革实践，在广泛听取教师和读者意见的基础上，按照新形势下教材改革的精神进行全面修订而成的。在修订中，保留了原教材的体系和风格，以及结构严谨、逻辑清晰、叙述详细、通俗易懂、例题较多、便于自学等优点。同时注意吸收当前教材改革中的一些成功举措，使得新版教材日臻完善，成为一部既适合当前教学需要、适应时代要求，又继承传统优点的教材。

新版教材增补了函数的特性，以便更好地与中学数学衔接；增加了微积分在生命科学、经济管理和日常生活等方面的应用性例题和习题，突出了数学的应用及数学建模思想；对第一版存在的个别问题，也作了修订。

本书第二版由梁保松、陈涛任主编，张玉峰、方桂英、曹殿立、叶耀军任副主编。参加编写人员有：梁保松、陈涛、张玉峰、方桂英、曹殿立、叶耀军、林淑蓉、梅芳、杨燕新、胡丽萍、杜世平。最后有梁保松负责全书的协调、整合、统稿与订稿。

尽管第二版进行了认真修订，但一定存在错漏和不妥之处，希望使用本书的同志批评指正。

编者

2007 年 6 月

第一版作者名单

主 编 梁保松 陈 涛

副主编 张玉峰 赵玉祥

参 编 叶耀军 杨德彰 党耀国 曹殿立
潘正义

审 稿 石东洋

第一版前言

本教材被教育部列入全国高等教育“面向 21 世纪课程教材”。

数学是科学的基本语言，是研究和探索物质世界的重要手段。对于现代化的农业技术和现代化工程而言，数学则是表达技术原理、进行复杂的工程设计和计算必不可少的工具。特别是随着计算机技术的快速发展，数学的社会化程度日益提高，现代化产业和经济的组织与管理，已完全离不开数学所提供的方法和技术。因此，高等数学在大学教育中占有举足轻重的地位。

数学给予人们的不仅是知识，最重要的是能力。这种能力包括直观思维、逻辑思维、精确计算和准确判断。所以，高等数学在素质教育中的作用是其他课程无法企及的。

高等数学博大精深，要使学生在有限的时间内深刻地掌握其思想和方法，首先需要好的教材。对于高等农林院校来说，要培养学生应用于农林技术、农林工程、生物技术等领域的数学思想和方法，在教材内容和体系的安排上就必须体现高等农林教育的特色。

本书按照“面向 21 世纪高等农林教育高等数学教学大纲”的基本要求，结合作者多年来教学研究和科学研究等方面的成果编写而成。注意渗透现代化数学思想，注重体现素质教育和创新能力的培养，以适应现代化农林科学对农林人才数学素质的要求。本书在具体内容的安排上具有以下特点：

1. 保持体系完整。全书结构严谨，内容由浅入深，循序渐进，通俗易懂，努力突出高等数学的基本思想和基本方法。一方面使学生能够较好地了解各部分的内在联系，从总体上把握高等数学的思想方法；另一方面，培养学生严密的逻辑思维能力。

2. 追求简明实用。删去了一些繁琐的理论证明，直接地从客观世界所提供的模拟模型和原理中导出高等数学的基本概念、法则和公式，使表达更加简明；引导学生理解概念的内涵和背景，培养学生用高等数学的思想和方法分析、解决实际问题

的能力，突出了数学的应用性。

3. 体现农林特色。较多地设置了生物科学、生命科学、农林经济管理等方面的实例，突出了高等数学在农林科学中的应用，促进了高等数学与农林专业课程的结合，为学生学习专业提供了“接口”。

参加本书编写的有：梁保松、陈涛、张玉峰、赵玉祥、潘正义、党耀国、叶耀军、杨德彰、曹殿立，最后由梁保松统一定稿。

郑州大学石东洋教授仔细审阅了全书，并提出了宝贵建议，在此表示衷心的感谢。

最后，对中国农业出版社为本书的顺利出版所付出的辛勤劳动和大力支持，表示衷心感谢。

错漏之处，敬请得到专家、同行和读者的批评指正。

编者

2001年12月24日

目 录

第二版前言

第一版前言

第一章 函数的极限与连续	1
第一节 函数的基本概念	1
一、函数定义	1
二、分段函数	2
三、复合函数	3
四、函数的几种特性	4
五、初等函数	5
习题 1-1	6
第二节 数列的极限	7
一、数列的概念	7
二、数列极限的定义	8
三、数列极限的性质	9
习题 1-2	12
第三节 函数的极限	12
一、自变量趋向于无穷大时函数的极限	12
二、自变量趋向于有限值时函数的极限	14
三、函数极限的性质	16
习题 1-3	16
第四节 无穷小量与无穷大量	17
一、无穷小量	17
二、无穷大量	18
习题 1-4	19
第五节 函数极限的运算法则	19
习题 1-5	23
第六节 两个重要极限	24
一、 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$	24

二、 $\lim_{x \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{x}\right)^x = e$	25
习题 1-6	26
第七节 无穷小量的比较	27
习题 1-7	29
第八节 函数的连续性与间断点	29
一、函数的连续性	29
二、函数的间断点	31
习题 1-8	32
第九节 连续函数的运算与初等函数的连续性	33
一、连续函数的运算	33
二、初等函数的连续性	34
三、利用函数的连续性求极限	34
四、闭区间上连续函数的性质	35
习题 1-9	37
第一章 自测题	37
第二章 导数与微分	40
第一节 导数的概念	40
一、问题的提出	40
二、导数的定义	41
三、导数的几何意义	43
四、可导与连续的关系	44
习题 2-1	45
第二节 函数的求导法则	46
一、函数的和、差、积、商的求导法则	47
二、反函数的求导法则	49
三、复合函数的求导法则	50
习题 2-2	53
第三节 高阶导数	54
习题 2-3	56
第四节 隐函数及参数方程确定的函数的导数	56
一、隐函数的导数	56
二、由参数方程所确定的函数的导数	58
习题 2-4	60
第五节 函数的微分	61
一、微分的概念	61

二、微分的几何意义	62
三、微分基本公式和微分运算法则	63
四、高阶微分	64
五、微分的简单应用	65
习题 2-5	66
第二章 自测题	68
第三章 微分中值定理与导数的应用	71
第一节 微分中值定理	71
一、费尔马定理	71
二、罗尔定理	71
三、拉格朗日中值定理	73
四、柯西定理	75
习题 3-1	76
第二节 洛必达 (L'Hospital) 法则	77
一、“ $\frac{0}{0}$ ”型未定式	77
二、“ $\frac{\infty}{\infty}$ ”型未定式	78
三、其他类型的未定式	79
习题 3-2	80
第三节 泰勒公式	81
习题 3-3	83
第四节 函数的增减性	83
习题 3-4	86
第五节 函数的极值	86
习题 3-5	89
第六节 函数的最大值和最小值	90
一、最大值和最小值	90
二、应用举例	90
习题 3-6	91
第七节 函数作图法	92
一、函数的凸凹与拐点	92
二、曲线的渐近线	94
三、函数图形的作法	95
习题 3-7	96
第八节 导数在经济分析中的应用	96

一、边际分析.....	96
二、弹性分析.....	99
习题 3-8	102
第三章 自测题	102
第四章 不定积分	105
第一节 原函数与不定积分	105
一、原函数	105
二、不定积分	106
三、不定积分的几何意义	107
四、基本积分公式和不定积分的性质	108
习题 4-1	110
第二节 换元积分法	110
一、第一换元积分法 (凑微分法)	110
二、第二换元积分法.....	114
习题 4-2	117
第三节 分部积分法	118
习题 4-3	121
第四节 几种特殊类型函数的积分	122
一、有理函数的不定积分	122
二、三角函数有理式的积分	127
三、简单无理函数的积分	128
习题 4-4	130
第五节 不定积分的应用	131
一、不定积分在农业经济中的应用.....	131
二、不定积分在生物科学中的应用.....	133
习题 4-5	134
第四章 自测题	135
第五章 定积分	138
第一节 定积分的概念与性质	138
一、定积分问题举例.....	138
二、定积分的定义	139
三、定积分的几何意义	140
四、定积分的性质	141
习题 5-1	144
第二节 微积分基本公式	145

一、积分上限的函数	145
二、牛顿—莱布尼茨公式	147
习题 5-2	149
第三节 定积分的换元积分法和分部积分法	150
一、换元积分法	150
二、分部积分法	152
习题 5-3	154
第四节 广义积分与 Gamma 函数	155
一、积分区间为无穷区间的广义积分	155
二、被积函数具有无穷间断点的广义积分	156
三、Gamma 函数	157
习题 5-4	158
第五节 定积分的应用	159
一、微元法	159
二、平面图形的面积	160
三、体积	163
四、平面曲线的弧长	165
五、变力沿直线所做的功	166
六、经济应用问题	167
习题 5-5	169
第五章 自测题	170
第六章 多元函数微分学	173
第一节 空间解析几何简介	173
一、空间直角坐标系	173
二、空间两点间的距离	174
三、空间曲面	174
四、空间曲线	176
五、常见的曲面	177
六、空间曲线在坐标面上的投影	179
习题 6-1	181
第二节 多元函数	181
一、区域	181
二、二元函数	182
习题 6-2	183
第三节 二元函数的极限与连续	184
一、二元函数的极限	184

二、二元函数的连续性	185
习题 6-3	185
第四节 偏导数	186
一、偏导数的概念	186
二、二元函数偏导数的几何意义	187
三、高阶偏导数	188
习题 6-4	189
第五节 全微分	190
一、全微分的定义	190
二、全微分在近似计算中的应用	192
习题 6-5	193
第六节 复合函数与隐函数的微分法	193
一、多元复合函数的求导法则	193
二、隐函数的求导法则	195
习题 6-6	196
第七节 多元函数的极值及其应用	197
一、极值的概念	197
二、条件极值 (拉格朗日乘数法)	200
三、经济应用问题	201
习题 6-7	204
第六章 自测题	205
第七章 二重积分	208
第一节 二重积分的概念与性质	208
一、二重积分的定义	208
二、二重积分的基本性质	210
习题 7-1	211
第二节 直角坐标系下二重积分的计算	212
习题 7-2	216
第三节 二重积分的换元法	217
习题 7-3	221
第四节 二重积分的应用	222
一、体积	223
二、曲面的面积	223
三、其他	224
习题 7-4	225
第七章 自测题	225

第八章 无穷级数	229
第一节 数项级数	229
一、级数的敛散性.....	229
二、收敛级数的基本性质.....	230
习题 8-1.....	232
第二节 数项级数的敛散性判别法	232
一、正项级数及其敛散性判别法.....	232
二、交错级数及其敛散性判别法.....	236
习题 8-2.....	238
第三节 幂级数	239
一、幂级数的收敛性.....	240
二、幂级数的运算.....	242
习题 8-3.....	243
第四节 泰勒级数	244
一、泰勒级数.....	244
二、函数的泰勒展开式.....	245
习题 8-4.....	247
第八章 自测题	247
第九章 微分方程与差分方程	250
第一节 微分方程的基本概念	250
习题 9-1.....	252
第二节 一阶微分方程	252
一、可分离变量的微分方程.....	253
二、齐次方程.....	256
三、一阶线性微分方程.....	257
习题 9-2.....	261
第三节 可降阶的高阶微分方程	262
一、 $y^{(n)}=f(x)$ 型的微分方程.....	262
二、 $y''=f(x, y')$ 型的微分方程.....	263
三、 $y''=f(y, y')$ 型的微分方程.....	264
习题 9-3.....	265
第四节 二阶常系数线性微分方程	266
一、二阶常系数齐次线性微分方程.....	266
二、二阶常系数非齐次线性微分方程.....	268
习题 9-4.....	271
第五节 差分方程基础	272

一、差分	272
二、差分方程	273
习题 9-5	273
第六节 一阶常系数线性差分方程	273
一、解的结构	274
二、一阶常系数齐次线性差分方程	274
三、一阶常系数非齐次线性差分方程	274
四、二阶常系数线性差分方程	276
习题 9-6	278
第九章 自测题	278
参考答案	280
参考文献	310