

f 58

全国外经贸院校 21 世纪高职高专统编教材

高等数学

(一)

微 积 分

主 编 聂洪珍 朱玉芳

中国对外经济贸易出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

高等数学 .1, 微积分/聂洪珍, 朱玉芳主编 .—北京: 中国对外经济贸易出版社, 2002.6
全国外经贸院校 21 世纪高职高专统编教材
ISBN 7-80004-958-2

I. 高… II. ①聂…②朱… III. 微积分-高等学校: 技术学校-教材 IV. 0172

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 027366 号

全国外经贸院校 21 世纪高职高专统编教材
高等数学 (一)
微积分

主编 聂洪珍 朱玉芳
中国对外经济贸易出版社出版
(北京市安定门外大街东后巷 28 号)
邮政编码: 100710
电话: 010—64269744 (编辑室)
010—64220120 (发行部)
Email: cfertph@263.net
网址: www.cfertph.com

新华书店北京发行所发行
北京宏文印刷厂印刷
850 × 1168 毫米 32 开本
11.25 印张 292 千字
2002 年 7 月 第 1 版
2002 年 7 月 第 1 次印刷
印数: 5000 册
ISBN 7-80004-958-2
G·61
定价: 22.00 元

全国外经贸院校 21 世纪高职高专统编教材

编 委 会

主 任 王 红 王乃彦 吕红军 姚大伟

副 主 任 罗凤翔 张建华 刘宝泽 范冬云

秘 书 长 王伟利

副秘书长 谢伟芳 杨 琦

委 员 (以姓氏笔画为序)

刘德标	庄菊明	庄瑞金	朱建华	严卫京
宋东今	李宗元	李留山	李学新	肖玲凤
张亚珍	狄文霞	陈福田	郑吉昌	林 峰
郭清山	钱建初	袁永友	黄菊英	

出版说明

中国加入世界贸易组织后，必将以更快的步伐融入全球化的浪潮中。中国将在众多的领域特别是在经济和贸易领域全面与国际接轨。为了适应这一新的形势，为我国对外经济贸易事业培养更多既懂得新的国际经济贸易法律和规则，又了解国际贸易运作的具体程序和惯用做法的实用型高职高专人才，在外经贸部有关司局及教育部有关司局的直接指导和帮助下，我们组织了全国主要的外经贸高职高专院校编写了这套教材。

这套教材暂定为 38 本，涉及外经贸的各个主要学科，是外经贸高职高专教育的主干教材。这套教材的编著者大多数是从事外经贸职业教育多年的老师，他们有着丰富的教学经验，同时我们还邀请了一些外经贸教育方面的权威专家和教授对本套教材进行了审定。另外，我们还请了一些外经贸公司和金融系统的专家加入了这套教材的编写，使得这套教材的可操作性更强。我们将结合各有关院校的实际使用情况不断修订、增补和完善这套教材。由于时间紧，任务急，书中难免出现疏漏和不足，恳请广大读者及时提出宝贵意见，以便充实和完善。

全国外经贸院校 21 世纪高职高专统编教材编委会
2002 年 6 月

前 言

《高等数学》作为经济和管理类专业的基础课，受到了各高等院校的普遍重视。本书是在全国经贸院校 21 世纪高职高专教材编写委员会的领导和组织下，按照高职高专的人才培养目标，根据基础课“以应用为目的，以必需、够用为度”的原则，为高职高专经济和管理类专业在校生编写的《高等数学》课学习用书。本书也可作为参加高等教育自学考试相同专业或各类相近专业师生的教材或参考书。

本书共分两册，第一册《微积分》，内容包括函数、极限与连续、导数与微分、中值定理与导数的应用、不定积分、定积分、多元函数微积分、无穷级数与微分方程；第二册上篇《线性代数》，包括行列式、矩阵、向量、线性方程组、线性规划问题与投入产出数学模型；下篇《概率论与数理统计》，包括随机事件及概率、随机变量及其分布、二维随机变量及其分布、随机变量的数字特征、数理统计的基本概念、参数估计、假设检验、方差分析与回归分析。书中注有“※”号的内容供不同专业选用。

本书在编写中，以讲清概念、强化应用为重点，以技能训练为主线，对基本概念、基本公式、定理的解释，力求言简意赅，注意把握好理论推导证明的深度。

为了适应不同层次学生学习的需要，掌握学习中的重点、难点，我们对每章内容进行了归纳、总结、提炼，并配备一定数量的复习题、测试题，这些题具有一定梯度、密度和难度，以便学生自学。

本书在编写过程中参考了立信会计出版社出版的《经济数学

基础》、高等教育自学考试《高等数学》(一)、(二)等部分参考书。在此,深表谢意!

参加本书编写的人员分别是:

微积分

第一章至第四章 朱玉芳

第五章至第八章 聂洪珍

第九章 郭志军

线性代数

第一章至第六章 于洪业

概率论与数理统计

第一、二章 聂洪珍

第三、四章 缪 静

第五、六章 朱玉芳

第七、八章 王 庆

因作者水平有限,书中疏漏之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2002 年 4 月

目 录

第1章 函数	(1)
第1节 集合	(1)
1. 集合	(1)
2. 集合的运算	(3)
3. 实数集	(5)
习题 1-1	(8)
第2节 函数	(9)
1. 函数概念	(9)
2. 函数的表示法	(12)
习题 1-2	(15)
第3节 函数的几种特性	(16)
1. 函数的奇偶性	(16)
2. 函数的单调性	(17)
3. 函数的周期性	(18)
4. 函数的有界性	(18)
习题 1-3	(19)
第4节 初等函数	(19)
1. 反函数	(19)
2. 基本初等函数	(20)
3. 复合函数	(24)
4. 初等函数	(24)
习题 1-4	(25)
第5节 常见的经济函数	(26)

1. 需求、供给函数	(26)
2. 成本、收益和利润函数	(28)
3. 费用函数	(29)
习题 1-5	(30)
本章小结	(31)
复习题	(32)
测试题	(34)
第 2 章 极限与连续	(36)
第 1 节 极限	(36)
1. 数列的极限	(36)
2. 函数的极限	(39)
习题 2-1	(43)
第 2 节 无穷小量与无穷大量	(45)
1. 无穷小量与无穷大量	(45)
2. 无穷小量的性质	(47)
3. 无穷小量的阶	(47)
习题 2-2	(48)
第 3 节 极限的四则运算法则	(49)
1. 极限的四则运算法则	(49)
2. 未定式的极限	(50)
习题 2-3	(53)
第 4 节 两个重要极限	(54)
1. 极限存在的准则	(54)
2. 两个重要极限	(54)
3. 用等价无穷小量计算极限	(58)
习题 2-4	(59)
第 5 节 函数的连续性	(60)
1. 函数的连续性	(60)
2. 函数的间断点	(62)

3. 连续函数的运算法则	(64)
4. 闭区间上连续函数的性质	(64)
习题 2-5	(66)
本章小结	(67)
复习题	(68)
测试题	(70)
第 3 章 导数与微分	(72)
第 1 节 导数概念	(72)
1. 引出导数概念的例题	(72)
2. 导数的定义	(73)
3. 可导与连续的关系	(76)
习题 3-1	(78)
第 2 节 求导法则和基本求导公式	(79)
1. 导数的四则运算法则	(79)
2. 基本求导公式	(80)
习题 3-2	(83)
第 3 节 复合函数的导数	(84)
习题 3-3	(87)
第 4 节 其他求导方法	(88)
1. 反函数的导数	(88)
2. 隐函数求导法	(89)
3. 对数求导法	(90)
4. 分段函数的导数	(91)
习题 3-4	(93)
第 5 节 高阶导数	(94)
习题 3-5	(96)
第 6 节 微分	(97)
1. 微分定义	(97)
2. 微分的几何意义	(98)

3. 微分的运算法则及其公式	(99)
4. 微分在近似计算中的应用	(101)
习题 3-6	(102)
第 7 节 导数在经济分析中的应用	(103)
1. 边际分析	(103)
2. 弹性分析	(107)
习题 3-7	(110)
本章小结	(110)
复习题	(112)
测试题	(114)
第 4 章 中值定理与导数的应用	(117)
第 1 节 中值定理	(117)
1. 罗尔定理	(117)
2. 拉格朗日定理	(119)
3. 柯西定理	(121)
习题 4-1	(121)
第 2 节 罗必达法则	(122)
1. $\frac{0}{0}$ 型未定式	(122)
2. $\frac{\infty}{\infty}$ 型未定式	(124)
3. 其他类型的未定式	(125)
习题 4-2	(127)
第 3 节 函数的单调性与极值	(127)
1. 函数的单调性	(127)
2. 函数的极值	(130)
习题 4-3	(135)
第 4 节 函数的最大值与最小值及其应用	(135)
1. 函数的最大值与最小值	(135)
2. 最大值与最小值在经济问题中的应用	(138)

习题 4-4	(140)
※第 5 节 函数图形的描绘	(141)
1. 曲线的凹向与拐点	(141)
2. 曲线的渐近线	(143)
3. 函数图形的描绘	(144)
习题 4-5	(146)
本章小结	(146)
复习题	(148)
测试题	(149)
第 5 章 不定积分	(152)
第 1 节 不定积分的概念	(152)
1. 原函数的概念	(152)
2. 不定积分的概念	(153)
3. 基本积分公式	(154)
习题 5-1	(156)
第 2 节 不定积分的性质	(156)
习题 5-2	(159)
第 3 节 换元积分法	(160)
1. 第一类换元积分法	(160)
2. 第二类换元积分法	(164)
习题 5-3	(170)
第 4 节 分部积分法	(171)
习题 5-4	(174)
本章小结	(174)
复习题	(177)
测试题	(178)
第 6 章 定积分	(181)
第 1 节 定积分的概念	(181)
1. 定积分的概念	(181)

2. 定积分的几何意义	(184)
3. 定积分的性质	(184)
习题 6-1	(186)
第 2 节 微积分基本定理	(187)
1. 积分上限的函数及其导数	(187)
2. 牛顿—莱布尼兹公式	(189)
习题 6-2	(191)
第 3 节 定积分的换元法	(192)
习题 6-3	(196)
第 4 节 定积分的分部积分法	(197)
习题 6-4	(201)
第 5 节 广义积分	(201)
1. 无限区间上的积分	(201)
2. 无界函数的积分	(204)
习题 6-5	(205)
第 6 节 定积分的应用	(206)
1. 平面图形的面积	(206)
2. 旋转体的体积	(211)
3. 定积分在经济中的应用	(213)
习题 6-6	(214)
本章小结	(215)
复习题	(217)
测试题	(220)
*第 7 章 多元函数微积分	(222)
第 1 节 空间解析几何简介	(222)
1. 空间直角坐标系	(222)
2. 空间任意两点间的距离	(223)
3. 空间曲面及其方程	(223)
习题 7-1	(226)

第2节 多元函数的基本概念	(226)
1. 二元函数的概念	(226)
2. 二元函数的极限与连续	(229)
习题 7-2	(230)
第3节 偏导数	(230)
1. 偏导数的概念	(230)
2. 二阶偏导数	(232)
习题 7-3	(234)
第4节 全微分	(235)
习题 7-4	(237)
第5节 复合函数与隐函数的求导法	(238)
1. 复合函数的求导法	(238)
2. 隐函数的求导法	(240)
习题 7-5	(242)
第6节 二元函数的极值	(242)
1. 二元函数的极值	(243)
2. 条件极值	(244)
习题 7-6	(245)
第7节 二重积分	(246)
1. 二重积分的概念	(246)
2. 二重积分的几何意义	(248)
3. 二重积分的性质	(248)
4. 二重积分的计算	(249)
习题 7-7	(257)
本章小结	(258)
复习题	(260)
测试题	(262)
※第8章 无穷级数	(265)
第1节 数项级数	(265)

1. 无穷级数的概念	(265)
2. 无穷级数的基本性质	(268)
习题 8-1	(269)
第 2 节 正项级数及其判别法	(269)
习题 8-2	(272)
第 3 节 任意项级数	(273)
1. 交错级数及其判别法	(273)
2. 绝对收敛与条件收敛	(274)
习题 8-3	(277)
第 4 节 幂级数	(277)
1. 幂级数及收敛半径	(277)
2. 幂级数的性质	(281)
习题 8-4	(282)
第 5 节 泰勒公式与泰勒级数	(283)
1. 泰勒公式和麦克劳林公式	(283)
2. 泰勒级数和麦克劳林级数	(284)
习题 8-5	(286)
本章小结	(286)
复习题	(288)
测试题	(291)
※第 9 章 微分方程	(293)
第 1 节 微分方程的基本概念	(293)
习题 9-1	(294)
第 2 节 一阶微分方程	(295)
1. 可分离变量的一阶微分方程	(295)
2. 齐次方程	(296)
3. 一阶线性微分方程	(298)
习题 9-2	(302)
第 3 节 几类高阶微分方程	(303)

1. 形如 $y^{(n)} = f(x)$ 的微分方程	(303)
2. 形如 $y'' = f(x, y')$ 的二阶微分方程	(303)
3. 形如 $y'' = f(y, y')$ 的二阶微分方程	(304)
4. 二阶常系数线性齐次微分方程	(305)
习题 9-3	(307)
本章小结	(307)
复习题	(308)
测试题	(309)
附录 1 习题答案	(311)

第 1 章 函 数

函数是微积分研究的主要对象,也是微积分中最重要的基本概念之一,是学习微积分的基础。本章在集合的基础上讨论函数的基本概念,函数的基本特性及常用的经济函数。熟练掌握本章内容是学好微积分的前提和基础。

第 1 节 集 合

1. 集合

1. 集合

集合是现代数学中一个重要的基本概念。所谓集合,就是指具有某种属性的一些对象的全体。构成集合的每一个对象称为该集合的元素。

例如,某班级的全体同学,全体自然数,方程 $x^2 - 4x + 3 = 0$ 的一切根,圆 $x^2 + y^2 = 1$ 上所有的点等都是集合。

习惯上,我们用大写字母 $A, B, C, \dots$ 表示集合,用小写字母 $a, b, c, \dots$ 表示集合的元素。如果 a 是集合 A 的元素,则记作 $a \in A$,读作 a 属于 A 或 a 在 A 中;如果 a 不是集合 A 的元素,则记作 $a \notin A$ (或 $a \bar{\in} A$),读作 a 不属于 A 或 a 不在 A 中。

对于一个给定的集合,其元素就是确定的。例如,设 N 为自然数所组成的集合,则有 $1 \in N, 50 \in N, -2 \notin N, \sqrt{2} \notin N$ 。一般地,对于一个给定的集合 A 来说,某一元素 x ,或者 $x \in A$,或者 $x \notin A$ 两者必居其一。

2. 集合的表示法

1. 列举法 列举法是指按任意顺序列出集合的所有元素,并用花括号 $\{\}$ 括起来。

例 1 由1,2,3,4组成的集合可表示为

$$A = \{1, 2, 3, 4\} \text{ 或 } A = \{2, 4, 1, 3\} \text{ 等。}$$

用列举法表示集合时,必须列出集合的所有元素,不能遗漏和重复。

2. 描述法 描述法是指把集合中元素所具有的某种共同属性描述出来,用 $A = \{x \mid x \text{ 具有的共同属性}\}$ 表示。

例 2 设 A 为由 $x^2 - 4x + 3 = 0$ 的实根所构成的集合,可表示为

$$A = \{x \mid x^2 - 4x + 3 = 0\}.$$

例 3 设 A 为圆 $x^2 + y^2 = 1$ 上的所有点构成的集合,可表示为

$$A = \{(x, y) \mid x^2 + y^2 = 1\}.$$

集合以及集合间的关系可以用图形表示,称为文氏图。文氏图是用一个简单的平面区域代表一个集合,如图 1-1。集合内的元素以区域内的点表示。

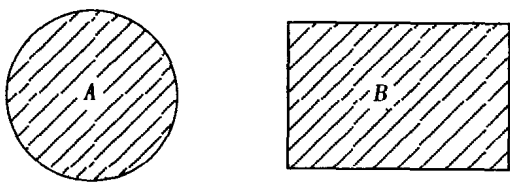


图 1-1

3. 集合的类型

有限集 集合中所包含的元素的个数是有限个,称为有限集。

无限集 集合中所包含的元素的个数是无限个,称为无限集。

例 4 $\{x \mid 2 < x < 5\}$ 是无限集。

空集 不含有任何元素的集合称为空集,记作 Φ 。