

116  
全国外经贸院校 21 世纪高职高专统编教材

# 高等数学

## (二)

### 线性代数和概率论与数理统计

主 编 聂洪珍 朱玉芳  
副主编 于洪业

中国对外经济贸易出版社

## 图书在版编目 (CIP) 数据

高等数学 .2, 线性代数和概率论与数理统计/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 7-80004-959-0

I. 高… II. ①聂…②朱… III. ①线性代数—高等学校: 技术学校—教材②概率论—高等学校: 技术学校—教材③数理统计—高等学校: 技术学校—教材  
IV. 013

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2002) 第 027365 号

---

全国外经贸院校 21 世纪高职高专统编教材  
**高等数学 (二)**

**线性代数和概率论与数理统计**

主 编 聂洪珍 朱玉芳

副主编 于洪业

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 (发行二部)

Email: cfertph@263.net

网址: [www.cfertph.com](http://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

14.5 印张 375 千字

2002 年 7 月第 1 版

2002 年 7 月第 1 次印刷

印数: 5000 册

ISBN 7-80004-959-0

G·62

定价: 27.00 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

---

## 上篇 线性代数

|              |    |
|--------------|----|
| 第 1 章 行列式    | 3  |
| 第 1 节 行列式的概念 | 3  |
| 1. 二阶和三阶行列式  | 3  |
| 2. $n$ 阶行列式  | 5  |
| 习题 1-1       | 9  |
| 第 2 节 行列式的性质 | 9  |
| 习题 1-2       | 15 |
| 第 3 节 克莱姆法则  | 16 |
| 习题 1-3       | 20 |
| 本章小结         | 20 |
| 复习题          | 22 |
| 测试题          | 25 |
| 第 2 章 矩阵     | 27 |
| 第 1 节 矩阵的概念  | 27 |
| 习题 2-1       | 31 |
| 第 2 节 矩阵的运算  | 32 |
| 1. 矩阵的加法     | 32 |
| 2. 数与矩阵相乘    | 33 |
| 3. 矩阵与矩阵相乘   | 35 |
| 4. 矩阵的转置     | 38 |
| 习题 2-2       | 39 |
| 第 3 节 逆矩阵    | 41 |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| 习题 2-3 .....                | 47        |
| 第4节 矩阵的初等变换与矩阵的秩 .....      | 48        |
| 1. 矩阵的初等变换 .....            | 48        |
| 2. 矩阵的秩 .....               | 51        |
| 习题 2-4 .....                | 53        |
| 本章小结 .....                  | 53        |
| 复习题 .....                   | 56        |
| 测试题 .....                   | 58        |
| <b>*第3章 向量 .....</b>        | <b>61</b> |
| 第1节 向量的概念和运算 .....          | 61        |
| 习题 3-1 .....                | 64        |
| 第2节 向量组的线性相关性 .....         | 64        |
| 习题 3-2 .....                | 67        |
| 第3节 向量组的秩 .....             | 67        |
| 1. 向量组的秩 .....              | 67        |
| 2. 向量组线性相关性的矩阵判别法 .....     | 68        |
| 习题 3-3 .....                | 72        |
| 本章小结 .....                  | 73        |
| 复习题 .....                   | 75        |
| 测试题 .....                   | 76        |
| <b>第4章 线性方程组 .....</b>      | <b>78</b> |
| 第1节 消元法 .....               | 78        |
| 习题 4-1 .....                | 84        |
| 第2节 线性方程组解的判定 .....         | 85        |
| 1. 非齐次线性方程组解的判定 .....       | 85        |
| 2. 齐次线性方程组解的判定 .....        | 89        |
| 习题 4-2 .....                | 90        |
| <b>*第3节 线性方程组解的结构 .....</b> | <b>91</b> |
| 1. 齐次线性方程组解的结构 .....        | 92        |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 2. 非齐次线性方程组解的结构 .....        | 97  |
| 习题 4-3 .....                 | 100 |
| 本章小结 .....                   | 100 |
| 复习题 .....                    | 102 |
| 测试题 .....                    | 104 |
| <b>第 5 章 线性规划问题</b> .....    | 106 |
| 第 1 节 线性规划问题的数学模型 .....      | 106 |
| 习题 5-1 .....                 | 112 |
| 第 2 节 两个变量的线性规划问题的图解法 .....  | 113 |
| 习题 5-2 .....                 | 117 |
| 第 3 节 单纯形法 .....             | 118 |
| 1. 线性规划问题的标准型 .....          | 118 |
| 2. 线性规划问题的基本概念与基本性质 .....    | 120 |
| 3. 单纯形法 .....                | 122 |
| 习题 5-3 .....                 | 130 |
| 第 4 节 两阶段法 .....             | 131 |
| 习题 5-4 .....                 | 141 |
| 本章小结 .....                   | 142 |
| 复习题 .....                    | 145 |
| 测试题 .....                    | 147 |
| <b>*第 6 章 投入产出数学模型</b> ..... | 151 |
| 第 1 节 投入产出表和平衡方程组 .....      | 151 |
| 1. 投入产出表的结构 .....            | 151 |
| 2. 平衡方程组 .....               | 154 |
| 习题 6-1 .....                 | 157 |
| 第 2 节 直接消耗系数与平衡方程组的解 .....   | 158 |
| 1. 直接消耗系数 .....              | 158 |
| 2. 产出分配平衡方程组的解 .....         | 160 |
| 3. 投入构成平衡方程组的解 .....         | 161 |

|                      |     |
|----------------------|-----|
| 习题 6-2 .....         | 165 |
| 第3节 完全消耗系数.....      | 166 |
| 习题 6-3 .....         | 170 |
| 第4节 投入产出数学模型的应用..... | 171 |
| 1. 计划预测问题 .....      | 171 |
| 2. 计划制定问题 .....      | 172 |
| 3. 计划调整问题 .....      | 175 |
| 习题 6-4 .....         | 177 |
| 本章小结.....            | 177 |
| 复习题.....             | 180 |
| 测试题.....             | 182 |

## 下篇 概率论与数理统计

|                    |     |
|--------------------|-----|
| 第1章 随机事件及其概率.....  | 187 |
| 第1节 随机事件.....      | 187 |
| 1. 随机现象 .....      | 187 |
| 2. 随机试验和随机事件 ..... | 187 |
| 3. 事件间的关系和运算 ..... | 188 |
| 4. 事件与集合 .....     | 190 |
| 习题 1-1 .....       | 191 |
| 第2节 事件的概率.....     | 193 |
| 1. 概率的统计定义 .....   | 193 |
| 2. 概率的经典定义 .....   | 194 |
| 习题 1-2 .....       | 196 |
| 第3节 概率的基本公式.....   | 197 |
| 习题 1-3 .....       | 200 |
| 第4节 条件概率与乘法公式..... | 200 |
| 1. 条件概率 .....      | 200 |
| 2. 乘法公式 .....      | 201 |

|                          |     |
|--------------------------|-----|
| 3. 事件的独立性 .....          | 202 |
| 习题 1-4 .....             | 203 |
| 第5节 全概率公式 .....          | 204 |
| 1. 完备事件组 .....           | 204 |
| 2. 全概率公式 .....           | 204 |
| 3. 贝叶斯公式 .....           | 205 |
| 习题 1-5 .....             | 207 |
| 第6节 伯努利概型 .....          | 207 |
| 习题 1-6 .....             | 208 |
| 本章小结 .....               | 209 |
| 复习题 .....                | 210 |
| 测试题 .....                | 212 |
| 第2章 随机变量及其分布 .....       | 214 |
| 第1节 随机变量 .....           | 214 |
| 习题 2-1 .....             | 215 |
| 第2节 离散型随机变量 .....        | 216 |
| 1. 离散型随机变量的分布列 .....     | 216 |
| 2. 几个常用的离散型分布 .....      | 216 |
| 习题 2-2 .....             | 220 |
| 第3节 分布函数 .....           | 221 |
| 1. 分布函数的概念 .....         | 221 |
| 2. 分布函数的性质 .....         | 221 |
| 习题 2-3 .....             | 223 |
| 第4节 连续型随机变量 .....        | 224 |
| 1. 密度函数的概念 .....         | 224 |
| 2. 密度函数的性质 .....         | 225 |
| 3. 几个常用的连续型随机变量的分布 ..... | 226 |
| 习题 2-4 .....             | 233 |
| 本章小结 .....               | 234 |

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| 复习题·····                   | 236        |
| 测试题·····                   | 237        |
| <b>第3章 二维随机变量及其分布·····</b> | <b>240</b> |
| 第1节 二维随机变量及其分布函数·····      | 240        |
| 习题 3-1 ·····               | 243        |
| 第2节 二维离散型随机变量·····         | 244        |
| 1. 联合分布列 ·····             | 244        |
| 2. 边际分布列 ·····             | 246        |
| 3. 独立性 ·····               | 249        |
| 习题 3-2 ·····               | 251        |
| 第3节 二维连续型随机变量·····         | 252        |
| 1. 联合密度函数 ·····            | 252        |
| 2. 边际密度函数 ·····            | 253        |
| 3. 独立性 ·····               | 256        |
| 习题 3-3 ·····               | 258        |
| 本章小结·····                  | 259        |
| 复习题·····                   | 260        |
| 测试题·····                   | 262        |
| <b>第4章 随机变量的数字特征·····</b>  | <b>265</b> |
| 第1节 数学期望·····              | 265        |
| 1. 离散型随机变量的数学期望 ·····      | 265        |
| 2. 连续型随机变量的数学期望 ·····      | 268        |
| 3. 随机变量函数的数学期望 ·····       | 269        |
| 4. 数学期望的性质 ·····           | 271        |
| 习题 4-1 ·····               | 272        |
| 第2节 方差与协方差·····            | 273        |
| 1. 方差的概念 ·····             | 273        |
| 2. 方差的性质 ·····             | 276        |
| 3. 协方差与相关系数 ·····          | 277        |

|                            |     |
|----------------------------|-----|
| 习题 4-2 .....               | 279 |
| 第3节 大数定律与中心极限定理 .....      | 280 |
| 1. 切比雪夫不等式 .....           | 280 |
| 2. 大数定律 .....              | 282 |
| 3. 中心极限定理 .....            | 283 |
| 习题 4-3 .....               | 284 |
| 本章小结 .....                 | 285 |
| 复习题 .....                  | 286 |
| 测试题 .....                  | 287 |
| <b>第5章 数理统计的基本概念</b> ..... | 289 |
| 第1节 总体、样本与统计量 .....        | 289 |
| 1. 总体与样本 .....             | 289 |
| 2. 统计量 .....               | 290 |
| 习题 5-1 .....               | 292 |
| 第2节 样本分布函数 .....           | 292 |
| 1. 分组数据的统计表和频率直方图 .....    | 292 |
| 2. 样本分布函数 .....            | 294 |
| 习题 5-2 .....               | 296 |
| 第3节 常用统计量的分布 .....         | 297 |
| 1. 样本均值的分布 .....           | 297 |
| 2. $\chi^2$ 分布 .....       | 299 |
| 3. $t$ 分布 .....            | 301 |
| 4. $F$ 分布 .....            | 304 |
| 习题 5-3 .....               | 307 |
| 本章小结 .....                 | 308 |
| 复习题 .....                  | 309 |
| 测试题 .....                  | 310 |
| <b>第6章 参数估计</b> .....      | 312 |
| 第1节 点估计 .....              | 312 |

|                                                                             |     |
|-----------------------------------------------------------------------------|-----|
| 1. 参数的点估计 .....                                                             | 312 |
| 2. 点估计的常用方法 .....                                                           | 312 |
| 3. 估计量的评价标准 .....                                                           | 316 |
| 习题 6-1 .....                                                                | 319 |
| 第2节 参数的区间估计 .....                                                           | 319 |
| 1. 正态总体均值的区间估计 .....                                                        | 320 |
| 2. 正态总体方差的区间估计 .....                                                        | 323 |
| 习题 6-2 .....                                                                | 324 |
| 本章小结 .....                                                                  | 325 |
| 复习题 .....                                                                   | 327 |
| 测试题 .....                                                                   | 328 |
| 第7章 假设检验 .....                                                              | 331 |
| 第1节 假设检验的基本概念 .....                                                         | 331 |
| 习题 7-1 .....                                                                | 334 |
| 第2节 一个正态总体参数的假设检验 .....                                                     | 334 |
| 1. 已知方差 $\sigma^2$ , 检验假设 $H_0: \mu = \mu_0$ .....                          | 334 |
| 2. 未知方差 $\sigma^2$ , 检验假设 $H_0: \mu = \mu_0$ .....                          | 335 |
| 习题 7-2 .....                                                                | 337 |
| 第3节 两个正态总体参数的假设检验 .....                                                     | 338 |
| 1. 已知 $\sigma_1^2, \sigma_2^2$ , 检验假设 $H_0: \mu_1 = \mu_2$ .....            | 338 |
| 2. 已知 $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ , 但其值未知,<br>检验假设 $H_0: \mu_1 = \mu_2$ ..... | 339 |
| 3. 检验假设 $H_0: \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ .....                                | 340 |
| 习题 7-3 .....                                                                | 342 |
| 本章小结 .....                                                                  | 343 |
| 复习题 .....                                                                   | 344 |
| 第8章 方差分析与回归分析 .....                                                         | 346 |
| 第1节 单因素方差分析 .....                                                           | 346 |
| 1. 数学模型 .....                                                               | 346 |

|                                                        |     |
|--------------------------------------------------------|-----|
| 2. 统计分析 .....                                          | 348 |
| 习题 8-1 .....                                           | 352 |
| 第 2 节 一元线性回归 .....                                     | 353 |
| 1. 最小二乘法与回归方程 .....                                    | 355 |
| 2. 相关性检验 .....                                         | 359 |
| 3. 预测与控制 .....                                         | 359 |
| 习题 8-2 .....                                           | 362 |
| *第 3 节 一元非线性回归 .....                                   | 364 |
| 习题 8-3 .....                                           | 367 |
| 本章小结 .....                                             | 368 |
| 复习题 .....                                              | 369 |
| 附录 1 习题答案 .....                                        | 371 |
| 附录 2 附表 .....                                          | 405 |
| 附表 1 二项分布表 .....                                       | 405 |
| 附表 2 泊松分布表 .....                                       | 420 |
| 附表 3 正态分布表 .....                                       | 425 |
| 附表 4 $\chi^2$ -分布上侧分位数 ( $\chi^2_1 - \alpha$ ) 表 ..... | 427 |
| 附表 5 $t$ -分布的双侧分位数 ( $t_1 - \alpha/2$ ) 表 .....        | 429 |
| 附表 6 $F$ -检验的临界值 ( $F\alpha$ ) 表 .....                 | 431 |
| 附表 7 相关系数检验表 .....                                     | 446 |

# 上篇 线性代数

