

经济数学

(II)

概率统计 线性代数 线性规划

李树仁 主编

西北电讯工程学院出版社

经 济 数 学

(I)

概率统计 线性代数 线性规划

李树仁 主编

西北电讯工程学院出版社

1986

内 容 简 介

本书是集作者多年在财经、管理院校之教学经验编写而成的。与已出版的《经济数学(I)》(微积分部分)相配成套。全书共分三篇,即概率论与数理统计、线性代数及线性规划。体系简明、通俗易懂。并适当结合经济问题。每章后附有习题,书末附有习题答案和数学附表。

本书可作为财经、管理院校文科各专业的数学教材。因为编写时参照了陕西省高等教育自学考试委员会办公室所编《高等数学及经济应用数学自学考试大纲》中所规定的内容,故可作为高等教育经济、管理专业的自学教材。

经 济 数 学

(I)

概率统计 线性代数 线性规划

李树仁 主编

西北电讯工程学院出版社出版发行

西北电讯工程学院印刷厂印刷

开本 787×1092 1/32 印张 15 26/32 字数 334 千字
1986年11月第一版 1986年11月第一次印刷 印数1—7,000

统一书号: 13322·3

定价: 2.15元

前 言

概率论与数理统计、线性代数、线性规划是现代经济管理不可缺少的数学工具。广大经济工作者急需掌握这方面的知识。本书就是为了满足这一需要，集作者多年在财经、管理院校之教学经验编写成的。内容包括概率论与数理统计、线性代数、线性规划共三篇。书中附有适量的习题，书末附有习题答案及常用数学用表。考虑到各专业要求不同，对少数内容冠以*号，可根据教学需要取舍。

编写时，在教材处理方面力求简明扼要，重点放在基本概念与基本方法方面，不追求过份严密的推导和过深的理论证明。在文字叙述方面力求通俗易懂、透彻自然、由浅入深，并多举例子，以便自学。在不增加难度和深度的前提下，适当结合经济问题，以开拓读者的眼界。

本书由李树仁同志主编，共同参加编写的还有叶玉琴、郝瑛、张家彬等同志，具体分工如下：

第一篇 概率论与数理统计 李树仁

第二篇 线性代数 叶玉琴、郝瑛

第三篇 线性规划 张家彬

成稿后由西北大学赵根榕、郑醒华同志进行了审定。

由于时间仓促，编者水平有限，错误和缺点在所难免，恳请读者批评指正。

编者 一九八五年

目 录

第一篇 概率论与数理统计

第一章 随机事件及其概率	1
§ 1.1 随机试验和样本空间	1
(一) 随机现象及本学科的任务	1
(二) 随机试验	2
(三) 样本空间	3
习题 1.1	4
§ 1.2 随机事件	5
(一) 随机事件的概念	5
(二) 用集合表示事件	6
(三) 随机事件间的关系和运算	8
习题 1.2	12
§ 1.3 频率与概率	13
(一) 频率及其性质	13
(二) 概率及其性质	16
(三) 概率的基本定理	17
习题 1.3	20
§ 1.4 古典概型	21
(一) 预备知识——排列与组合	21
(二) 古典概型	26
(三) 典型例题	28
习题 1.4	33
§ 1.5 几何概型	35
习题 1.5	38

§ 1.6 条件概率	39
(一) 条件概率的概念及计算	39
(二) 乘法公式·事件的相互独立性	41
(三) 全概率公式	45
• (四) 逆概率公式	48
习题 1.6	51
第二章 随机变量及其分布	54
§ 2.1 随机变量及其分布函数	54
(一) 随机变量的概念	54
(二) 随机变量的分布函数	56
习题 2.1	60
§ 2.2 离散型随机变量	61
(一) 离散型随机变量及其分布律	61
(二) 常见的离散型分布	64
习题 2.2	67
§ 2.3 二项分布	68
(一) 贝努里试验	69
(二) 二项分布	69
(三) 二项分布的近似计算	72
习题 2.3	76
§ 2.4 连续型随机变量	77
(一) 连续型随机变量及其分布密度	77
(二) 均匀分布和指数分布	83
(三) 正态分布	85
习题 2.4	90
§ 2.5 随机变量的独立性	92
(一) 二维随机变量	92
(二) 随机变量的相互独立性	95
习题 2.5	96

第三章 随机变量的数学特征	97
§ 3.1 随机变量的数学期望	97
(一) 离散型随机变量的数学期望	97
(二) 连续型随机变量的数学期望	103
(三) 随机变量的函数及其数学期望	105
(四) 数学期望的性质	108
习题 3.1	109
§ 3.2 方差·标准差	112
(一) 方差的概念	112
(二) 方差的计算	114
(三) 几个重要分布的数学期望和方差	116
习题 3.2	120
§ 3.3 “三 σ 规则”及其在工艺过程控制中的应用	121
(一) 正态分布的“三 σ 规则”	121
(二) “三 σ 规则”在工艺过程控制中的应用	123
§ 3.4 大数定律·中心极限定理	125
(一) 车比晓夫不等式	125
(二) 贝努里大数定律	127
(三) 中心极限定理	128
习题 3.4	133
第四章 数理统计常用方法	135
§ 4.1 随机样本	135
(一) 基本概念	135
(二) 简单随机抽样	137
(三) 样本的数学特征	138
(四) 经验分布	140
习题 4.1	144
§ 4.2 统计量及其分布	144
(一) 样本均值 $\bar{X}$ 的分布	145

(二) χ^2 分布	147
(三) t 分布	149
(四) F 分布	151
习题 4.2	153
§ 4.3 参数估计	154
(一) 点估计	154
(二) 区间估计	158
习题 4.3	166
§ 4.4 假设检验	167
(一) u 检验	167
(二) t 检验	172
(三) χ^2 检验 · F 检验	174
习题 4.4	177
§ 4.5 线性回归	177
(一) 相关关系	177
(二) 用最小二乘法建立回归方程	178
(三) 相关系数	182
(四) 用回归分析进行预测	184
习题 4.5	187

第二篇 线 性 代 数

第一章 行列式	189
§ 1.1 二阶、三阶行列式及其性质	189
(一) 二阶行列式及二元线性方程组	189
(二) 三阶行列式及三元线性方程组	192
(三) 三阶行列式的性质	196
(四) 行列式展开	201
习题 1.1	204
§ 1.2 n 阶行列式	207

(一) n 阶行列式的概念	207
(二) n 阶行列式的性质	213
习题 1.2	218
§ 1.3 克莱姆法则	220
习题 1.3	225
第二章 矩阵	227
§ 2.1 矩阵的概念及运算	227
(一) 矩阵的概念	227
(二) 矩阵运算	231
• (三) 分块矩阵	243
习题 2.1	249
§ 2.2 逆矩阵	254
(一) 逆矩阵的概念	254
(二) 逆矩阵的计算	255
(三) 逆矩阵的性质	262
习题 2.2	263
§ 2.3 矩阵的初等变换	265
(一) 初等变换	265
(二) 初等矩阵	269
(三) 用初等变换求逆阵	273
习题 2.3	276
第三章 向量	277
§ 3.1 n 维向量空间	277
(一) n 维向量的概念	277
(二) n 维向量的线性运算	279
(三) n 维向量空间	281
习题 3.1	282
§ 3.2 向量的线性相关与线性无关	282
(一) 向量线性相关的定义	282

(二) 向量线性相关的判定方法	286
习题 3.2	290
§ 3.3 矩阵的秩	291
(一) 向量组的秩	291
(二) 矩阵的秩	294
(三) 求矩阵秩的两种方法	296
(四) 用矩阵求秩判定向量组的线性相关性	301
习题 3.3	304
第四章 线性方程组	306
§ 4.1 齐次线性方程组	306
(一) 齐次线性方程组解的判定	307
(二) 齐次线性方程组的解的性质	309
(三) 齐次线性方程组的基础解系	310
习题 4.1	318
§ 4.2 非齐次线性方程组	319
(一) 非齐次线性方程组解的判定	320
(二) 非齐次线性方程组的解的结构	323
习题 4.2	325
§ 4.3 用矩阵的行初等变换求解线性方程组	326
习题 4.3	333
• § 4.4 线性代数在投入产出分析上的应用	334
(一) 投入产出表的基本结构和主要平衡关系	335
(二) 直接消耗系数·列昂节夫矩阵	339
(三) 完全消耗系数	344

第三篇 线性规划

第一章 什么是线性规划问题	347
§ 1.1 线性规划问题及其数学模型	348
(一) 线性规划问题实例	348

(二) 线性规划问题的数学模型	358
(三) 线性规划问题的标准形式	359
习题 1.1	363
§ 1.2 线性规划问题的图解法与基本定理	366
(一) 线性规划问题的图解法	366
(二) 线性规划问题的基本定理	372
习题 1.2	373
第二章 单纯形法	375
§ 2.1 用消去法求解线性规划问题	375
习题 2.1	385
▶ § 2.2 单纯形法	386
习题 2.2	398
§ 2.3 初始基本可行解的求法	398
习题 2.3	406
▶ § 2.4 对偶线性规划问题及其性质	407
(一) 对偶线性规划问题	407
(二) 对偶问题的基本性质	410
习题 2.4	414
第三章 运输问题的特殊解法	415
▶ § 3.1 运输问题的表上作业法	415
(一) 编制初始调运方案	416
(二) 方案的调整	422
习题 3.1	433
§ 3.2 运输问题的图上作业法	434
(一) 图上作业法概论	434
(二) 交通图没有环路的流向图	437
(三) 交通图有环路的流向图	438
习题 3.2	442
附录	444

附表 1	标准正态分布表	444
附表 2	泊松分布表	446
附表 3	t 分布表	448
附表 4	χ^2 分布表	449
附表 5	F 分布表	452
习题答案		465

第一篇 概率论与数理统计

第一章 随机事件及其概率

简单地说，在一定条件下可能发生也可能不发生的事件称为随机事件。概率论的任务就是研究随机事件发生的可能性的大小。我们将这种“可能性”用一个数字 $p(0 \leq p \leq 1)$ 来表示，这个数字就是随机事件的概率。这一章主要讨论以下三方面的内容：随机试验与随机事件的基本概念；随机事件的概率及其性质；古典概型、几何概型及条件概率的概念及计算概率的方法。

§ 1.1 随机试验和样本空间

(一) 随机现象及本学科的任务

在社会与自然现象中，我们经常会碰到以下两种现象：一是确定性现象，一是不确定性现象。如将一枚石子上抛必然下落，两个带正电的小球靠近时必然相互排斥等，都是确定性现象。确定性现象是在一定条件下必然会发生某种结果的现象。相反，在一定条件下可能发生多种不确定结果的现象称为随机现象。如抛一枚均匀的硬币，落下后也可能正面向上，也可能正面向下；掷骰子时，可能会出现1点，2点，……，6点，但究竟会出现几点，事前是不能确定的。如此等等都是随机现象。

应当注意的是：凡是随机现象都具有两重性：一次试验的不确定性(偶然性)和多次重复试验时的规律性(必然性)。以抛硬币为例，如果只抛一次，其结果是不确定的，我们不能预知究竟是正面向上，还是反面向上。但若多次重复抛掷，将会呈现出规律性——正面向上的次数与反面向上的次数大约各占一半。又如掷骰子，掷一次不能预知到底会出现几点，但若多次重复，其结果也会呈现出规律性——各点数出现的次数大约是各占六分之一。

概率论与数理统计就是一门研究随机现象规律性的科学。

(二) 随 机 试 验

在研究随机现象时，利用随机试验的概念是十分方便的。

这里所谈到的“试验”是一个广泛的术语，凡是在一定条件下对随机现象的一次观察或实验都可以称为**随机试验**。如抛硬币，观察其正反面出现的情况，每抛一次就是做一次随机试验；考察某战士的打靶成绩时，每射击一次都可以看成是一次随机试验。粗糙地说，随机试验是在一组条件实现之下，其结果无法预言的试验。凡是随机试验，都具有以下三个特点：

- 1° 可以在相同条件下重复进行；
- 2° 每次试验的可能结果不止一个，但事先能够明确所有可能的结果；
- 3° 进行某一次试验之前，不能明确究竟哪一个结果会出现。

下面再举几个随机试验的例子：

(1) 摸球。口袋中装有红白两种颜色的球若干个，从中任意摸取一只，观察其颜色。它的可能结果有二：摸到红球或摸到白球。但在摸出之前，不能确定摸出红球还是摸出白球。

(2) 考察某储蓄所一天内的储款户数。试验的可能结果有 $N+1$ 个：0户、1户、2户…… N 户等，其中 N 是某个充分大的正整数。在试验之前，我们无法预知究竟会出现哪种结果。

(3) 射手进行射击，直到击中目标为止，观察其射击情况。试验的可能结果有无穷多个：1、01、001、0001、00001……，其中1表示击中，0表示击不中。显然在试验前无法明确究竟哪一个结果会出现。

以上各个试验都是可能重复进行的，它们都满足以上三个条件，所以，都是随机试验。

(三) 样 本 空 间

定义 某一随机试验 E 的所有相互排斥的可能结果(即基本事件)组成的集合叫做 E 的**样本空间**，记为 S 。

例 1 抛硬币试验的所有可能结果有两个：出现正面 H 和出现反面 T ，即它的基本事件共有两个。因此，它的样本空间是 $S = \{H, T\}$ 。

例 2 掷骰子试验的所有可能结果有六个：“出现1点”，“出现2点”，…，“出现6点”，即有六个基本事件。所以它的样本空间是 $S = \{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$ 。其中：1表示“出现1点”，余此类推。

例 3 在一批灯泡中任意抽取一只，测试其寿命。测试

灯泡的寿命是一个随机试验,测验的结果是一个实数。如800小时,1000小时等等,试验的所有可能结果(即基本事件)是某个非负实数。即样本空间

$$S = \{t | 0 \leq t\}$$

例 4 记录某地一昼夜间的最低温度与最高温度。

某地一昼夜间的最低温度和最高温度是一个随机现象,每一次记录是一次随机试验。

假定以 x 表示最低温度, y 表示最高温度,则记录结果(基本事件)必然是一对数值。如 $(x=0, y=15)$, $(x=10, y=22)$, $(x=-10, y=0)$ ……,又假定该地最低温度不低于 -30° ,最高温度不高于 40° ,则 x, y 必在 $-30 \sim 40$ 之间。所以样本空间为

$$\{(x, y) | -30 \leq x < y \leq 40\}$$

注意:样本空间是由随机试验决定的,不同的随机试验有不同的样本空间。

习 题 1.1

写出下列随机试验的样本空间:

(1) 记录一个小班一次数学考试的平均分数(设以百分制记分)。

(2) 同时掷三颗骰子,记录三颗骰子点数之和。

(3) 10只产品中只有3只是次品,每次从其中取一只(取出后不放回),直到将3只次品都取出,记录抽取的次数。

(4) 逐个生产某种产品直到得到10件正品,记录生产产品的总件数。

(5) 一个小组有 A, B, C, D, E 5 个人, 要选正副小组长各一人(一个人不能兼两个职务), 观察选举的结果。

(6) 甲乙二人下棋一局, 观察棋赛的结果。

(7) 一口袋中有许多红色、白色、兰色乒乓球, 在其中任意取 4 只, 观察它们具有哪几种颜色。

(8) 对某工厂出厂的产品进行检查, 合格的盖上“正品”, 不合格的盖上“次品”, 如连续查出二个次品就停止检查, 或检查 4 个产品就停止检查, 记录检查的结果。

(9) 有 A, B, C 三个盒子, a, b, c 三只球, 将三只球装入三只盒子中去, 使每个盒子装一只球, 观察其装球的情况。

(10) 测量一汽车通过给定点的速度。

(11) 将一尺之槌折成三段, 观察各段长度。

(12) 会议室里的所有人员是医生、护士或药剂师, 从中随机地喊一人出来, 考察被喊出人的职业。

§ 1.2 随机事件

(一) 随机事件的概念

简单地讲, 随机试验的结果称为**随机事件**, 简称为**事件**。如观察掷骰子出现的点数是一个随机试验, 它的一切可能结果: 出现 1 点, 出现 2 点, ……, 出现 6 点, 就是六个随机事件。

每次试验中肯定会发生的事件称为**必然事件**。如掷骰子, “点数不大于 6” 就是一个必然事件。

每次试验中肯定不会发生的事件称为**不可能事件**。如掷一颗骰子, “出现 7 点” 是不可能事件。