

概率论与 管理统计基础

工商管理硕士(MBA)教材

TEXTBOOKS FOR MASTER OF
BUSINESS ADMINISTRATION (MBA)

MBA

● 周概容 主编 张建华 王 健 副主编

复旦大学出版社

$A_6 = \{\text{此数含 } 6 \text{ 不含 } 8\}$ 可以表示为二事件的差: $A_6 = B_1 - B_8 = B_6 - B_8 B_6$, 其中 $B_1 = \{\text{此数不含 } 6\}$, $B_8 = \{\text{此数不含 } 8\}$. 因此(见(1.12)式), 有

$$\begin{aligned} P(A_6) &= P(B_1) - P(B_8 B_6) \\ &= \frac{8 \times 9^4}{9 \times 10^5} - \frac{7 \times 8^4}{9 \times 10^5} = \frac{23816}{9 \times 10^5} \approx 0.2646. \end{aligned}$$

1.3.2 几何概型

有时, 基于试验结局的均衡性, 可以借助于几何度量确定事件的概率. 这样计算的概率, 习惯上称做几何型概率. 假设 Ω 是一线段、平面或空间的有界区域, $L(\Omega)$ 表示其几何度量(长度、面积、体积). 考虑随机试验: 向 Ω 上投掷一质点. 假设, (1) 质点落到 Ω 中的任何点都是可能的, 但不可能落到 Ω 之外, 即质点落入区域 Ω 是必然事件; (2) 质点的落点在 Ω 中分布均匀, 即质点落入 Ω 中的任何区域 A 的可能性只与其几何度量 $L(A)$ 有关, 并与之成正比. 我们简称这样的随机试验为“向区域 Ω 上均匀地掷随机点”. 对于 Ω 中的任何区域 $A \subset \Omega$, 考虑事件 $A = \{\text{质点落入区域 } A\}$, 则

$$P(A) = \frac{L(A)}{L(\Omega)} \quad (1.8)$$

例 1.10 向半圆 $\Omega = \{(x, y): x^2 + y^2 \leq 4x\}$ 内均匀地投掷一随机点 Q , 试求事件 $A = \{Q \text{ 与原点连线和横轴的夹角小于 } \pi/4\}$ 的概率 P .

解 以 (x, y) 表示随机点 Q 的坐标. Ω 是以 $(2, 0)$ 为圆心以 2 为半径的半圆. 设 $A = \{(x, y): (x, y) \text{ 与原点连线和横轴的夹角小于 } \pi/4, \text{ 且 } (x, y) \in \Omega\}$ (见图 1.3.3). 则事件 $A = \{(x, y) \in A\}$. 半圆的面积 $L(\Omega) = 2\pi$, 区域 A 的面积 $L(A)$

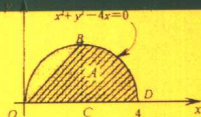


图 1.3 例 1.5 插图



工商管理硕士(MBA)教材

概 率 论 与 管理统计基础

主 编 周概容

副主编 张建华 王 健

复旦大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

概率论与管理统计基础/周概容主编. —上海:复旦大学出版社, 2001. 8
工商管理硕士(MBA)教材
ISBN 7-309-02963-1

I. 概… II. 周… III. ①概率论-研究生-教材②数理统计-研究生-教材 IV. O21

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 059031 号

出版发行 复旦大学出版社

上海市国权路 579 号 200433

86-21-65118853(发行部) 86-21-65642892(编辑部)

fupnet@fudanpress.com <http://www.fudanpress.com>

经销 新华书店上海发行所

印刷 复旦大学印刷厂

开本 850×1168 1/32

印张 14

字数 413 千

版次 2001 年 8 月第一版 2001 年 8 月第一次印刷

印数 1—4 200

定价 22.00 元

如有印装质量问题, 请向复旦大学出版社发行部调换。

版权所有 侵权必究

内 容 简 介

本书参照原国家教委颁发的高等学校财经类专业核心课程“经济数学基础”及“统计学”教学大纲,以及教育部制订的全国硕士研究生入学统一考试“数学考试大纲”(概率论与数理统计部分)编写的。编写本书时,吸纳了1998年教育部在北京召开的“管理类专业面向21世纪教学内容和课程体系改革研讨会”意见;借鉴了复旦大学出版社1990年出版的《管理统计》一书,该书是全国综合性大学管理教育协作组组织编写的经济与管理类专业系列教材之一。

本书内容包括管理和经济分析中常用的,概率论与统计学的基础知识和方法。本书可以作为高等学校管理和经济门类专业的本科和专科生的“概率统计”教材;攻读硕士学位研究生的“统计学”基础教材或参考书;准备全国硕士研究生或MBA入学考试的概率统计复习参考书;亦可供各级管理人员、经济工作者和工程技术人员参考使用。

主 编 周概容

副主编 张建华 王 健

撰稿人(姓氏笔画为序)

王 健 张建华 李冠众 周概容

季红栋 赵 煜 高建兵 鞠英利

前 言

本书面向 21 世纪高等学校管理和经济门类专业的本科生及研究生,由概率论和管理统计基础两大部分组成。基础科学、应用技术和管理,是现代社会赖以生存的三鼎足。概率论与统计学的思想和方法,在现代管理和经济领域中得到广泛的应用和蓬勃的发展,已经成为不可缺少的重要工具。应用于管理与经济领域的数学、统计的模型与方法,有确定型和随机型两大类。本书主要涉及与随机性有关的数学和统计学的概念、原理、思维方法和分析方法。

概率论是处理带有随机成分的各类模型或问题的基础,是高等学校理工科、管理(包括工商管理和管理工程)和经济类以及一些文科类专业的必修课程,同时也是管理和经济类专业硕士研究生入学的必考科目。概率论的思维方式和方法,广泛地用于自然科学、社会科学、工程技术和军事和工农业生产。本书的前四章集中讲概率论的基础知识,包括事件及其概率,随机变量及其概率分布和数字特征,大数定律和极限定理。

统计学是搜集、描述和分析数据,并根据数据资料进行推断的一门科学。在我国曾长期并存相互独立的两门统计学——数理统计和社会经济统计,前者偏重于统计学的数学方法,而后者偏重于统计学在社会、经济领域的应用;前者主要涉及推断统计,而后者则主要涉及描述统计。现在统计学同数学、经济学、管理学……一样属于一级学科,而数理统计和社会经济统计都是统计学的分支。“管理统计”一词常出现在国内外文献中,但是严格地说“管理统计”并不是一门独立的学科。我们使用“管理统计”这一术语旨在强调统计的理论、思维方法和分析方法在管理中的应用,这主要体现在选材和例证上。因篇幅所限,我们只能选讲用于管理和经济的统计学的最基本内容,并且主要讲统计推断的原理和方法:抽样分布、统计估计、统计检验和比较,以及有广泛应用的统计学分支——相关分析和回归分析,其中第六、七、八章包括管理

类所有专业和经济类部分专业的硕士研究生入学全国统一考试的必考内容。第五章比较集中地介绍描述统计的基本知识:描述统计的基本范畴和概念、统计数据的搜集、整理、表示和描述方法,以及统计数据(包括时间数列)的数字特征。熟悉社会经济统计的读者可以越过这一章。

本书可以作为管理和经济门类所有本科和专科专业的“概率统计”教材。前四章是概率论,第六、七、八章是数理统计基本内容。由于不同专业安排的学分有所不同,一般为3—5学分,使用时可以参照硕士研究生入学统一考试“数学考试大纲”(概率论与数理统计部分)适当取舍。

对于管理和经济门类专业攻读硕士(包括MBA)学位的研究生,亦可选用本书作为“统计学”的基础教材或教学参考书。现在,对于经济和管理,定量分析越来越重要,而定量分析离开统计学的知识是不可思议的。经济特别是管理门类专业攻读学位的研究生,往往来自各种不同的学科或专业,有的甚至没有接触过概率论和统计学的内容。根据我们多年研究生教学的经验,研究生既需要了解某些传统的社会经济统计的内容,又要掌握统计推断的必要内容。本书的第五章到第九章正是按这种要求编写的。

阅读本书只要求具备通常称为“经济数学基础”的“微积分”和“线性代数”中矩阵的基本知识。本书在叙述风格上,力求深入浅出,在保证内容科学性的同时,不拘泥形式逻辑上的严格性。命题或论断,有的给出了简单证明或证明的思路,许多只作直观的说明,以读者能接受、理解和运用为准;有些则指出相应的文献。

每章配有适量的习题,一般与正文中的内容和例题相对应,每种类型2—3题。读者不必做所有的题,只需在教师指导下按习题的类型选做。在书后附录一对几乎所有习题都给出了答案或提示。

从《管理统计》1990年出版以来,我们与复旦大学出版社愉快地合作了十余年,我们共同送走了光辉的20世纪,又迎来了充满希望的21世纪。我们在此向复旦大学出版社表示深切的谢意。

编 者

2001年5月 于南开大学

目 录

I. 概率论

第一章 事件的概率	3
§ 1.1 随机现象和随机事件	3
1.1.1 必然现象和随机现象	3
1.1.2 随机试验和随机抽样	4
1.1.3 随机事件和随机变量	6
§ 1.2 事件的关系和运算	7
1.2.1 事件的关系和运算	7
1.2.2 事件运算的性质	8
1.2.3 事件的文氏图	10
§ 1.3 事件的概率	11
1.3.1 古典概型	12
1.3.2 几何概型	17
1.3.3 用频率估计概率	19
1.3.4 主观概率的概念*	20
1.3.5 概率的公理	21
§ 1.4 概率的基本性质和运算法则	22
§ 1.5 条件概率和概率的基本公式	25
1.5.1 事件的条件概率	25
1.5.2 概率的三个基本公式	28
§ 1.6 事件的独立性和独立试验	32

1.6.1	二事件的独立性	33
1.6.2	多事件的独立性	34
1.6.3	独立事件的性质	35
1.6.4	独立试验	37
习题 1		39
第二章 随机变量及其概率分布和数字特征		44
§ 2.1	随机变量的概率分布	44
2.1.1	随机变量的概念	44
2.1.2	离散型随机变量的概率分布	47
2.1.3	连续型随机变量的概率分布	48
2.1.4	随机变量的分布函数	51
§ 2.2	随机变量的联合概率分布	54
2.2.1	离散型随机变量的联合概率分布	54
2.2.2	连续型随机变量的联合概率分布	57
2.2.3	随机变量的联合分布函数	60
§ 2.3	随机变量的独立性	63
2.3.1	独立随机变量的定义和性质	63
2.3.2	随机向量的独立性*	65
§ 2.4	随机变量的数字特征	65
2.4.1	随机变量的数学期望	65
2.4.2	随机变量的方差和标准差	71
2.4.3	随机变量的协方差和相关系数	73
2.4.4	随机变量的条件数学期望和方差*	81
2.4.5	随机变量的其他数字特征*	83
§ 2.5	随机变量的函数	88
2.5.1	随机变量函数的分布的一般求法	88
2.5.2	连续型随机变量函数的概率密度	92
2.5.3	二随机变量和、差、积、商的分布	94
习题 2		96
第三章 常用概率分布		102
§ 3.1	常用离散型概率分布	102
3.1.1	0-1 分布	102

3.1.2	二项分布	103
3.1.3	超几何分布	106
3.1.4	泊松分布和泊松定理	109
3.1.5	试验次数的概率分布*	115
§ 3.2	常用连续型概率分布	119
3.2.1	均匀分布和均匀随机数	119
3.2.2	正态分布	122
3.2.3	对数正态分布	127
3.2.4	指数分布	128
3.2.5	χ^2 分布	130
3.2.6	t 分布	132
3.2.7	F 分布	133
§ 3.3	常用多元概率分布	135
3.3.1	多项分布	135
3.3.2	多元超几何分布*	136
3.3.3	多元均匀分布	137
3.3.4	二元正态分布	138
3.3.5	多元正态分布*	143
习题 3		149
第四章	极限定理	155
§ 4.1	中心极限定理	155
4.1.1	列维-林德伯格定理	155
4.1.2	棣莫佛-拉普拉斯定理	159
§ 4.2	大数定律	165
4.2.1	随机变量列的极限	165
4.2.2	切贝绍夫不等式	166
4.2.3	伯努利大数定律	169
4.2.4	辛钦大数定律	169
4.2.5	强大数定律*	170
习题 4		171

II. 管理统计基础

第五章	描述统计	177
-----	------------	-----

§ 5.1 统计学的基本概念和范畴	177
5.1.1 总体和统计标志	177
5.1.2 样本和统计量	181
§ 5.2 统计数据的搜集	183
5.2.1 统计调查	183
5.2.2 抽样调查	185
5.2.3 几种基本的抽样方法	187
§ 5.3 统计数据的整理	194
5.3.1 统计整理的一般方法	194
5.3.2 统计分组	195
5.3.3 频率分布	198
§ 5.4 样本数字特征	205
5.4.1 样本均值、众数和中位数	205
5.4.2 样本极差、方差、平均离差	207
5.4.3 样本矩、偏度和峰度	208
§ 5.5 时间数列数据的数字特征	211
5.5.1 时间数列的基本概念	211
5.5.2 发展水平和平均发展水平	213
5.5.3 增长量和平均增长量	219
5.5.4 速度和平均速度	219
习题 5	223
第六章 抽样分布	227
§ 6.1 简单随机样本	227
6.1.1 总体、样本和统计量的数学定义	227
6.1.2 简单随机样本和简单随机抽样	228
6.1.3 简单随机样本的分布	229
6.1.4 随机数*	231
§ 6.2 样本特征和总体特征的关系	233
6.2.1 经验分布函数和理论分布函数	234
6.2.2 样本数字特征的相合性	236
§ 6.3 正态总体的抽样分布	237
6.3.1 样本均值和样本方差的分布	237

6.3.2	二样本均值差的分布	238
6.3.3	二样本方差比的分布	240
§ 6.4	极限抽样分布	243
6.4.1	样本均值的极限分布	243
6.4.2	样本矩的极限分布*	244
习题 6		245
第七章	参数估计	248
§ 7.1	参数估计的一般概念	248
7.1.1	统计估计问题	248
7.1.2	总体参数的点估计	249
7.1.3	总体参数的区间估计	251
§ 7.2	估计量的求法	255
7.2.1	矩估计法	255
7.2.2	最大似然估计法	257
§ 7.3	正态总体参数的估计	262
7.3.1	一个正态总体参数的估计	262
7.3.2	两个正态总体参数的估计	267
7.3.3	非正态总体均值的估计	270
§ 7.4	比率的估计	270
7.4.1	比率的点估计	271
7.4.2	比率的区间估计	271
习题 7		274
第八章	统计检验和比较	278
§ 8.1	假设检验的基本概念	278
8.1.1	统计假设的概念和类型	278
8.1.2	统计假设的检验	280
8.1.3	显著性检验的一般程序	284
8.1.4	拟合优度和 p 值	287
§ 8.2	正态总体参数的检验	288
8.2.1	一个正态总体均值和方差的检验	288
8.2.2	比较两个正态总体均值和方差的检验	292
8.2.3	非正态总体均值的检验*	296

8.2.4 方差分析法——多个正态均值的比较	297
§ 8.3 比率的检验	303
8.3.1 一个比率的检验	303
8.3.2 两个比率的比较	306
§ 8.4 分布拟合检验	308
8.4.1 分布拟合检验	308
8.4.2 独立性的检验	313
8.4.3 期望结果与观测结果的拟合检验	318
§ 8.5 样本齐一性检验	320
8.5.1 样本齐一性 χ^2 检验	321
8.5.2 游程检验	323
8.5.3 秩和检验	325
8.5.4 符号检验	328
习题 8	329
第九章 相关分析和回归分析	338
§ 9.1 变量间统计相依关系的分析方法	338
9.1.1 变量间的关系	338
9.1.2 统计相依关系的分析方法	342
§ 9.2 相关分析	344
9.2.1 正态简单相关分析	344
9.2.2 正态偏相关分析*	348
9.2.3 等级相关分析*	351
§ 9.3 回归分析	354
9.3.1 一元线性回归分析	355
9.3.2 多元线性回归分析*	367
9.3.3 非线性回归分析简介	379
习题 9	384
附录一 习题答案和提示	390
附录二 常用统计数值表	401
附表 1 标准正态分布函数 $\Phi(x)$	401
附表 2 标准正态分布密度 $\varphi(x)$	402

附表 3	标准正态分布双侧分位数 u_α	403
附表 4	t 分布双侧分位数 $t_{\alpha, \nu}$	404
附表 5	χ^2 分布上侧概率 $p = P\{\chi^2 \geq c\}$	405
附表 6	χ^2 分布上侧分位数 $\chi^2_{\alpha, \nu}$	406
附表 7	F 分布上侧分位数 $F_\alpha(f_1, f_2)$	408
附表 8	正态总体之修正样本标准差 S 的数学期望和标准差的 系数表	413
附表 9	正态总体之样本极差 R_n 的数学期望和标准差的系数表	413
附表 10	秩和检验的临界值 $w_\alpha(m, n)$	414
附表 11	游程总数的下和上临界值 $R_\alpha(m, n)$ 和 $R'_\alpha(m, n)$	417
附表 12	符号检验临界值 $S_{\alpha, N}$	420
附表 13	样本相关系数 $\hat{\rho}$ 的临界值 $r_{\alpha, \nu}$	421
附表 14	费歇耳变换 z 和相关系数 r 的换算表	422
附表 15	斯皮尔曼等级相关系数 R_s 的上临界值 $r_{\alpha, n}$	423
附表 16	二项分布累计概率	424
附表 17	泊松分布累计概率	426
附表 18	均匀随机数	428
附表 19	标准正态随机数	429
参考书目		430

I. 概 率 论

原书空白页

第一章 事件的概率

概率论是研究大量随机现象的统计规律性的一门科学,是统计学的重要基础,其主要对象是事件及其概率、随机变量及其概率分布和数字特征. 概率论在自然科学、社会科学、工程和技术、工农业生产等领域、以及各领域和各层次的管理中得到极其广泛的应用. 这一章讲概率论的基本概念——事件及其概率,主要包括:(1) 随机现象和随机试验;(2) 事件及其关系和运算;(3) 事件概率的概念和性质;(4) 事件概率的计算.

§ 1.1 随机现象和随机事件

概率论是研究大量随机现象的统计规律性的数学分支,它同时也是统计学的重要理论基础. 我们首先阐述必然现象、随机现象、随机事件、随机变量和随机变量的统计规律性等基本概念.

1.1.1 必然现象和随机现象

自然界和人类社会的各种现象大致可以分为两类:必然现象和随机现象. 必然现象指在一定条件下肯定出现的现象. 随机现象指带有不确定性或偶然性的现象,即在给定条件下既可能出现也可能不出现的现象.

1. 必然现象 有些现象,在一定条件下出现与否,以及出现时所产生的结果是完全确定的,是可以事先确切预测的. 例如,“在标准大气压下,纯水加热到 100°C 沸腾”、“平面三角形的任意两边之和大于第三边”、“同性电荷互相排斥”、“任何事物都可以‘一分为二’”……类似的现象称做**必然现象**. 自然科学和社会科学的多数学科的任务,就在于研究必然现象出现的条件,并预示它们出现时所产生的结果.