



大学本科应用型“十一五”规划教材
教育部课程教材研究所推荐使用

概率论与数理统计

(理工)

GAILÜLUN YU SHULITONGJI

马恩林 主编



人民教育出版社



清华大学出版社“十一五”出版规划
重点图书出版项目

概率论与数理统计

（第3版）

PROBABILITY AND STATISTICS

何晓群 主编

清华大学出版社

大学本科应用型“十一五”规划教材
教育部课程教材研究所推荐使用

概率论与数理统计

GAILÜLUN YU SHULI TONGJI

(理工)

马恩林 主 编

何书元 主 审



人民教育出版社

· 北京 ·

图书在版编目(CIP)数据

概率论与数理统计(理工)/马恩林主编. —北京:

人民教育出版社, 2006

大学本科应用型“十一五”规划教材

ISBN 7-107-19899-8

I. 概...

II. 马...

III. ①概率论—高等学校—教材

②数理统计—高等学校—教材

IV. 021

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 100991 号

人民教育出版社 出版发行

网址: <http://www.pep.com.cn>

北京人卫印刷厂印装 全国新华书店经销

2006 年 9 月第 1 版 2006 年 9 月第 1 次印刷

开本: 787 毫米×1 092 毫米 1/16 印张: 24.5

字数: 380 千字 印数: 0 001~3 000 册

定价: 26.90 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版科联系调换。

(联系地址: 北京市海淀区中关村南大街 17 号院 1 号楼 邮编: 100081)

大学本科应用型“十一五”规划教材

(已出书目)

会计学基础

国际贸易

高等数学(理工)

线性代数(理工)

线性代数(经管)

管理学

会计学基础实验教程

国际贸易实务

概率论与数理统计(理工)

概率论与数理统计(经管)

微积分(经管)

应用文写作教程

大学本科应用型“十一五”规划教材

教育部课程教材研究所推荐使用

人民教育出版社出版发行

大学本科应用型“十一五”规划教材编写委员会

顾问 (按姓氏拼音排序)

李进才 李志军 刘凤泰 田敬诚 曾繁仁 张晋峰 周建设

主任委员 王德胜

委员 (按姓氏拼音排序)

曹廷华 常守金 陈友飞 程舒伟 董希文 杜晓十 方 炎
顾学宏 何全旭 李崇祥 李洪岩 李 华 刘大为 刘立德
吕爱芝 金秋萍 任建波 邵丹妮 徐 霆 杨 霞 杨 毅
叶国灿 雍进辉 曾庆良 张春先 赵荣宪

秘书长 雍进辉

副秘书长 陈 涓

本书编写人员

主 编 马恩林

撰 稿 (按姓氏拼音排序)

马恩林 檀亦丽 万星火 王 峰 张 正



人民教育出版社

大学本科应用型“十一五”规划教材

出 版 人 韩绍祥
总 编 辑 魏国栋
总编辑助理 魏运华

策 划 吕 达
刘立德
丛 书 责 编 刘立德
陈 涓
本 书 责 编 赵云来
本 书 主 审 何书元

大学本科应用型“十一五”规划教材

出版说明

进入新世纪以来,为了更好地培养从事社会主义现代化建设的高层次应用型人才,充分适应广大人民群众对高等教育需求不断增长的新形势,全国各地许多普通高等学校不仅创设了一大批新兴的应用型专业,同时还与社会力量合作,相继创办了以培养大学本科层次应用型人才为主要目标的独立学院.这是我国深化高等教育改革、推进高等教育大众化和保证高等教育持续、健康、均衡发展的一个重大举措.

作为“教育部高等学校教学质量与教学改革工程”的重要组成部分,建立适合普通高等学校自身办学性质、专业设置及人才培养目标的应用型专业课程教材体系,成为当前高等教育改革和发展的一项重要任务.为了加强对高等学校本科应用型教材编写工作的组织和管理,教育部课程教材研究所联合相关高等院校的领导、专家学者和教师组成了“大学本科应用型‘十一五’规划教材编写委员会”.人民教育出版社党委书记、副社长、教育部直属高校司原司长李志军,教育部高等教育评估中心主任、高等教育司原副司长刘凤泰,中国高等教育学会副会长兼秘书长、原国家教委思想政治工作司副司长张晋峰,国务院学位委员会中文学科组召集人、山东大学原校长曾繁仁,教育部高校教学评估专家委员会副主任、江汉大学校长李进才,首都师范大学副校长周建设,教育部社会科学司出版管理处调研员田敬诚担任编写委员会顾问.中华美学学会副会长、首都师范大学美学研究所所长暨科德学院常务副院长王德胜担任编写委员会主任委员.编写委员会还聘请了具有丰富教学经验和较高学术水平的学科带头人分别担任各科教材的主编,并聘请知名专家审核编写大纲和书稿.

本套教材的编写以“教育要面向现代化,面向世界,面向未来”为指针,以党和国家的教育方针以及高等学校应用型人才培养目标为依据,以思想性、科学性、时代性为原则,以应用性、复合性、拓展性为特色,致力于培养高层次应用型人才的创新精神和实践能力,全面体现“大学本科层次”和“应用、实用、适用”的教学要求,力求建立合理的教材结构,以适应我国高等教育从规模数量型向质量效益型转变的形势和社会主义市场经济对应用型人才培养的迫切要求.另外,教材正文版面设计上留有旁白,以提示要目,强化重点,画龙点睛;学生也可笔记上课内容,钩玄提要,以利复习和举一反三.

作为从我国高等教育实际情况出发而编写出版的全国性通用教材,本套教材主要供培养本科层次人才的普通高等学校应用型专业和独立学院各专业教学使用,还可供普通高等

学校其他相关专业的师生和社会人员进修或自学使用。

本套教材由人民教育出版社于“十一五”第一年开始陆续推出。

本套教材的编写出版,得到了教育部高等教育司、教育部直属高校司、教育部社会科学司、教育部高校教学评估专家委员会、教育部高等教育评估中心、教育部课程教材研究所、中国高等教育学会以及相关高等院校有关领导和同志们的大力支持,谨在此一并致谢。

编写出版大学本科应用型专业教材,是我们贯彻国家教育部高等教育课程教材改革精神、全面落实教育部新一轮《教育振兴行动计划》的初步尝试。本套教材的编写出版如有不当之处,敬请广大师生不吝指正,以使本套教材日臻完善。

人民教育出版社

2006年7月

本书编者前言

本书是根据教育部“概率论与数理统计教学基本要求”，并考虑到当前高校教学改革的需要而编写的一部突出应用性特点的教材。

本书作为高等院校工科、理科（非数学专业）概率论与数理统计课程的教材，主要由概率论与数理统计两部分组成。概率论部分（第一章至第五章）作为基础知识，为研究随机性问题提供必要的理论基础。数理统计部分（第六章至第九章）包括参数估计、假设检验、方差分析和回归分析等内容。本书的最后一章，介绍了目前应用较为广泛的数学软件 MATLAB 在概率论与数理统计中的应用。

概率论与数理统计中有相当部分的理论推导，这虽然可以培养学生的理论分析能力，但对基本概念的理解及解决实际问题帮助不大。为此，我们对理论推导部分做了弱化处理，把重点放在实际问题的分析和基本方法的掌握上。在讲清基本理论的基础上，尽量做到与理工科专业的实际需要相联系，突出应用性特点。本书特别选用和编制了一些能够反映当代概率论与数理统计应用方向的例题和习题，并且对基于概率论与数理统计的理论发展起来的一些领域（例如风险决策、质量控制等）做了简单介绍，这些问题不但具有一定的启发性，也能够使读者体会到概率论与数理统计在现实生活中应用的广泛性。

对于概率论与数理统计中较为复杂的计算（例如计算各种复杂的积分等），考虑到过多的形式计算容易使读者转移学习的重点，鉴于当前的计算机技术已达到了相当的普及程度，也为使读者解决实际工作中的计算问题以及利用计算机解决数学问题的能力，我们引入了数学软件 MATLAB，该软件的基本操作并不复杂，无论对教师还是学生，只需通过简单的学习即可上机操作。

本书大部分章节配备了习题（基本题），希望通过这些基本题目的训练，读者能够较好地掌握该节讲述的基本概念和分析方法。在每一章后面还配备了复习题和测试题，复习题旨在全面复习本章

的内容,且进一步提高读者分析问题、解决问题的能力,而读者通过测试题,可以检测自己的学习效果.

本书的第一章、第五章由檀亦丽编写,第二章、第三章由万星火编写,第四章、第六章和第七章由马恩林编写,第八章、第九章由张正编写,第十章由王峰编写.最后由马恩林对全书进行了润色和修订.

本书由北京大学数学科学学院副院长兼概率统计系主任何书元教授主审,感谢他为本书所付出的努力.

在本书的编写过程中,雍进辉多次参与了讨论,并提出了许多有价值的建议,使本书增色不少.

我们衷心感谢教育部课程教材研究所、人民教育出版社对本教材编写工作的大力指导,吕达、魏运华、刘立德、赵云来先生以及其他编审人员给予了本书大力的支持和帮助,对此我们表示衷心的感谢.首都师范大学、河北理工大学等单位对本教材的编写工作也给予了大力支持,谨此一并致谢.

限于编者水平,以及编写时间仓促,书中难免有错漏与不当之处,诚恳地希望读者批评指正.

马恩林
2006年5月

第一章 随机事件与概率/1

学习要点/1

第一节 随机现象与随机试验/2

一、确定性现象与随机现象/2

二、随机试验/3

第二节 样本空间与随机事件/4

一、样本空间与样本点/4

二、随机事件/4

三、事件间的关系与运算/6

习题 1.2/9

第三节 频率与概率/10

一、频率/10

二、概率的统计定义/11

三、概率的性质/12

习题 1.3/13

第四节 古典概型/14

习题 1.4/17

第五节 条件概率/17

一、条件概率/17

二、乘法公式/19

三、全概率公式/21

四、贝叶斯公式/22

习题 1.5/24

第六节 事件的独立性/25

一、事件的独立性/25

二、独立性在系统可靠性中的应用/28

习题 1.6/29

第七节 n 重伯努利概型/30

习题 1.7/32

本章小结/32

复习题 1/34

测试题 1/36

第二章 随机变量及其分布/38

学习要点/38

第一节 随机变量与分布函数/39

一、随机变量的概念/39

二、随机变量的分布函数/41

习题 2.1/42

第二节 离散型随机变量及其分布律/43

一、离散型随机变量的概率分布/43

二、几种常见的离散型分布/44

习题 2.2/48

第三节 连续型随机变量及其分布密度/49

一、分布密度函数的概念/49

二、几种常见的连续型分布/51

习题 2.3/58

第四节 随机变量函数的分布/59

一、离散型随机变量的函数的分布/59

二、连续型随机变量的函数的分布/60

习题 2.4/62

本章小结/63

复习题 2/64

测试题 2/65

第三章 多维随机变量及其分布/68

学习要点/68

第一节 二维随机变量及其分布/69

- 一、二维随机变量及联合分布函数/69
- 二、二维离散型随机变量及其分布律/71
- 三、二维连续型随机变量及其分布密度/73
- 四、二维随机变量的边缘分布/75

习题 3.1/80

第二节 条件分布/80

- 一、离散型随机变量的条件分布律/80
- 二、连续型随机变量的条件分布密度/82

习题 3.2/85

第三节 随机变量的独立性/86

习题 3.3/91

第四节 两个随机变量函数的分布/92

- 一、和的分布/92
- 二、 $M=\max(X, Y)$ 及 $N=\min(X, Y)$ 的分布/97
- 三、瑞利分布/98

习题 3.4/99

第五节 n 维随机变量/100

- 一、 n 维随机变量的联合分布和边缘分布/100
- 二、 n 维随机变量的独立性/100
- 三、 n 维正态分布/101

本章小结/102

复习题 3/103

测试题 3/105

第四章 随机变量的数字特征/108

学习要点/108

第一节 数学期望/109

- 一、离散型随机变量的数学期望/109
- 二、连续型随机变量的数学期望/113
- 三、随机变量函数的数学期望/115

四、数学期望的性质/116
五、条件数学期望/118
习题 4.1/119
第二节 方差/121
一、方差的概念/121
二、方差的性质/124
习题 4.2/128
第三节 协方差与相关系数/128
一、协方差/128
二、相关系数/130
三、矩、协方差矩阵/133
习题 4.3/134
第四节 风险型决策/134
习题 4.4/144
本章小结/145
复习题 4/147
测试题 4/149

第五章 大数定律和中心极限定理/151

学习要点/151
第一节 大数定律/152
第二节 中心极限定理/154
习题 5.2/157
本章小结/157
测试题 5/158

第六章 数理统计的基本概念/160

学习要点/160
第一节 总体与样本/163
习题 6.1/166
第二节 统计量及其分布/167

- 一、统计量的概念/167
- 二、数理统计中的三个重要分布/169
- 三、统计量的分布/172
- 习题 6.2/174

本章小结/174

复习题 6/176

测试题 6/176

第七章 参数估计/178

学习要点/178

第一节 经验分布函数与频率直方图/179

习题 7.1/183

第二节 点估计/184

- 一、矩法估计/184
- 二、极大似然估计/186
- 三、参数估计问题的若干实例/191
- 四、衡量估计量优劣的标准/198
- 习题 7.2/203

第三节 区间估计/205

- 一、区间估计的基本概念/205
- 二、一个正态总体情形/206
- 三、两个正态总体情形/211
- 习题 7.3/214

本章小结/215

复习题 7/216

测试题 7/217

第八章 假设检验/220

学习要点/220

第一节 假设检验的基本思想/221

习题 8.1/224