

21 世纪高职高专数学系列教材

概率与统计

龚友运 李学银 主编

G a i l u Y u T o n g j i

华中科技大学出版社

21 世纪高职高专数学系列教材

概率与统计

主编 龚友运 李学银
主审 朱永银 吴高岭

华中科技大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

概率与统计/龚友运 李学银 主编
武汉:华中科技大学出版社,2004年9月
ISBN 7-5609-3254-1

I. 概…

II. ①龚… ②李…

III. 概率论-高等学校-教材;数理统计-高等学校-教材

IV. O21

概率与统计

龚友运 李学银 主编

策划编辑:徐正达

封面设计:刘 卉

责任编辑:吴锐涛

责任监印:张正林

责任校对:陈 骏

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录 排:武汉皇荣文化发展有限责任公司

印 刷:湖北省通山县九宫印务有限公司

开本:850×1168 1/32

印张:8.25

字数:193 000

版次:2004年9月第1版

印次:2006年2月第3次印刷

定价:12.80元

ISBN 7-5609-3254-1/O·331

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

本书是“21 世纪高职高专数学系列教材”之一,介绍概率论的基本知识和常用的数理统计方法. 全书共分五章,内容包括:随机事件与概率、随机变量及其分布、随机变量的数字特征、随机向量初步、数理统计初步. 第五章末还编有随机数学模型实例. 带“*”或用小字排版的内容供选学,每章末附有内容小结、复习题及阅读材料. 书末附有常用分布及数值表、习题参考答案.

本书例题、习题较多,可供不同专业选用. 全书叙述简明,力求通俗易懂,便于自学,可作为高职高专院校文、理科专业的教材,也可供高等师范学校非数学专业的读者使用.

21 世纪高职高专数学系列教材 编审委员会

顾 问	齐民友	费浦生	
主 任	安志鹏		
副主任	朱永银	李乐成	袁黎明
	马晓明	龚友运	杨绍业
秘书长	魏 莹		
委 员	(以姓氏笔画为序)		
	王 玲	王启学	邓五根
	孙长国	刘习贤	刘古胜
	匡水发	李学银	欧阳兴
	郭文秀	倪 曼	盛集明
	彭瑞华	康希祁	

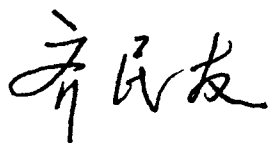
序

在“21 世纪高职高专数学系列教材”即将出版之际，我谈几点意见，作为这套系列教材的序。

高等职业教育的出现是我国高等教育改革发展中的大事。高职应该办好，办出特色，真正培养出高素质的复合型、应用型人才。近来报纸上有很多讨论有关问题的文章，其中提到在发达国家高级技工的比例占到 40%，而我国只有百分之几。这一现象已经严重地影响了国民经济的发展。高职院校虽然不是培养高级技工的场所，但它培养的各类技术人才，将会弥补这个不足，使“高学历”人才与“应用型”人才的比例趋向合理。目前有一种追求“高学历”教育的倾向，用一句话来概括，就是中国的高等教育重心偏高。有一种流传很广的成见，认为“高学历等于高质量”，实践证明这是不对的。过分强调高学历，反而会造成有限教育资源的极大浪费。

近年来，人们又开始讨论所谓高等教育大众化的问题。高等教育由以前的“精英教育”向“大众化教育”转变，这是高等教育发展的必然结果。这样一来，不免使人怀疑，便有了这是不是以数量换质量的说法。由于进入高等学校的学生越来越多，录取分数线一定会下降，这也会引起人们的疑惑：入学分数较低的学生们的质量是不是一定就差？这种误解与“高学历等于高质量”的性质是相同的。教育的功能在于，能用有限的资源把更多的学生提高到

更高的水平。因此,我提出这样一个问题:怎样根据高职教育的性质与实际可能将高等职业教育搞得更好、更有特色?怎样利用我们的有限的资源,培养出更多的合格人才?做到了这一点就是高质量的教育。正是从这点出发,我在多种场合中提到了“必需、够用”和“易教易学”两个标准。对于这一点,如果说在微积分基础方面比较容易做到的话,那么要在以后较高层次的专业数学方面做到就难多了。如果前面基础课的内容讲得很少,似乎皆大欢喜,但到后来学习专业数学,知识就不够用了。反之,对前面的基础课程提出了不合理的过高的要求,学生们接受不了,也就谈不上再学习后续内容了。所以,还是重申那两句话:“必需、够用”与“易教易学”。我知道,这是很不容易达到的标准。如果说我这些年来从事教学工作还有一些体会的话,那就是办教育不能说空话。许多事,说起来容易,但做起来就难了,只有经过多年的实践才知道其艰辛。正因如此,我愿对这套系列教材的作者们孜孜不倦的努力,对他们编出“精品”教材、为培养21世纪的高素质人才做贡献的精神,表示我的敬意。也希望他们继续努力,做得更好。



2002年5月5日
于武汉大学

前 言

数学是研究数量关系与空间形式的科学,是科学技术人才科技素质的重要组成部分. 随着计算机技术等高科技的普及和发展,数学的重要性日益显现. 为了提高学生的数学素质,结合高职高专学生的特点,针对高职高专教育的目标——培养高层次、复合型、实用型人才,湖北省高职高专数学研究会与华中科技大学出版社联合组织出版了这套“21 世纪高职高专数学系列教材”,第一批推出的有《高等数学(第一册)》、《高等数学(第二册)》、《线性代数》、《积分变换》、《概率与统计》、《高等数学学习指导(第一册)》、《高等数学学习指导(第二册)》等七本. 本系列教材保持传统体系,简略理论推导,强调实际应用,渗透建模思想,突出思路分析,强化综合训练;在叙述中注重文字简练,概念准确,由浅入深,引人入胜;力求使学生掌握所学知识,提高应用数学知识的能力,为将来的激烈竞争插上“坚强的翅膀”.

全书共分五章,内容包括随机事件与概率、随机变量及其分布、随机变量的数字特征、随机向量初步、数理统计初步,第五章末还编有随机数学模型实例. 每章末附有内容小结、复习题及阅读材料. 书末附有常用分布及数值表、习题参考答案.

本书由龚友运、李学银担任主编,朱永银、吴高岭担任主审,范光、陈旭松、张翠芳担任副主编. 参加编写的还

有危黎黎、成宝娟、左岚、卢强、彭瑞华、邹志琼等。全书由樊友运、朱永银统稿。

武汉大学前校长、全国著名数学家齐民友教授欣然作序,为本系列教材增色不少;武汉大学费浦生教授审阅了本系列教材的部分内容,提出了许多宝贵意见。本系列教材还参考吸收了有关教材及著作的成果,在此一并致谢。

荆门职业技术学院、武汉职业技术学院、武汉电力职业技术学院、长江工程职业技术学院、咸宁职业技术学院、仙桃职业学院、武汉软件职业学院、武汉工交职业技术学院、武汉警官职业技术学院、沙洋师范高等专科学校、十堰职业技术学院、华中师范大学职业技术学院、襄樊职业技术学院、宜昌职业技术学院等学校为本系列教材的出版发行给予了积极的支持,在此表示由衷的感谢。

由于编者水平有限,本书难免存在疏漏之处,敬请广大读者提出批评建议,以便再版时修订,使本书日臻完善。

编 者

2004 年 6 月

目 录

序	(I)
前言	(i)
绪言	(1)
第一章 随机事件与概率	(4)
第一节 随机事件及其概率	(4)
一、随机事件	(4)
二、概率的统计定义	(5)
习题 1-1	(7)
第二节 古典概型	(8)
一、排列与组合	(8)
二、古典概型	(11)
习题 1-2	(14)
第三节 事件的运算及概率的加法公式	(14)
一、事件的包含与相等	(15)
二、事件的和与积	(15)
三、事件的差与对立事件	(16)
四、事件的互不相容性	(17)
五、事件的运算律	(19)
六、概率的加法公式	(19)
习题 1-3	(21)
第四节 条件概率与乘法公式	(22)
一、条件概率	(22)
二、乘法公式	(23)
三、独立性	(25)
* 四、独立试验序列	(27)

习题 1-4	(29)
第五节 全概公式与逆概公式	(30)
一、全概公式	(30)
二、逆概公式	(33)
习题 1-5	(34)
本章内容小结	(35)
复习题一	(39)
阅读材料	(42)
第二章 随机变量及其分布	(46)
第一节 随机变量的概念	(46)
第二节 离散型随机变量	(48)
一、概率分布列	(48)
二、几个常用的离散型随机变量	(49)
习题 2-2	(52)
第三节 连续型随机变量	(53)
一、概率密度函数	(53)
二、几个常用的连续型随机变量	(54)
习题 2-3	(57)
第四节 分布函数与随机变量的函数的分布	(58)
一、分布函数	(58)
* 二、随机变量的函数的分布	(63)
习题 2-4	(66)
本章内容小结	(68)
复习题二	(71)
阅读材料	(74)
第三章 随机变量的数字特征	(77)
第一节 数学期望	(77)
一、离散型随机变量的数学期望	(77)
二、几个常用的离散型随机变量的数学期望	(79)
三、连续型随机变量的数学期望	(81)

四、几个常用的连续型随机变量的数学期望·····	(82)
* 五、随机变量的函数的期望·····	(83)
六、数学期望的简单性质·····	(86)
习题 3-1·····	(87)
第二节 方差·····	(89)
一、方差的概念及计算方差的公式·····	(89)
二、常用分布的方差·····	(90)
三、方差的简单性质·····	(92)
* 四、切比雪夫不等式·····	(93)
习题 3-2·····	(95)
本章内容小结·····	(96)
复习题三·····	(98)
阅读材料·····	(103)
第四章 随机向量初步·····	(106)
第一节 随机向量·····	(106)
一、二维离散型随机向量·····	(107)
二、边缘分布及其与联合分布的关系·····	(109)
三、二维连续型随机向量的分布密度·····	(111)
* 四、随机变量的独立性·····	(115)
习题 4-1·····	(117)
* 第二节 两个随机变量的函数的分布·····	(119)
习题 4-2·····	(122)
第三节 随机向量的数字特征·····	(122)
一、两个随机变量的函数的均值和方差·····	(122)
* 二、协方差·····	(124)
* 三、相关系数·····	(127)
习题 4-3·····	(128)
* 第四节 大数定律和中心极限定理·····	(129)
一、大数定律·····	(129)
二、中心极限定理·····	(130)
习题 4-4·····	(132)

本章内容小结	(132)
复习题四	(135)
阅读材料	(139)
第五章 数理统计初步	(142)
第一节 简单的随机样本	(142)
一、总体、个体及样本	(142)
二、样本分布及其数字特征	(145)
习题 5-1	(149)
第二节 参数估计	(149)
一、点估计	(150)
* 二、最大似然估计	(154)
* 三、矩估计	(157)
四、区间估计	(159)
习题 5-2	(164)
第三节 假设检验	(165)
一、 U 检验	(167)
二、 t 检验	(169)
* 三、 F 检验	(173)
* 四、 χ^2 检验	(174)
习题 5-3	(175)
第四节 回归分析简介	(177)
一、一元线性回归与最小二乘法	(177)
二、非线性最小二乘拟合	(180)
* 三、多元线性回归初步	(181)
习题 5-4	(183)
* 第五节 随机数学模型举例	(184)
习题 5-5	(201)
本章内容小结	(204)
复习题五	(210)
阅读材料	(215)

附表 1	常用分布表	(219)
附表 2	泊松分布表	(220)
附表 3	正态分布数值表	(223)
附表 4	t 分布临界值表	(225)
附表 5	F 分布临界值表	(227)
附表 6	χ^2 分布临界值表	(236)
习题参考答案		(240)

绪 言

概率与统计是研究大量随机现象数量规律的一门重要的应用数学学科. 人们一般地认为概率是统计的基础, 而统计是概率的一种应用.

概率论起源于对随机游戏的研究. 早在16世纪, 欧洲文艺复兴时期的人文主义代表人物——意大利学者卡当(Jerome Candan)的著作《赌博之书》在1663年就出版了, 而推动概率论发展的动力则在于其在实践中的应用.

描述性统计学的起源在我国可以追溯到远古时期, 主要研究数据的收集与整理. 公元前2250年, 大禹治水, 根据山川土质、人口和物质统筹开凿河道; 殷周时期实行井田制, 根据户口和土地的统计资料按人分地; 同时由于军事和征税的需要, 各朝代对于土地、人口、财产和年龄都有统计资料可查并绘有图表. 在西方始于公元前3000多年, 埃及建造金字塔时为征集费用, 对全国人口、财产进行全面统计. 到了亚里士多德(Aristotle)时代, 统计逐渐向理性演变, 统计在卫生、保险、贸易、军事和行政管理方面的应用都有详细的记载. 其后的发展出现了分析统计学, 主要进行数据分析和推断.

概率论这门学科的形成和发展经历了三个多世纪, 至今的研究仍十分活跃. 1654年, 法国的巴斯卡(Pascal)、费尔马(Fermat)开始创立概率论; 1657年荷兰物理学家惠更斯(Huygens)发表了《论赌博中的计算》的论文, 提出了“数学期望”的概念; 瑞士数学家贝努利(Jacob Bernonlli)于1713年出版了概率论的第一本著作《猜度术》, 指出概率是频率的稳定值, 确立了大数定律, 构成了概率论通向更广泛的应用领域的桥梁, 把概率论的发展向前推进了

一步,他被认为是概率论的奠基人;1718年英国数学家棣美弗(De Moivre)发表著作《机遇原理》,书中叙述了概率乘法公式和复合事件概率的计算方法,并在1733年发现了正态分布曲线的概率分布密度函数;1812年法国的拉普拉斯(Laplace)出版的《分析概率论》汇集了17、18世纪概率论的研究成果,发现了中心极限定理,是近代概率论的先驱;1906年俄国科学家切比雪夫(Чебышев)的学生马尔可夫(Markov)观察了许多自然现象,提出了数学模型.从此,许多物理现象如布朗运动、原子核的连锁分裂等均可用马尔可夫随机过程来描述,而当代概率论的研究方向主要是各种随机过程及其应用.

统计学的兴起与发展来自概率论的推动.以概率论为基础,以统计推断为主要内容的现代数理统计学,20世纪才告成熟.从此,人们相信统计学方法可应用于各种科学的各个部门.随着计算机的使用,进一步推动着统计学不断地向着纵深发展,人们还发现随机现象在微观世界中比在宏观世界中更普遍.

概率与统计是近代数学的重要组成部分之一,在国民经济、工农业生产、物理学、生物学、医学、工程技术(如自动控制、地震预报、气象预报、产品质量控制等)、军事技术、现代经济理论、管理科学等众多领域中有着广泛的应用,并且在不断地向其他学科渗透.它是一门有着自己独特的概念与方法的数学分支.

经典数学的理论(如微积分、微分方程等)都是用来研究确定性现象的,无法解决随机现象的问题.虽然如此,经典数学与概率论又是相辅相成、互相渗透的.如弹道曲线,在不考虑阻力及其他微小因素的影响时,作为一个质点则可归结为微分方程问题.但在实际发射炮弹时,由于受到一些捉摸不定的空气阻力、炮弹的分布密度不均匀及弹身振动等的影响,只能用概率统计的方法加以研究.以经典数学为基础,再考虑这些多种微小因素的综合效果,使得计算弹道曲线的结果进一步精确.若缺少了微分方程、概率统计二者之一,要想得到弹道曲线与实际更接近的精确计算结果是难

以想像的.

本教材只是一本概率统计的入门书,为满足用较少学时学习概率统计知识的读者而编写. 希望读者通过学习本教材获得一些基础知识,为学习本专业知识和进一步学习概率统计知识创造一些必要的条件. 在编写过程中,我们参考了很多概率论与数理统计的教材并选用了其中的某些例题、习题,在此一并表示感谢,对于书中不足之处欢迎读者提出宝贵的意见.