

5- 模块教材

高中新课标



数学

总主编：毛文凤 / 本册编著：刘国祥 冯玉英 杜秀丽

统计与风险决策

中国大百科全书出版社

新课标高中数学模块教材

统计与风险决策

《新课标数学模块教材》丛书编委会

总主编：毛文凤 博士

执行主编：李君华 教授

执行副主编：肖柏荣（江苏教育学院数学系教授，江苏省中学数学教学专业委员会副理事长）

袁 桐（扬州新东方中学数学特级教师，江苏省名教师）

周敏泽（常州高级中学数学特级教师，全国模范教师）

徐沥泉（无锡市教学研究中心数学特级教师，全国数学学科方法论研究中心常务副主任兼秘书长）

丛书编委：李君华 肖柏荣 袁 桐 周敏泽 徐沥泉
刘云章 马永培 朱平天 杨润生 葛福生
周冠廷 孙志人 刘国祥 何继刚 卫 岗
蔡伟元 周公贤 刘威伯 顾曼生 管义桂
顾继玲 方彩云 张新华 陈小红 徐德同

本册编著：刘国祥（南京师范大学数科院副教授）

冯玉英（南京师范大学数科院副教授）

杜秀丽（南京师范大学数科院讲师，理学博士）

中国大百科全书出版社

总编辑:徐惟诚 社 长:田胜立

图书在版编目(CIP)数据

统计与风险决策/毛文凤主编.-北京:中国大百科

全书出版社,2005

新课标高中数学模块教材

ISBN 7-5000-7222-8

I.统... II.毛... III.高等数学课—高中—教学参考资料
IV.G634.603

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 142241 号

策划设计:可一图书 (<http://www.keyibook.com>)

责任编辑:简菊玲

新课标高中数学模块教材

统计与风险决策

* * *

中国大百科全书出版社出版

全国新华书店经销

<http://www.ecph.com.cn>

北京阜成门北大街 17 号 邮编:100037 电话:010-88390797

南京玄武湖印刷实业有限公司印刷

* * *

2005 年 7 月第 1 版 2005 年 7 月第 1 次印刷

890×1240 毫米 32 开本 8 印张 146 千字

ISBN 7-5000-7222-8/G·820

定 价:12.00 元

序

李君华

普通中学数学课程标准的颁布引发了一场教学内容的大改革。与时俱进地审视数学课程教学的内涵,已成为人们关注的问题。人们开始正视传统的教材构成、传统的教学模式、传统的评价标准所产生的负面影响——学生缺乏学习数学的兴趣。

本模块教材系列的编写其旨意就是要在纷繁杂乱的数学读物中,编出一套能体现数学独特的知识和能力、历史和人文、情感和价值观的数学用书,从而最大限度地调动学生对数学的兴趣。数学作为一门科学,应注重概念清晰、计算正确、论证有据;数学作为一种文化,应让人在数学读物中体会到它的文化价值。因此适当地介绍数学文化的演绎过程及它对推动社会发展的作用与展望它的发展趋势是十分必要的,是符合新课标理念的。当然,归根结底,针对中学生的任一数学读物都是有着教育功能的,在这套模块教材中我们特别着重做到三个结合:适度的形式化与启发兴趣形式相结合,发展学生的思维能力与增强数学的应用能力相结合,掌握扎实的基础知识与拓展数学视野、培养创新精神相结合。

纵观每一分册的写作均分三个层次：第一层次为引论，背景资料、数学史话、名人轶事或自撰小品等简洁地勾画出通往所述数学模块专题内容的千年路径或近代畅想，使读者产生“登高望远”的感觉或“源远流长”的体会。第二层次为主体构架，与新课程相伴，通过解惑的方式，深入浅出地讲解数学，着重思维训练、方法积累与能力提高。第三层次为提高延伸部分，与新课标的选修内容（指高中）相配合，这是特地为对数学有浓厚兴趣的青少年朋友安排的，希望同学们能喜欢它。

这三个层次，在本系列丛书不同的模块分册中，有的是以章节为标志，层次分明、一目了然，有的则是溶于章节之中相互渗透、各显特色。

这次参与丛书编写的作者，集中了目前数学普通教育的一些著名专家教授和教学一线的顶尖教师，尽管他们的认真负责精神和专业能力是毋庸置疑的，但由于编写时间仓促及作者对数学新课标的认识和实践水平有限，丛书在编写过程中难免有不足和疏漏之处，恳请广大读者批评指正。

（作者系南京师范大学数科院教授）

前 言

统计与风险决策是根据中华人民共和国教育部 2003 年新制订的“普通高中数学课程标准(实验)”(以下简称“新课标”)的内容编写的。其中,统计首次作为高中阶段数学的必修内容被编入教材,风险与决策也是初次被列入而作为选修材料,所以无论是中学生还是中学教师,都迫切希望有一本专门的教学参考书,能够较为全面地介绍统计、风险与决策等的基本思想及相关的典型案例,尤其是利用这些基本思想及解决案例时的思路、方法和技巧,使其既可作为教材的同步参考用书,又可当作考前的专题复习资料。这也正是我们在编写过程中所特别关注的地方。本书具体特点如下:

(1)不与教材简单重复。一是将重点放在讲解各种类型的例题及其解决方法和技巧上。例题的类型包括填空题、选择题、解答题、证明题以及实践题,有的例题给出了一题多解的方法,举一反三;二是将重点放在案例的精心选取上,这些案例涉及金融、经济、政治、社会、减灾等领域,也包括我们身边发生的事。

(2)注重兴趣和能力的双重培养。我们在引言中简单介绍了统计学的发展史,读者可以了解到统计学的发展历程、著名统计学学者以及统计学对社会发展所做出

的贡献;各章节基本均以典型的案例或故事开始引入相关概念,以引起读者的兴趣,消除陌生感。另外,每节后面基本都附有练习,每章后有总练习题,以供读者训练和巩固所学知识。为培养实践能力,我们还适当加入了实践操作题。

(3)强化应用现代技术手段处理数据的训练。由于统计计算的繁复,借助现代化计算工具是必要的。计算器的使用可以帮助读者了解计算的各个步骤,有利于深刻理解解题过程,为此我们对其给予首先介绍;其次本书介绍了 Excel 电子表格的应用;另外,我们还专门在第八章讲解了利用 SPSS 统计软件进行统计计算的基本方法和步骤。

(4)适当拓展知识点。对于有浓厚兴趣的读者,第三章在介绍统计量知识点的基础上加入的“统计量分布”,以及第六章在正交试验设计知识点中增加的“交互作用”等概念,将有助于满足他们对知识的渴求。

本书初稿第一、二、三、四章由刘国祥编写,第五、六章由冯玉英编写,第七、八章由杜秀丽编写,全书由刘国祥定稿。在编写过程中我们得到了恩师李君华教授的悉心指导和帮助,在此表示衷心的感谢!

由于编写时间仓促、水平所限,错误或不当之处在所难免,敬请读者批评指正。

编者

目 录

第一章 引 论	(1)
第二章 抽样方法	
§ 1 《文学摘要》因预测总统选举关门.....	(15)
§ 2 抽样方法各不同 抽样概率全相等.....	(18)
总习题二	(30)
第三章 统计量	
§ 1 抽样灯泡的平均寿命是随机值吗.....	(33)
§ 2 从测量误差到正态分布的发现.....	(42)
§ 3 你会求正态总体统计量的分布吗.....	(55)
总习题三	(60)
第四章 样本估计总体	
§ 1 该选拔哪个运动员.....	(63)
§ 2 从直方图看螺栓直径分布规律.....	(73)
总习题四	(85)
第五章 一元线性回归方程	
§ 1 高尔顿的发现:子女身高向平均身高“回归”	(90)
§ 2 家庭支出看收入 火灾损失找原因.....	(98)
总习题五.....	(124)

第六章 正交试验设计

§ 1 掌握火候炼出优质钢材 (128)

§ 2 施好氮肥磷肥提高大豆产量 (148)

总习题六 (154)

第七章 风险与决策

§ 1 风险知多少 (159)

§ 2 规避风险的利剑——决策 (163)

§ 3 不同的标准不同的决策方法 (169)

§ 4 轻松画图做决策 (175)

§ 5 转折概率——稳健决策的关键 (178)

§ 6 如何在客源大战中抢占先机 (181)

总习题七 (184)

第八章 常用的统计软件简介

§ 1 认识 SPSS (186)

§ 2 数据处理不费吹灰之力 (190)

总习题八 (199)

综合练习 (200)

附录 (208)

参考答案 (213)

第一章 引 论

一 君主天子欲定国安邦

大臣学者忙调查统计

统计一词的外语(英、法、德、俄等)起源于拉丁语“Status”,它的原意是指国情,是由于管理国家的需要而发展的.起初很长时间只限于一些记录和描述,这是因为早期社会经济不发达,变化发展很慢,几十年、乃至几百年国情没有大的变化,所以对现状的描述一定程度上也就代表未来的情况.

在我国,早在2000多年前的春秋战国时期,各奴隶制国家就开始对土地、人口、军队和钱粮等进行统计,并十分注重农业和军事因素在诸侯争霸中的作用.齐国著名的政治家管仲(? ~前645年)的国情调查思想就充分体现在《管子》的一些篇目中,如在《问篇》中有70多个纲目,可归纳为军事力量、官员情况、士人情况、人口迁移、就业分布、下层贫民和道德行为等七个主要方面,这实际上已反映了朴素的统计思想.又如2000年前的有关周朝情况的历史记录中就有不少的统计资料.

古代欧洲关于国情国力的研究发轫于古希腊的亚里士多德(前384~前322年)时代。那时,希腊各“城邦”之间竞争激烈,战争频繁,在这种动荡不安的形势下,古希腊不少学者开始研究起有关国家的学问。亚里士多德便是其中杰出的代表人物。他与其弟子们所编著的158篇有关国家的专题论文集《城邦状况》(Matters of state)是最早描述国情国力的专著。该书的基本思想是,不从国家的一般原则出发,而是在努力搜集资料的基础上,对历史上的与同时代的不同奴隶制国家的情况加以比较叙述,包括对各城邦的历史、政治制度、公共行政、经济状况、艺术、科学与宗教等作综合考察,这就是亚里士多德萌芽状态的国家比较思想,即欧洲最原始的国情国力比较思想。亚里士多德还提出了国家形成与变化的“四因论”,即质料因、形式因、动力因和目的因,这实际是一种研究各种因素相关性的统计思想的雏形。

在封建社会的漫长岁月中,中国在经济、政治、科技以及利用统计来掌握经济成果和国家实力等方面,虽然在一定程度上要领先于当时的世界各国,但大都是“闭门造车”。由于封建统治者的长期闭关自守(盛唐期例外)和儒学思想的束缚,有关国情国力的研究寥若晨星,几乎处于停顿的状态,只是到了明代中后期才略有东山再起之势。(1)明朝礼部尚书、文渊阁大学士邱浚(1420~1495年)于1487年所做的《大学衍义补》便是一部涉及国情国力研究的专著。该书共160卷,阐述在政治、经济文化、教育、司法、军事等方面为封建王朝提供“治国平天下”的统计之术。他认为考察一国民数的多寡不仅可知一国的强弱,甚至连“盛衰之故,治乱安危之兆”均可由此知之。(2)明代后期著名思想家顾炎武(1613~1682年)

根据在各地调查所得的资料,完成了旨在反映国家地理条件、生产、水利、赋役、军事等各个方面情况的名著《天下群国利病书》。此书在叙述国情时,贯穿着许多统计的思想及有关方法。

在欧洲封建社会,由于经院哲学的长期桎梏,一些科学的理论与思想遭受空前的压制与禁锢。亚里士多德城邦理论中所孕育的国势比较思想,尽管也断断续续地流传达千余年之久,可仍没有获得进一步的发扬与光大。然而在14世纪和15世纪,随着欧洲资本主义生产萌芽的产生,出现了一些具有不同程度自主权的城市共和国。这些城市共和国为了保住各自的地盘,需要经常研究当时政治格局的发展趋势,对各国的国情国力进行必要的调查与研究。同时,新兴资产阶级为了发展生产和建立其应有的地位,打着“复兴古代文化”的旗帜,对现实世界的认识采取了积极而科学的态度。

有关国情国力比较的研究与实践经过封建社会末期的复兴,在欧洲资本主义原始积累的土壤上获得了迅速的发展,并由此产生了一门以世界各国的国情国力为研究对象的国势学(statenkunde),其创始人是德国著名学者康令(1606~1681年)。他在比较当时欧洲各国的人口、土地、财政、兵力、社会秩序、立宪、行政、国家组织与结构等方面的国情国力状况的基础上,还从亚里士多德关于国家“四因论”的观点出发,进一步分析阐发了决定国家重要事项的四个因素:国家的土地与人口(质料因素)、国体与政体(形式因素)、国家的财政和军事力量(动力因素)、建设国家的目的(目的因素),并且解释了这些要素之间的因果关系。这不仅是第一次将国势叙述(即国情国力叙述)上升至系统化

和理论化的高度,而且其有关国势研究的要素体系已经与现代综合国力的构成框架(物质力、精神力和协同力)是极为相近的了.然而康令的这些研究几乎是以文字叙述为主,因而在表现上至少是笼统的或是模糊的.

应该说,直到此时,统计还是处在萌芽状态,它的主要内容是建立一套收集、保存资料的手段和方法,整理这些收集到的资料,描述这些资料所反映的情况.

二 梅莱赌博胜算几何 帕氏巧算发现概率

在 17 世纪中叶到 18 世纪中叶, 国势学派从康令到阿亨瓦尔, 发展到了极盛时期, 但这种发展已带有深刻的政治算术学派影响的痕迹. 而社会、经济、文化和商业活动的发展又推动了经济学的研究. 社会财富的增加、分配的增长、迁移和战争的影响都迫切需要研究、分析一些统计的资料, 而不能局限于简单的描述. 政治算术学派则注重数字表述方法. 这一时期的代表人物是英国的经济学家威廉·配第和人口学家约翰·格朗特. 他们开始用数字来说明经济和人口状况, 并从中总结规律性的结论.

另一方面, 数学的发展也由几何、代数的研究进入了分析数学. 微积分是由研究运动、变化而产生的, 它提供从数量上反映事物发展、变化的概念和工具. 资本主义的发展推动了商业活动, 由于技术的原因, 商业的信息很难弄准, 经营远洋的商业, 拓展殖民地都有一定的风险, 以及保险问题等等. 从而产生了研究机遇、不确定性现象的规律的需要. 这从反映当时的小说中就可以看到, 如《威尼斯商人》、《基度山恩仇记》等等, 都描述了商业中的风险. 生活中的赌博现象也引起上层人物的关注, 并由此引出了我们现在熟知的概率概念.

17 世纪中期, 喜欢赌博的贵族梅莱一次又一次不厌其烦地将骰子弄转, 他一边考查结果, 一边记在本子上, 最后他得出了这样一种考虑, 如果将一个骰子投四次其中至少有一次 (即一次以上) 出现 6 点

时,赌 6 点出现 1 次以上是有利的.

按照他的考虑“投 6 次骰子中有一次是 6 点,所以投 1 次骰子出现 6 点的希望概率应该是 $1/6$ ”.以上梅莱的考虑是正确的.但他又认为,“于是,投四次骰子概率是四倍,就是 $4/6$ 或 $2/3$,所以自己不应该输”,的确,与很多人这样进行赌博他总是胜者.梅莱更加相信自己的考虑是正确的.但他的考虑实际是错误的,幸好没因为这种赌博使梅莱破产,因为正确的概率是 0.5177 .

不幸的是梅莱没有察觉到自己的错误而又开始了新的赌博.改换用两个骰子投 24 次,其中至少投出一次 12 点的赌博.按照他的考虑“投两个骰子投出的点数,是两个骰子的点数相加,有 6×6 种可能,其中两个骰子都出现 6 的期望概率应该是 $1/36$ ”,此时梅莱的考虑也是正确的.梅莱又考虑“按照以上的计算,若投 24 次期望概率是 24 倍,和前面同样的道理应该是 $24/36 = 2/3$ ”.梅莱这样的考虑就错了,这是因为前面的成功对自己的考虑过于自信,即使是一直在输也坚持认为“应该总有赢的时候”.由于他一直继续赌博,终于输得连一分钱都没有了.事实上,因为现在的正确概率是 $0.4914\dots$,可见梅莱的破产是不得已的事.

后来梅莱向友人帕斯卡(1623~1662 年,法国数学家、物理学家、哲学家)写信提了好多问题.事实上概率论正是从梅莱的这封信开始的.帕斯卡收到信以后和费马交换了意见,遂发展成了概率论.

帕斯卡和费马的分析认为:从最初的“投四次骰子最少有一次出现 6 点的概率”求解,按照梅莱的考虑,投一次骰子出现 6 点的概率是

1/6, 所以投一次骰子 6 点不出现的概率是 5/6, 投四次骰子, 因为四次共不出现 6 点的概率是 $\left(\frac{5}{6}\right)^4$, 所以至少有一次 6 点出现的概率为 $1 - (5/6)^4 = 671/1296 = 0.517 \dots$

而对于“将两个骰子投 24 次, 至少有一次出现 12 点的概率”: 因为一次投两个骰子出现 12 点的概率是 1/36, 所以一次投两个骰子 12 点不出现的概率是 35/36. 将两个骰子投 24 次, 因为 24 次都不出现 12 点的概率是 $(35/36)^{24}$, 所以至少出现 1 次 12 点的概率是

$$1 - (35/36)^{24} = 0.4914 \dots$$

这样, 虽然是 17 世纪中期才开始研究概率, 但到 18 世纪概率就有了很大的发展. 将概率作为一个很大的体系进行整理是 19 世纪初拉普拉斯(1749~1827 年, 法国天文学家、数学家)完成的. 根据拉普拉斯的理论, 概率的定义如下: “全体共有 N 个事件, 假定它们都是以相同程度确定的, 发生 E 情形的需有 r 个事件, 那么 E 情形发生的概率是 r/N .”

在帕斯卡和费马看来, 对于投骰子出现 1 点的概率是 1/6, 这是必然的问题, 拉普拉斯意识到“确定相同程度”这一点, 的确是一个很大的进步. 而根据拉普拉斯概率定义, N 不仅适用于有限个场合, 且可以推广到无限的场合. 但是, 严格的数学定义是由前苏联数学家柯尔莫哥洛夫(Kolmogorov)于 1933 年给出的.

从而, 一个新的数学分支——概率论登上了历史舞台. 概率论从赌博的游戏开始, 完全是一种新的数学. 现在它在许多领域发挥着越

来越重要的作用.

值得一提的是,麻将盛行于中国,小赌可以加深友谊,把家庭成员、亲戚朋友广泛地联系在一起,更可消磨时光.中国人也许不屑去研究麻将里的数学问题,不像西方人对赌博里的概率问题津津乐道.

随着概率引入统计学,统计学的研究和发展如虎添翼,并在许多学科的研究领域开花结果,形成了众多的分支:政府统计与社会调查相结合的社会统计;因研究生物遗传规律逐步形成了生物统计;因农业田间试验而形成的农业统计;以及国民经济统计、工商业统计、医学和卫生统计、天文与气象统计、人口统计、统计质量管理、地理统计、体育统计以及金融统计等等.在方法上也不断得到发展,形成了系统的数理统计方法,如抽样调查方法、参数估计、非参数估计(如样本估计总体)、试验设计、回归分析、相关分析、预测和决策等等.