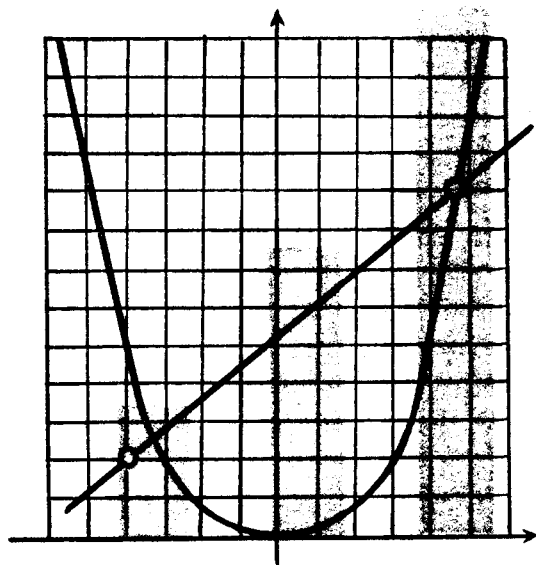


[美] 肯尼思·L·惠普基
玛 丽·H·惠普基
小乔治·W·康韦 著
白 祖 柏 译

管理与数学



管 理 与 数 学

——数学在经营管理和社会科学中的应用

〔美〕肯尼思·L·惠普基

玛 丽·N·惠普基 著

小乔治·W·康 韦

白 祖 柏 译

陈培生 黄 培 张端明 校

知 识 出 版 社

内 容 提 要

本书原名为《数学的威力——数学在经营管理和社会科学中的应用》。作者系美国宾夕法尼亚州威斯特敏斯特学院数学系教授。

原著内容丰富，知识面广。从初等数学常用的定理、公式、计算方法到高等数学的数论、线性代数、微积分、概率统计、函数论等均有涉及。特别还编入了应用十分广泛的现代数学成果，如“单纯形法”、“投入-产出模型”等。运用这些数学知识进行管理，从社会科学各部门到现代管理各领域，作者也都深入浅出地作了介绍。

全书自成体系，并不拘泥于纯理论数学的那种严格定义和论证。数学概念均由实际简单的问题引出，数学性质和公式则通过例题验证，全篇将数学方法和管理应用融为一体，层次分明，章节脉络清晰，易于一般人理解、掌握和运用。

译文通晓流畅，针对性、实用性强，保持了原著的特点。是具有初、高中数学知识和一定管理经验的实际工作者自学、钻研现代科学管理的良好教材。

管 理 与 数 学

——数学在经营管理和社会科学中的应用

〔美〕肯尼思·L·惠普基

玛 丽·N·惠普基 著

小乔治·W·康 韦

白 祖 柏 译

知 识 出 版 社 出 版

(北京安定门外外馆东街甲1号)

新华书店北京发行所发行 天津蓟县印刷厂印刷

开本787×1092 1/32 印张23.25 字数 493 千字

1987年8月第1版 1987年8月第1次印刷

印数：1—5730

统一书号：4214·16 定价：5.50元

ISBN 7-5015-0075-4

前 言

本书编入的数学课题对于从事商业、经营管理、社会科学以及经济学的学生是必不可少的，书中还介绍了广泛的实际应用及代数复习内容。

根据我们的教学经验，认为一定要采用那些与学生有关的、新颖的题目，以引起他们的兴趣。此外，学习中尤其要注重巩固和提高学生的代数运算技能。为此，这本书突出了以下四个方面：

1. 代数复习：全书都贯串着对代数学的回顾与实践，其中第一章至第六章尤其如此；

2. 举例：给出了大量的难度不同的例题，以从不同的角度来考察各种基本概念。解题的步骤完整，并用文字列出举例的目的，让学生通过例题明确所传输的主要观念；

3. 综合应用：内容丰富的综合习题大多是与学生专业有关的实际应用问题。由这些取材于商业、经济学、经营管理或社会科学的应用问题几乎可以归纳出所有的数学概念；

4. 辅助材料：每一章的末尾都有囊括该章内容的重要概念表和一组复习题。另外，书中还灵活地安插了一些“流程图”，它既使解题过程条理清晰，又可作为进一步学习电子计算机程序设计的初步基础。

这本书是在我们近五年来编写、修改、评议和试教的基础上完成的，但愿它能满足读者在专业上的需要，并恳切地

希望得到读者的批评指正。

宾夕法尼亚州新惠尔明顿
威斯特敏斯特学院数学系

肯尼思·L·惠普基

玛 丽·N·惠普基

小乔治·W·康 韦

• I •

目 录

第一章 预备知识	1
1.1 绪言	1
“返其自然”(凯里)	
“稳操胜券”(歇法里厄)	
“数学的发现都是古代的吗?”	
(丹茨格, 里昂梯福)	
1.2 数学的威力及其研究的合理性	3
1.3 集合	4
〔练习 1.3〕	8
1.4 集合的运算	9
〔练习 1.4〕	15
1.5 关系与函数	18
1.6 直角坐标系及图解	22
〔练习 1.5—1.6〕	25
1.7 直线的斜率	27
1.8 直线	30
供求方程式	34
〔练习 1.7—1.8〕	37
1.9 流程图; 线性方程	43
〔练习 1.9〕	50
本章重要概念.....	53

复习题	54
第二章 线性方程组；矩阵	58
2.1 绪言	58
2.2 平衡点——线性方程组的解	58
“行”的基本运算法则	66
〔练习 2.2〕	68
2.3 矩阵	71
2.4 矩阵的相等和相加	74
2.5 矩阵的相乘	78
2.6 复习小结	82
〔练习 2.3—2.6〕	84
2.7 矩阵相乘的某些特性	90
2.8 特殊形式的矩阵	92
〔练习 2.7—2.8〕	97
2.9 利用增广矩阵解线性方程组	100
〔练习 2.9〕	106
2.10 超定系统与欠定系统	108
〔练习 2.10〕	116
2.11 代数复习：因式分解与特殊积	118
〔练习 2.11〕	120
本章重要概念	121
复习题	122
第三章 矩阵的应用	126
3.1 绪言	126
3.2 逆矩阵	127
〔练习 3.2〕	134

3.3	利用“行”的运算求逆矩阵	137
3.4	用矩阵解线性方程组	141
	〔练习3.3—3.4〕	146
3.5	里昂梯福投入-产出模型	149
	〔练习 3.5〕	156
3.6	最小二乘线性回归.....	157
	〔练习 3.6〕	163
3.7	行列式.....	165
	行列式的行(或列)的运算.....	171
3.8	克莱姆法则.....	176
	〔练习3.7—3.8〕	180
3.9	代数复习: 分式运算.....	184
	〔练习 3.9〕	188
	本章重要概念.....	191
	复习题.....	191
第四章	不等式、线性规划和单纯形法	194
4.1	不等式的代数定理.....	194
	〔练习 4.1〕	199
4.2	二元一次不等式与平面区域.....	201
4.3	目标函数和线性规划.....	206
4.4	线性规划模式.....	208
	〔练习4.2—4.4〕	213
4.5	单纯形法.....	216
	〔练习 4.5〕	236
4.6	非正则线性规划问题; 对偶性.....	242
	〔练习 4.6〕	249

4.7	代数复习：二次方程	252
	〔练习 4.7〕	257
	本章重要概念	258
	复习题	259
第五章	概率和统计	264
5.1	中心趋势的度量	264
5.2	数据的散布度	270
	〔练习 5.1—5.2〕	274
5.3	统计学与消费者	277
	〔练习 5.3〕	279
5.4	基于实验或经验的概率	285
	〔练习 5.4〕	290
5.5	理论概率	294
	样本空间与一个事件发生的概率	295
5.6	加法定理 $P(A \cup B)$	301
	〔练习 5.5—5.6〕	305
5.7	乘法定理 $P(A \cap B)$	308
5.8	计数问题：排列与组合	312
	〔练习 5.7—5.8〕	321
5.9	二项检验	328
5.10	正态分布	335
	〔练习 5.9—5.10〕	342
5.11	应用问题	344
	质量控制图	344
	数学期望和是非比	346
	〔练习 5.11〕	349

5.12	马尔可夫链	351
	稳态概率	355
	〔练习5.12〕	360
5.13	代数复习	363
	〔练习5.13A〕	364
	〔练习5.13B〕	365
	本章重要概念	366
	复习题	367
第六章	指数和对数；财政数学	372
6.1	指数	372
	〔练习 6.1〕	377
6.2	分数指数和根式	379
	指数函数的图形	384
	〔练习 6.2〕	386
6.3	对数函数	389
	〔练习 6.3〕	393
6.4	财政数学，单利	396
	〔练习 6.4〕	398
6.5	复利与复合总额	400
6.6	复合贴现与现值	402
	〔练习6.5—6.6〕	404
6.7	单年金	405
	〔练习 6.7〕	412
6.8	财政课题的补充数学	413
	有效年利率	413
	分期偿还与拥有权	416

偿债基金.....	419
〔练习 6.8〕	423
6.9 代数复习 (续)	425
〔练习 6.9〕	426
本章重要概念.....	433
复习题.....	434
第七章 导 数	443
7.1 绪言.....	443
7.2 增量表示法与平均变化率.....	444
〔练习 7.2〕	450
7.3 极限概念.....	453
连续函数.....	459
〔练习 7.3〕	461
7.4 导数.....	463
〔练习 7.4〕	469
7.5 微分法则.....	472
〔练习 7.5〕	483
7.6 链锁微分法.....	488
〔练习 7.6〕	495
7.7 极大与极小.....	497
函数值在什么情况下可能变号?	497
递增函数与递减函数.....	500
相对极值——相对极大与相对极小.....	504
〔练习 7.7〕	510
7.8 二阶导数判定法.....	513
7.9 应用极值问题.....	515

〔练习7.8—7.9〕	522
7.10 偏导数及其应用	531
〔练习7.10〕	541
本章重要概念	545
复习题	547
第八章 积 分	555
8.1 绪言	555
8.2 定积分	556
定积分的一些常用性质	566
〔练习 8.2〕	567
8.3 基本积分定理的运用	570
反导数	571
〔练习 8.3〕	575
8.4 不定积分 ; $\int x^n dx$	576
〔练习 8.4〕	584
8.5 积分法则	586
置换积分法	586
得到对数函数与指数函数的积分	591
利用公式积分	593
〔练习 8.5〕	595
8.6 定积分的应用	598
两条曲线间的面积	599
消费者剩余和生产者剩余	602
〔练习 8.6〕	605
8.7 微分方程	607
增长率原理	609

〔练习 8.7〕	612
本章重要概念	614
复习题	615
部分练习题答案	619
附表	660
索引(略)	

第一章 预备知识

1.1 绪 言

“要对现代数学广袤的范围给出一个明晰的概念是困难的。这里‘范围’一词并不妥贴：我指的是充实着美好细节的‘范围’——它不像那种单调无物的大荒原，而是一片宏博美丽的国土，足堪人们身临其境，去对它的山山水水、花草林木进行详尽的研究。一如任何其它美妙的事物一样，数学理论的威力也是只能意会难以言传的。”

——引自阿瑟·凯里《返其自然》（1833）

阿瑟·凯里（Arthur Cayley）的这些思想并非一个数学家的空洞言辞，而无疑是他从瑞士和意大利的野营生活中体验所得。凯里从未留下他的“象牙之塔”。*相反地，他曾一度离开剑桥大学（特别在22岁至25岁时）去饱享欧洲大陆的山川田野之乐，这使他对数学的理解有了突进并在继之的数学研究中得到启发。他的家庭和睦，著作累累（有13卷数学著述，每卷约600页），充分显示了他那生活方式的价值。

凯里25岁时已完成了25篇数学论文，从而获得了很高的

* 艺术至上主义者回避现实而自行陶醉的艺术之宫。——译者

声誉。然而当时在剑桥大学复职是要以接受圣职为前提的。本来他只要立个誓就能确保重返剑桥，然后也尽可以把誓言抛却脑后再去献身于数学事业。但凯里拒绝了这一虚伪的时尚地位，转而接受了3年的法律教育，28岁时成了律师。此后的14年中，他虽身为律师却尽量推辞法律方面的事务，以便有足够的时间从事他最感兴趣的数学研究。当律师只不过是谋生的手段，并不能使他感到满足。而正是在这段“律师生涯”中，他发明了矩阵理论。这种当时仅用来服务于他所研究的课题的理论，到1925年却成了海森堡(Heisenberg)创建不朽的量子力学的有力工具。到现代，各种量在数据上的急剧增长及其相互关系的多变使我们的世界倍加复杂，而矩阵理论及其应用已成为处理问题的最重要的手段之一了。

本书将用相当的篇幅来研究矩阵，希望读者把矩阵的应用引向更为广泛的领域并使之成为运用电子计算机的强有力的工具。矩阵在商业等社会科学上的应用并在各种专业杂志上的频繁讨论，就是它在各个领域都极其重要的明证。

另一个重要的论题是概率，它是进而建立统计推断理论的基石。

谁会料到这样一个重要的概念竟是由赌博引伸出来的呢！1654年，歇法里厄(Chevalier de Méré)赌输了钱，便去找布莱兹·帕斯卡尔(Blaise Pascal)。针对这个问题，帕斯卡尔和费麦特(Fermat)一起很快就发现歇法里厄对成败可能性的计算是错误的，并由此奠定了发展成为现代概率论的基础。现在概率论已对经济学、商业、保险、生物度量以及推理判断等工作发挥了重大的作用。

歇法里厄的赌博本身不足为训，然而没有数学知识却难

免造成财政金融上灾难性的后果！

数学上的发现都是古代的吗？回答是否定的！有人统计出1941年以后的数学发现比此前所有的发现还要多。这本书起码就包括了两个当代的数学成果——“单纯形法”和“里昂梯福投入-产出模型”。

1947年，乔治·B·丹茨格（George.B.Dantzig）发展了一种处理商务交往问题的重要方法——“单纯形法”，它适宜于计算机程序，已成为商业上一种强有力的判定技术。

更早一些的经济分析理论是瓦西里·W·里昂梯福（Wassily W.Leontief）1936年提出来的。里昂梯福断言他的投入-产出表能“给经济学的规律提供200英寸的望远镜以适应当前工作的需要”。“诺贝尔委员会”因这一发明颁发给他1973年度诺贝尔经济学纪念奖金。

矩阵、概率、单纯形法以及里昂梯福模型等均为从事商业或社会科学的工作者必修的数学课程，这些数学工具将在处理他们的专业问题时发挥重大作用。

1.2 数学的威力及其研究的合理性

数学的威力有着两方面的根由：

首先，同一数学概念可以用来解决不同专业领域中的问题。譬如矩阵代数就能处理数学、物理学、化学、经济学、社会学、心理学以及统计学等多方面的问题。甚至可以说，单是矩阵理论，其应用范围就是无限的。

其次，数学还与解决人类所面临的许多问题相关。诸如消除或限制经济衰退与通货膨胀；选择股票等有价值证券；规

划工业的能力；设计运输网络；研究竞争的性质和商业抗争的影响；展望经济的增长；用公式表达所研究问题的模式；协助控制污染及人口增长等问题。以上种种，业已建立了相应的数学模型。

早在1956年，某社会科学研究委员会就明确提出过，社会科学工作者应该掌握集合理论、概率、统计、微积分以及矩阵理论。及早认识到这些需要对搞商业和社会科学的学生也是十分重要的。本书对这些课题进行了详尽讨论，它将使读者日后能更好地对数据资料进行研究分析，作出判断，并将增强他们对专业论文的理解和对结论作出评价的能力。再者，使用电子计算机也要求具有一定的数学基础知识。已经有一些专科学校注意到这种需求，开设了数学模型、计算机技术及统计学等方面的课程。

本书在为这些课程打下基础的同时，还对过去学习的代数与几何知识进行了有选择的回顾。因为这些基本数学技能不仅在本书中要用到，而且对日后的工作或相继的学习也是必不可少的。下面我们先研究集合。

1.3 集 合

集合这一科目是在1874年至1895年间由乔治·康托（George Cantor）（1845~1918）建立起来的。把集合作为学习的起点是适宜的，在我们研究的课程中要用到它，特别是在讨论概率的时候。

数学上用集合的概念来处理一组对象是非常方便的。象在几何中的点和线一样，本课程中的“集合”一词也是一个