JJGLSX

席唤民　牟　科 编著

经济管理数学

旅游教育出版社

高等学校经济贸易与旅游类各专业适用教材

经济管理数学

席唤民　牟科　编著

旅游教育出版社

(京)新登字168号

内容提要

《经济管理数学》包括"微积分"、"应用线性代数"、"管理统计学"、"运筹学——经济管理决策方法的最优选择"四个部分，共四篇二十八章。全书在保持科学性、系统性和完整性的前提下，从实际问题出发，引入数学概念，介绍数学定理和数学公式，并用例题突出基本方法和应用。每章后列有针对性的练习题，书后附有答案。这是一部内容全面、理论联系实际、深入浅出、通俗易懂、具有较强可读性的教科书。

本书可供经济、贸易、旅游经济管理、饭店管理、旅行社管理、旅游财会、计划、统计等专业大学本科、专科和成人高等教育的使用教材。也适合有志于经济管理工作的高中水平人员自学之用。

高等学校经济贸易与旅游类专业试用教材
经济管理数学
席唤民　牟科　编著
旅游教育出版社出版
（北京市朝阳区定福庄1号）
北京市京东印刷厂印刷
新华书店北京发行所经销
*
开本：787×1092毫米1/16　印张44.5　800千字
1991年12月第1版　1991年12月第1次印刷
印数1-3000册　定价11.30元
ISBN7-5637-0225-3/G·053

前　　言

在改革开放方针指引下，为适应经济贸易、旅游经济管理、饭店管理、旅行社管理、旅游财会、计划、统计等专业数学教学的需要，根据上述各专业教学大纲的要求，我们编写了这部《经济管理数学》教科书。全书共分四篇二十八章，包括“微积分”、“应用线性代数”、“管理统计学”、“运筹学——经济管理决策方法的最优选择”。每章后列有相当数量的习题，书后并附有答案。各专业可根据专业与学时的教学要求，选教有关内容与篇章。

本书积我们三十多年教学的经验与教训，特别是经过十年来在经贸、旅游等专业数学教学的实践，参阅了有关教材编写的内容与特点，着意从实践出发，引入数学概念，重点介绍数学基本定理与运算公式、法则，用实例突出基本方法和应用。寓科学性、系统性与实用性为一体，力求内容全面，理论联系实际，深入浅出，通俗易懂，既便于讲授，又便于自学。

本书有关内容曾经过北京第二外语学院外经系、旅游系，北京旅游学院有关系专业试用过。北京旅游学院数学教研室郭正媛和田伍龙等老师在使用中提出了宝贵意见，谨在此表示感谢。

本书承蒙北京广播学院甘章泉教授认真细致的审阅，对此书提出了宝贵的指导与具体修改意见，我们在此表示衷心地感谢。

限于编写者水平，书中定有错误与不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编　者

一九九一年一月二十八日

目　　录

第一篇　微　积　分

第二篇　应用线性代数

第三篇 管理统计学

第四篇 运筹学——经济管理决策方法的最优选择

习 题 答 案

第一篇　微积分

微积分是高等数学的主要部分。微积分的出现在数学发展史上是件划时代的大事，它对于二百年来现代数学的发展起了决定性的作用，它扎根于近代科学的各个领域，成为人类认识自然、改造自然的有力武器，称为“学科的基础”“打开科技大门的钥匙”“经济管理的重要工具”。

微积分是对立的统一。如果说微分是反映局部的量，而积分则是反映整体的量。微分是“化整为零”，积分是“积零为整”。积分是微分的无限积累，微分是积分的无限细分。恩格斯曾用通俗的例子形象的描述了微积分：“如果一杯水的最上面一层分子蒸发了，那么水层的高度x就减少了dx，这样一层分子又一层分子地继续蒸发，事实上就是一个连续不断的微分。如果热的水蒸汽在一个容器中由于压力和冷却又凝结成水，而且分子一层又一层地积累起来直到容器满了为止，那么这里就真正进行了一种积分。”

本篇从函数与极限概念出发，进而讨论微分学、积分学概念，讲述计算方法及其应用。

第一章　函　数

§1　集合

集合是现代数学中一个重要概念，它对经济管理数学的研究起着非常重要的作用。在今后讲解线性代数、线性规划及概率论等课程中常应用到它。现简要作一介绍。

一、集合概念

所谓集合，就是具有某种属性的事物或对象的全体。构成集合的每一个事物或对象称为集合的元素。例如

（1）从1到100的整数

（2）n个生产部门（非生产部门不在）

（3）全体偶数

（4）直线$x+y+1=0$上的所有点

都是集合。通常用大写字母A、B、C、……表示集合，用小写字母a、b、c、……表示集合的元素。如果a是集合A的元素，称为a属于A或a在A中，记作$a\in A$；如果a不是A的元素，称为a不属于A或a不在A中，记作$a\notin A$。集合中元素的数目称为这个集合的基数（或势）。基数有限的集合称为有限集合。基数为无限数目的称无限集合。例如（1）（2）为有限集合，（3）（4）为无限集合。

二、集合的表示法

（一）列举法：把集合里所有元素放在花括号{}里，所有元素不得重复和遗漏。如掷一颗骰子可能得到的点数集合A，可表示为$A=\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$；由$x^2-5x+6=0$的根所构成的集合B，可表示为$B=\{2, 3\}$

（二）构造法（描述法）：把集合元素所具有的共同属性在花括号{}内表示出来。如全体偶数的集合A可表示为$A=\{x|x=2n \quad n$为整数$\}$；又如大于2小于5所有实数的集合B可表示为$B=\{x|2<x<5\}$。

（三）图示法（文氏图）：用一个平面区域表示集合。集合内的元素以区域内的点表示。如图1-1

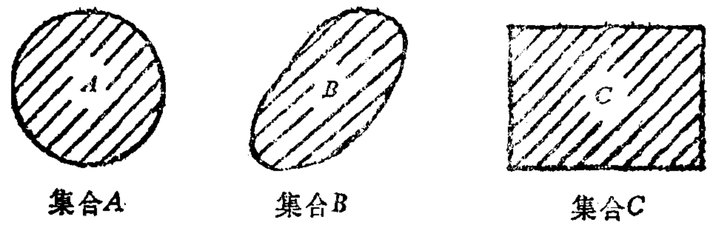


图 1-1

图 1-2

三、全集与空集

（一）全集：由所研究的所有事物或对象构成的集合称为全集，记作U。全集是相对的，一个集合在某种条件下是全集，在另一种条件下可能不是全集。例如，研究经贸公司的经济效益问题，若限于北京，则在京所有经贸公司的集合就是全集，对全国而言，它就不是全集。

（二）空集：不包含任何元素的集合称为空集，记作ϕ。例如，能被2整除的奇数集合；体温在45℃以上所有人的集合均为空集。值得注意的是，不能把空集同仅有一个元素"0"的集合混淆。$\{0\}$及$\{\phi\}$都不是空集，前者含有元素"0"，后者以空集"ϕ"为其元素。

四、子集

如果集合B的每一个元素都是集合A的元素，亦即，若$b\in B$，则$b\in A$，就称B是A的子集，记作$B\subset A$，或$A\supset B$，读作B包含于A，或A包含B。如图1-2

若$B\subset A$，且A中至少有一个元素$i\notin B$时，称B是A的真子集。

例：$A=\{1, 2, 3, 4, 5, 6\}$，$B=\{2, 4, 6\}$，

则$B\subset A$，且B是A的真子集。

关于子集还有如下特性：

（一）空集是任意集合的子集。即对任意集合A，，有$\phi\subset A$。

（二）任何集合本身就是自己的最大子集。即$A\subset A$。

（三）集合间的包含关系有传递性。如果$A\subset B$，$B\subset C$，则$A\subset C$。

（四）互为子集的集合相等。即$A\subset B$，且$B\subset A$，则$A=B$。

五、集合的运算

引例：有甲、乙两同类国际贸易公司，甲公司商品销往 a、c、d、e 各国；乙公司商品销往 b、c、d、f 各国。若分别以 A、B 表示甲公司和乙公司销售地区的集合，即 $A=\{a, c, d, e\}$，$B=\{b, c, d, f\}$，那么

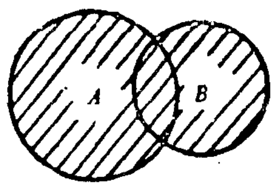
（1）两公司销往地区的全体是 $\{a, b, c, d, e, f\}$

（2）两公司共同销售地区是 $\{c, d\}$

（3）甲公司销往而乙公司不销往的地区是 $\{a, e\}$

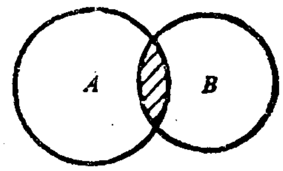
这里出现了与数的加、减、乘相类似但又本质不同的运算。下边讨论这些运算。

（一）集合的并：集合 A 和集合 B 的所有元素构成的集合称为 A 与 B 的并，记作 $A\cup B$，也有写为 $A+B$。如图1-3，即 $A\cup B=\{x|\ x\in A$ 或 $x\in B\}$



A∪B

图 1-3



A∩B

图 1-4

集合的并有以下性质：

（1）$A\subset A\cup B$，$B\subset A\cup B$

（2）$A\cup\phi=A$，$A\cup U=U$

$A\cup A=A$。若 $A\subset B$，则 $A\cup B=B$

（二）集合的交：集合 A 和集合 B 的公共元素构成的集合称为 A 与 B 的交，记作 $A\cap B$，也有写为 AB。如图1-4阴影部分。用构造式表示：$A\cap B=\{x|\ x\in A$ 且 $x\in B\}$

集合的交有以下性质：

（1）$A\cap B\subset A$，$A\cap B\subset B$，

（2）$A\cap A=A$，$A\cap\phi=\phi$，

$A\cap U=A$。若 $A\subset B$，则 $A\cap B=A$

例 1　设 $A=\{1, 2, 3\}$，$B=\{3, 4, 5\}$

则　$A\cup B=\{1, 2, 3, 4, 5\}$

$A\cap B=\{3\}$

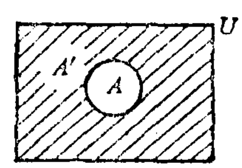


图 1-5

例 2　设 A 为某单位会英语人的集合，B 为会日语人的集合。

则 $A\cup B$ 表示会英语或会日语人的集合

$A\cap B$ 表示既会英语又会日语的人集合。

（三）集合的补：全集 U 中所有不属于 A 的元素构成的集合称为 A 的补集（余集），记作 A'，即 $A'=U-A$，如图1-5，用构造式表示：$A'=\{x|\ x\in U$ 且 $x\notin A\}$

补集有下列性质：

（1）$A\cup A'=U$

（2）$A\cap A'=\phi$

（3）$A''=A$

例 1　设$U=\{1, 2, 3, 4, 5\}$　$A=\{1, 3, 5\}$

则$A'=\{2, 4\}$

例 2　设$U=\{$全部产品$\}$，$A=\{$合格产品$\}$

则$A'=\{$不合格产品$\}$

（四）集合的差：属于A而不属于B的元素构成的集合称为A与B的差，记作$A-B$，如图1-6的阴影部分。用构造式表示：$A-B=\{x| x\in A$且$x\notin B\}$

例：设$A=\{1, 2, 3, 4, 5\}$

$B=\{1, 3, 5, 7, 9\}$

则$A-B=\{2, 4\}$　　$B-A=\{7, 9\}$

（五）集合的笛卡尔乘积：设集合A与B，$x\in A$，$y\in B$，所有二元有序数组(x, y)构成的集合，称为集合A与B的笛卡尔乘积。又叫叉积。记作$A\times B$，即$A\times B=\{(x, y)|x\in A, y\in B\}$

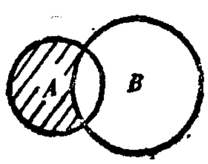


图 1-6

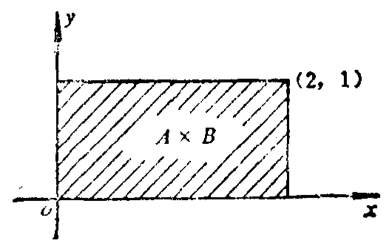


图 1-7

例1．设$A=\{1, 2, 3, 4\}$　　$B=\{2, 3\}$

则$A\times B=\{(1, 2), (1, 3), (2, 2), (2, 3), (3, 2), (3, 3), (4,2), (4, 3)\}$

例2．设$A=\{x|0\leqslant x\leqslant 2\}$，　$B=\{y|0\leqslant y\leqslant 1\}$

则$A\times B=\{(x, y)|0\leqslant x\leqslant 2, 0\leqslant y\leqslant 1\}$

它表示平面直角坐标系中矩形区域，如图1-7。

例3．某百货公司的两个门市部除去都供应普遍需要的450种商品之外，又各有特色。现知甲门市部经销800种商品，乙门市部经销700种商品，若令：

$A=\{$甲所经销商品的品种$\}$

$B=\{$乙所经销商品的品种$\}$

试叙述集合$A\cap B$、$A-B$、$B-A$的含义，并求这些集合的元素各有多少？

解：由集合定义可知：

$A\cap B=\{$甲、乙均经销的商品品种$\}$

其数目为450

$A-B=\{$甲独自经销的特色商品品种$\}$

其数目为：$800-450=350$

$B-A=\{$乙独自经销的特色商品品种$\}$

其数目为：$700-450=250$

六、集合运算律

（一）交换律：（1）$A\cup B=B\cup A$

（2）$A\cap B=B\cap A$

（二）结合律：（1）$(A\cup B)\cup C=A\cup(B\cup C)$

（2）$(A\cap B)\cap C=A\cap(B\cap C)$

（三）分配律：（1）$(A\cup B)\cap C=(A\cap C)\cup(B\cap C)$

（2）$(A\cap B)\cup C=(A\cup C)\cap(B\cup C)$

（四）摩根律：（1）$(A\cup B)'=A'\cap B'$

（2）$(A\cap B)'=A'\cup B'$

上述运算律都能直接从上面的定义推出或用文氏图作直观的验证。这里从略。

§2 函数概念与表示法

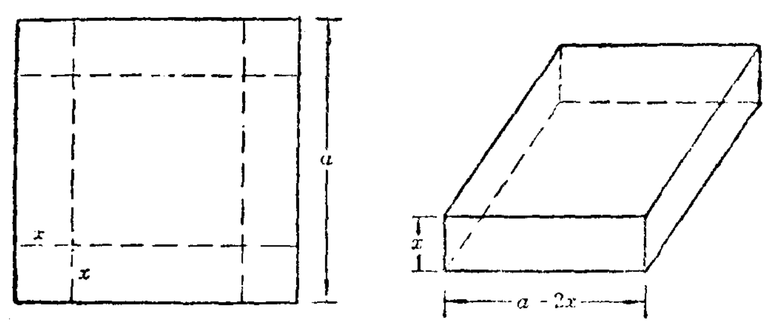
一、函数的概念

（一）常量与变量。当我们考察、研究各种自然现象和某一生产过程，以及从事各种经济活动中，经常迂到各种不同的量。有的量在过程中随时变化，称为变量。而有的量在过程中保持不变，称为常量。例如，某公司批发站在汽车运货的过程中，汽车行驶速度、路程和耗油量都在不断变化，是变量；而车上的人数、货物的重量保持不变，是常量。常量与变量是相对的。若在汽车卸货过程中，车速、路程和耗油量成为常量，车上货物重量却逐渐减少而成为变量。

习惯上，常用x，y，z等表示变量，用a，b，c等表示常量。就宏观意义上讲，初等数学是常量数学，高等数学是变量数学。变量变化有一定的范围，通常用区间表示。区间可分：1）开区间，即$a<x<b$，记作$(a,\ b)$；2）闭区间，即$a\leqslant x\leqslant b$，记作$[a,\ b]$；3）半开区间，即$a<x\leqslant b$，$a\leqslant x<b$分别记作$(a,\ b]$，$[a,\ b)$。上述区间都在有限范围内，统称有限区间。此外，还有无限区间，即$x>a$或$x\geqslant a$；$x<a$或$x\leqslant a$；$-\infty<x<+\infty$。分别记作$(a,\ +\infty)$或$[a,\ +\infty)$；$(-\infty,\ a)$或$(-\infty,\ a]$；$(-\infty,\ +\infty)$。

（二）函数定义。在某一现象和过程中往往出现几个变化的量，它们之间不是孤立地，而是相互依赖，按照一定规律变化着。

例1.把边长为a的正方形金属材料，四角各剪一个边长为x的小正方形，做一无盖小



(a)　　(b)

图 1-8

盒，如图1-8，小盒的容积V和盒高x满足下式：

$$V=x(a-2x)^2.$$

这个式子表达了容积V随x变化的规律，当盒高x在$(0,\ a)$中取定一个值时，容积V就有一个确定值与之对应。

例2.某厂每日生产某产品最多150件，固定成本为100元，每多生产一件，成本增加6元。则每日产品的总成本y与产量x的关系为$y=100+6x$，当产量x取定一个值时，则总成本y就有一个确定值与之对应。可以看出x的变化范围是$[0,\ 150]$，y的变化范围是$[100,\ 1000]$。

从上边不同例子，可抽象出共同规律。

定义：设x与y是两个变量，当x在某数集X中取定一值时，按某一对应法则，y总会在Y数集中有一个或多个数值与它对应。则变量y称为变量x的函数，记为$y=f(x)$。x称为自变量，y称因变量，"f"为函数符号，即"某一对应法则"。x取值范围X称函数的定义域，记作$D(f)$。y的对应取值范围Y称函数的值域，记作$Z(f)$。若函数y与自变量x是一一对应关系，此函数叫单值函数，否则就叫多值函数。本书除特别说明外，均指单值函数。

函数关系均包含着三个要素，即定义域、值域与对应的法则。对于反映实际问题的函数关系，函数定义域应由问题的实际意义而定；当函数只是由数学解析式给出时，其定义域是由式子本身有无意义确定。例如以R为半径的园面积函数$S=\pi R^2$的定义域是$(0,\ +\infty)$，而函数$y=\pi x^2$的定义域则是$(-\infty,\ +\infty)$。

例1.求函数$y=\lg(3x-2)+\dfrac{1}{\sqrt{4-x^2}}$的定义域

解：要使函数有定义，

$$3x-2>0 \text{且} 4-x^2>0$$

即

$$3x>2 \text{且} |x|<2$$

$$x>\frac{2}{3} \text{且} -2<x<2$$

因此有

$$\frac{2}{3}<x<2$$

故定义域为

$$\left(\frac{2}{3},\ 2\right)$$

例2.确定函数$y=\arcsin\dfrac{x-1}{5}+\dfrac{1}{\sqrt{25-x^2}}$的定义域。

解：

$$\left|\frac{x-1}{5}\right|\leqslant 1 \text{且} 25-x^2>0$$

即

$$|x-1|\leqslant 5 \text{且} |x|<5$$

$$-4\leqslant x\leqslant 6 \text{且} -5<x<5$$

因此有

$$-4\leqslant x<5$$

故函数定义域为

$$[-4,\ 5)$$