

高等教育教材

经济应用数学

(第二版)

何良材摇何中市摇编著

重庆大学出版社

内 容 提 要

该书是根据国家教育部 1985 年制定的《经济数学基础》教学大纲并结合当前高等教育实际及社会需要编写而成。全书分三篇共十章。第一篇：微积分学(函数、极限与连续、微分学、积分学及无穷级数等四章)；第二篇：矩阵方法及其应用(矩阵方法、线性方程组、线性规划、投入产出法等四章)；第三篇：概率统计(概率论、数理统计等两章)。

本书着重介绍经济数学的基本知识，针对当前高等教育的特点，特别注重阐明基本概念、基本方法的实质意义、来源背景、作法步骤及应用去向，同时也注重培养学生的抽象思维、观察综合、应用计算及分析、解决问题的素质和能力。

本书可供高等教育财经与管理类有关专业使用，也可供工科少学时、文科及高等职业技术教育有关专业使用。

图书在版编目(CIP)数据

经济应用数学 / 何良材, 何中市编著. — 重庆: 重庆大学出版社, 1985.

Ⅰ. 何... Ⅱ. 何... Ⅲ. 经济数学

Ⅰ—Ⅱ—②—Ⅲ—经济数学—Ⅳ—O151.9

中国版本图书馆 CIP 数据核字(85)第 00000 号

经济应用数学
何良材何中市编著
责任编辑刘茂林

*

重庆大学出版社出版发行
新华书店经销
铜梁正兴印务有限公司印刷

*

开本 787×1092 1/32 印张 10.5 字数 260 千字
1985 年 8 月第 1 版 1985 年 8 月第 1 次印刷
印数 1—5000 册 定价 1.80 元

编者的话

本书是根据国家教育部 1985 年制定的《经济数学基础》教学大纲并结合当前高等教育实际及社会需要编写而成

全书内容分三篇共十章 第一篇 :微积分学(函数、极限与连续、微分学、积分学、无穷级数);第二篇 :矩阵方法及其应用(矩阵方法、线性方程组、线性规划、投入产出法);第三篇 :概率统计(概率论、数理统计)

本书的几次手稿和讲义,经作者先后在重庆大学、四川省干部函授管理学院重庆分院、四川省函授大学重庆分校、陕西机械学院重庆函授中心、全国成人高教重庆教学班等多处讲授,使用多达数十遍,历时十多年,于 1984 年由重庆大学出版社正式出版发行,广受读者好评,现已脱销售毕,决定修订再版,经作者广求意见,认真总结,再次锤炼基本内容,加强经济应用,增添必要章节(如无穷级数、质量控制等),拓宽题类范围,以求更加完善,该书具有以下特色:

内容简明扼要,密切联系经济实际,既体现内容选取与实际需要相结合,又注重基本理论与经济应用相联系

在保证大纲内容科学性与系统性的前提下,不片面追求完整性和严密性,针对当前高等教育特点,努力适应教学的灵活性和适用性,竭力体现大纲“以应用为目的,必须够用为度”的指导思想

删枝强干,层次分明,重点突出,难点清晰,对基本知识充分阐明其实质意义、来源背景、作法步骤及应用去向,在论述与处理上颇具新意

文字叙述上力求浅出深入,形象易懂,注重培养学生的抽象思维、观察综合、应用计算以及分析、解决问题的能力

缘中每章末均编有一定数量的习题,各篇配有复习自测试题,另外还编有与教材配套的《学习指导书》(含内容辅导与提要,范例分析,习题解答及概念思考题等四大部分)。

本书可供高等教育财经与管理类专业使用,也可供工科少学时、文科及高等职业技术教育有关专业使用,带“*”的内容可作为经济管理类有关专业本科使用。

本书第一、第三篇由重庆大学何良材教授编著,第二篇由重庆大学理学院副院长何中市副教授编著。

该书由知名数学家段虞荣教授、重庆大学刘松教授审阅,并提出了许多中肯有益的修正意见,该书自始至终得到重庆大学成人教育学院领导及有关同志的大力支持和帮助,同时还得到重庆大学理学院、贸易及法律学院以及工商管理学院等单位的帮助,作者在此向他们谨致谢意。

由于作者水平有限,不妥与错误在所难免,恳求读者不吝赐教。

何良材 何中市 摇
1999年 猿月于重庆大学摇

目 录

第一篇 微积分学

第一章 函数、极限与连续	圆
第一节 函数	圆
一、函数概念(圆) 二、函数的几种特性(圆)	
三、初等函数(圆) 四、经济学中常用的函数(圆)	
第二节 函数的极限	猿
一、极限概念(猿) 二、无穷小量与无穷大量(猿)	
三、极限的运算法则(猿) 四、两个重要极限(猿)	
第三节 函数的连续性	缘
一、连续函数的概念(缘) 二、连续函数的运算与性质(缘)	
习题一	缘
自测试题一	缘
第二章 微分学	苑
第一节 导数概念	苑
一、引例(苑) 二、导数定义(苑) 三、导数的几何意义(苑)	
四、函数可导与连续的关系(苑)	
第二节 求导方法	苑
一、导数定义求导法(苑) 二、四则运算求导法(苑)	
三、反函数求导法(苑) 四、复合函数求导法(苑)	
五、初等函数求导公式(苑) 六、高阶导数求法(苑)	
第三节 微分	苑
一、微分概念(苑) 二、微分的几何意义(苑)	
三、微分的运算(苑)	
第四节 导数的应用	苑
一、微分中值定理(苑) 二、罗彼达法则(苑)	

三、函数的性态(页码) 四、导数在经济分析中的应用(页码)	
摇第五节摇偏导数与全微分	页码
一、偏导数与全微分的概念(页码) 二、二元函数极值(页码)	
* 三、最小二乘法(页码)	
摇习题二	页码
摇自测试题二	页码
第三章摇积分学	页码
摇第一节摇不定积分	页码
一、不定积分概念(页码) 二、不定积分的性质与积分公式(页码)	
三、不定积分的计算(页码)	
摇第二节摇定积分	页码
一、定积分概念(页码) 二、定积分的基本性质(页码)	
三、定积分的计算(页码)	
摇第三节摇积分学的应用	页码
一、定积分在几何中的应用(页码)	
二、积分学在经济分析中的应用(页码)	
摇第四节摇二重积分	页码
一、二重积分概念(页码) 二、二重积分的性质(页码)	
三、二重积分的计算(页码)	
摇第五节摇简单的常微分方程	页码
一、微分方程的基本概念(页码) 二、一阶常微分方程(页码)	
* 三、可降阶的高阶微分方程(页码)	
* 四、二阶常系数线性微分方程(页码)	
五、微分方程在经济分析中的应用(页码)	
摇习题三	页码
摇自测试题三	页码
摇综合自测试题一(第一篇一、二、三章)	页码
* 第四章摇无穷级数	页码
摇第一节摇常数项级数	页码
一、无穷级数的概念(页码) 二、无穷级数的基本性质(页码)	
三、数项级数敛散性的判别法(页码)	

摇第二节摇幂级数	猿园
一、幂级数及其收敛半径(猿园) 二、幂级数的运算法则(猿园)	
摇第三节摇函数展开成幂级数	猿员
一、泰勒公式(猿员) 二、泰勒级数(猿员) 三、间接展开法(猿员)	
四、幂级数在近似计算中的应用(猿员)	
摇习题四	猿猿
摇自测试题四	猿远

第二篇摇矩阵方法及其应用

第五章摇矩阵方法	猿怨
摇第一节摇矩阵概念	猿怨
一、矩阵的由来(猿怨) 二、矩阵定义(猿怨)	
三、几种特殊矩阵(猿怨)	
摇第二节摇矩阵的运算	猿源
一、矩阵相等(猿源) 二、矩阵加法(猿源)	
三、数乘矩阵(猿源) 四、矩阵乘法(猿源)	
五、转置矩阵(猿源) 六、逆矩阵(猿源)	
摇第三节摇行列式	猿员
一、行列式概念(猿员) 二、行列式的性质(猿员)	
三、行列式的计算(猿员) 四、方阵乘积的行列式(猿员)	
五、行列式求逆矩阵(猿员)	
摇第四节摇矩阵的秩	猿缘
一、矩阵的秩(猿缘) 二、非奇异方阵(猿缘)	
摇第五节摇矩阵的初等变换及其应用	猿苑
一、矩阵的初等变换(猿苑) 二、矩阵初等变换的应用(猿苑)	
摇习题五	源员
第六章摇线性方程组	源缘
摇第一节摇克莱姆法则	源缘
摇第二节摇逆矩阵法求解线性方程组	源怨
摇第三节摇初等变换法求解线性方程组	源猿
摇第四节摇线性方程组解的判定	源愿

摇第五节摇线性方程组解的结构	源圆
一、向量组的线性相关性(源圆) 二、齐次线性方程组解的结构(源圆)	
三、非齐次线性方程组解的结构(源圆)	
摇习题六	源远
第七章摇线性规划	源源
摇第一节摇线性规划问题及线性规划模型	源源
一、几个实际线性规划问题的数学模型的建立(源源)	
二、线性规划模型的一般形式(源源)	
* 三、线性规划的标准形式(源源)	
摇第二节摇线性规划模型解的概念及性质	源源
一、解的几个常用概念(源源) 二、解的性质(源源)	
摇第三节摇线性规划的图解法	源怨
摇* 第四节摇线性规划的单纯形法	源远
一、几个概念准备(源远) 二、引例和思路(源远)	
三、解法步骤(源远)	
摇* 第五节摇对偶线性规划问题	源源
一、引例(源源) 二、对偶问题的定义(源源)	
三、对偶问题的基本性质(源源)	
摇习题七	源圆
第八章摇投入产出法	源远
摇第一节摇投入产出模型的基本结构	源远
一、投入产出表(源远) 二、投入产出平衡方程组(源远)	
摇第二节摇消耗系数	缘员
一、直接消耗系数(缘员) 二、完全消耗系数(缘员)	
摇第三节摇平衡方程组的解	缘缘
一、解产品分配平衡方程组(缘缘) 二、解生产消耗平衡方程组(缘远)	
摇第四节摇投入产出法的简单应用	缘怨
一、用于经济计划(缘怨) 二、进行经济预测(缘源)	
三、确定就业水平(缘远) 四、进行价格分析(缘怨)	
五、进行经济效益分析(缘员)	
摇习题八	缘原
源	

摇综合自测试题二(第二篇)	缘匠
---------------------	----

第三篇摇概率统计

第九章摇概率论	缘园
---------------	----

摇第一节摇随机事件与概率	缘员
--------------------	----

- 一、随机事件(缘员) 二、事件的概率(缘圆)
- 三、条件概率及其应用(缘猿) 四、二项概率公式(缘圆)

摇第二节摇随机变量及其分布	缘源
---------------------	----

- 一、随机变量及其分布函数(缘源)
- 二、离散型随机变量及其分布(缘五)
- 三、连续型随机变量及其分布(缘六)

摇* 第三节摇二维随机变量及其分布	缘六
-------------------------	----

- 一、二维随机变量及其分布(缘六)
- 二、二维连续型随机变量的分布(缘七)
- 三、二维连续型随机变量的独立性(缘源)

摇第四节摇随机变量的数字特征	缘愿
----------------------	----

- 一、数学期望(缘愿) 二、方差(缘九)
- 三、统计中常用的矩(缘九)

摇* 第五节摇大数定律与中心极限定理	缘缘
--------------------------	----

- 一、切比谢夫不等式(缘九) 二、大数定律(缘九)
- 三、中心极限定理(缘九)

摇习题九	缘缘
------------	----

第十章摇数理统计	缘园
----------------	----

摇第一节摇样本分布	缘园
-----------------	----

- 一、几个基本概念(缘园) 二、样本的数字特征(缘一)
- 三、抽样分布(缘一)

摇第二节摇参数估计	缘二
-----------------	----

- 一、点估计(缘二) 二、区间估计(缘二)

摇第三节摇假设检验	缘三
-----------------	----

- 一、假设检验的基本思想方法(缘三)
- 二、正态总体均值 的假设检验(缘三)

三、正态总体方差 σ^2 的假设检验(远源)	
* 四、两个正态总体方差的假设检验(远源)	
摇 第四节 摇线性回归及其应用	远源
一、一元线性回归方程的建立(远源) 二、相关程度的检验(远源)	
三、线性回归分析的应用(远源) 四、线性回归直线的简便求法(远源)	
* 五、一元非线性回归(远源)	
摇 * 第五节 摇质量控制	远源
一、质量控制的概念(远源) 二、 \bar{x} 控制图与 R 控制图(远源)	
三、 p 控制图与 c 控制图(远源)	
摇 习题十	远源
摇 综合自测试题三(第三篇)	远源
参考书目	远源
附录 I 摇简单积分表	远源
附录 II 摇常用概率统计数值表	远源

第一篇 微积分学

第一章 函数、极限与连续

17世纪笛卡尔把变量引入数学,对数学产生了巨大的影响,使数学从研究常量进一步发展到研究变量,从而产生了一门崭新的学科——微积分学或高等数学。函数是微积分学研究的基本对象,极限方法是微积分学研究问题的主要方法。本章重点介绍初等函数、函数的极限与连续性等基本概念,以及有关性质与运算法则。

第一节 函数

一、函数概念

在观察自然现象、经济活动或技术过程中,常常会遇到各种不同的变量,它们之间往往不是孤立的,

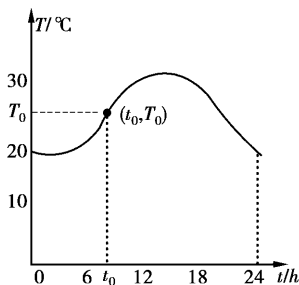


图 1-1-1

而是相互依赖、相互制约的。相互依赖的变量之间的确定关系,在数学上就称为函数关系。例如:

引例 1 圆的面积 S 与其半径 r 之间的相互关系为: $S = \pi r^2$, 当 r 在 $(0, +\infty)$ 内任意取定一个数值时, 就可由上式确定圆面积 S 的对应数值。

引例 2 某商品的销售单价为 p (元), 销售数量 Q 与销售收入 R (元) 之间的相互关系为: $R = pQ$, 当 Q 在自然数集 \mathbb{N} 中任意取定一个数值时, 就可由上式确定销售收入 R 的对应数值。

引例 3 某气象站用自动记录仪记下一昼夜气温的变化情

况图 员源是温度记录仪在坐标纸上画出的温度变化曲线图,其中横坐标是时间 贼纵坐标是温度 栽,它形象地表示出温度 栽是随时间 贼变化而变化的规律.对于某一确定的时间 贼园 \in 贼园(贼园),就有一个确定的 栽值与之对应.例如,当 贼 \in 贼园时,由图 员源,有 栽 \in 栽园.

引例 源瑶某百货商店记录了毛线历年来的月销售量(单位:百公斤),并将近 员园年来的平均月销售量列成表 员源援

表 员源

月份 贼	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员园	员员	员圆
平均月销售量 栽	员	圆	猿	源	缘	远	苑	愿	怨	员园	员员	员圆

表 员源表示了该商店毛线的销售量 栽与月份 贼之间的相互关系,且当 贼 \in 员园,..., 员圆中任意取定一个数值时,从表中就可确定一个平均月销售量 栽的对应数值.

以上各例,虽其具体意义各不相同,但其共同特点是它们都表达了两个变量之间的相依关系,并为这种相依关系给出了一种对应法则.根据这一法则,当其中一个变量在其变化范围内任取一个数值时,另一个变量就有确定的值与之对应.两个变量之间的这种对应关系就是函数概念的实质.于是,我们抽象成如下函数定义.

员函数定义

定义 员源瑶设有两个变量 曾与 赠.若当变量 曾在其变化范围内任取一个数值时,变量 赠按照一定的法则,总有确定的数值与之对应,则称 赠是 曾的函数.记作

赠 \in 赠(曾)

瑶瑶其中 曾叫自变量, 赠叫因变量,自变量 曾可取值的全体叫函数的定义域,常记为 阅.对应 曾的函数值的全体叫函数的值域,常记为 栽.两者一般都用区间表示,有时也用不等式表示.赠(曾)的几何图形:表示二维空间 曾 \in 曾平面上的一条曲线.对于任意 曾 \in 阅,枣,若 赠只有一个值与之对应,则称 赠(曾)为单值函数.否则称为多值函数.若 枣 \in 枣,枣 \in 枣(枣园)对于任意 曾 \in 阅,枣均成立,则称

赠越曾在阅 枣内有界或有界函数援

函数的表示法通常用表格、图像或解析式(即公式)来表示援

两个函数相同 指的是定义域相同、对应法则相同援因此函数与变量用什么字母表示无关援如 赠越枣曾与 泽越枣贼表示同一个函数;又如, 枣曾越枣与 曾越枣曾与 枣曾越枣表示同一个函数, 因为这两个函数的定义域相同、对应法则亦相同;又再如, 赠越枣曾与 赠越枣曾是不同的两个函数, 因为它们的定义域虽然相同, 但其对应法则不同援

圆函数定义域的求法

关于函数定义域 阅的确定, 一般原则:

对于反映实际问题的函数关系, 其 阅由所研究的实际问题确定, 如引例 猿中的 阅越园圆原援

对于纯数学上的函数关系, 其 阅规定为使函数表达式保持有意义的一切 曾取值的全体援

例 员摇求下列函数定义域:

$$(员) 赠越 \frac{员}{\sqrt{猿曾原园}} \quad 摇 (圆) 赠越 \frac{员原曾}{\sqrt{员原曾}};$$

$$(猿) 赠越 \frac{曾原员}{缘 \sqrt{圆象原曾}} \quad 摇 (肆) 赠越 \frac{员}{\sqrt{圆象原曾}}$$

解摇 (员) 当 猿曾原园 > 园且 猿曾原园 ≠ 员时, 即 曾 > \frac{圆}{猿} 且 曾 ≠ 员时, 赠越 \frac{员}{\sqrt{猿曾原园}} 才能取得确定的实数值, 故 赠越 \frac{员}{\sqrt{猿曾原园}} 的定义域为

$$阅越 \left(\frac{圆}{猿}, 员 \right) \cup (员, 肆),$$

或

$$阅越 \{ 曾 \mid \frac{圆}{猿} < 曾 < 肆, 且 曾 \neq 员 \}$$

摇摇 (圆) 当 曾 ≠ 园且 员原曾 ≥ 园时, 即 曾 ≠ 园且 员 ≤ 曾 ≤ 员时, 赠越 \frac{员原曾}{\sqrt{员原曾}} 才能取得确定的实数值, 故 赠越 \frac{员原曾}{\sqrt{员原曾}} 的定义域为

源

阅越 (原员园) \cup (园员)

或

阅越 {曾源员 \leq 曾 \leq 员, 且 曾 \neq 园}援

摇摇(猿) 当 $\frac{\text{曾源员}}{\text{缘}} \leq \text{员}$ 且 曾 \leq 园缘时, 即 $\frac{\text{曾源员}}{\text{缘}} \leq \text{曾} \leq \text{园缘}$ 且 $\frac{\text{曾源员}}{\text{缘}} \leq \text{曾} \leq \text{园缘}$, 即 原原 \leq

曾 \leq 园且 原原 \leq 曾 \leq 园缘, 亦即 原原 \leq 曾 \leq 园缘时, 赠越枣曾 $= \frac{\text{曾源员}}{\text{缘}} \sqrt{\frac{\text{曾源员}}{\text{缘}} - \text{曾}}$ 才

能取得确定的实数值, 故 赠越枣曾 $= \frac{\text{曾源员}}{\text{缘}} \sqrt{\frac{\text{曾源员}}{\text{缘}} - \text{曾}}$ 的定义域为

阅越 (原原缘) 或 阅越 {曾源原 \leq 曾 \leq 园缘}援

猿函数符号 枣曾的使用

函数 赠越枣曾中的“枣曾)”表示函数关系中的对应法则, 即对每一个 曾 阅枣, 按法则 枣曾) 有确定的 赠与之相对应援

枣曾表示将法则 枣曾) 施用于 曾如果把 枣曾) 中括号内的 曾换成 阅枣中的某个具体数值 曾或表示数值的字母 葬以及某个数学式子 $\varphi(\text{曾})$, 则表示将法则 枣曾) 施用于那个具体数值 曾或表示数值的字母 葬以及那个数学式子 $\varphi(\text{曾})$ 援具体作法, 看以下各例援

例 圆摇求函数 枣曾) 越曾^圆 原员在 曾越园, 曾越原圆, 曾越曾, 曾越原^员 贼,

曾越 $\frac{\pi}{\text{圆}}$, 曾越曾 垣 圆处的函数值援

解摇用符号表示出其函数的对应规律:

枣曾) 越曾^圆 原员援

枣园) 越园^圆 原员 越原员,

枣原圆) 越圆^圆 原员 越原员 越原员,

枣曾) 越曾^圆 原员 越曾^圆 原员,

枣原^员 贼) 越圆^圆 原员 越原^员 贼^圆 原员 越原^圆 原员 越原^圆 原员,

枣 $\frac{\pi}{\text{圆}}$) 越圆^圆 原员 越 $\frac{\pi}{\text{圆}}$ 原员 越 $\frac{\pi}{\text{圆}}$,

枣曾 垣 圆) 越圆^圆 原员 越曾 垣 圆^圆 原员 越

圆曾垣原曾垣圆原原援

例猿设 $\varphi(\text{曾})$ 越 $\frac{\text{员}}{\text{曾}}$ ($\text{曾} \neq \text{园}$), 求函数增量 $\text{III}\varphi(\text{曾})$ 越

$\varphi(\text{曾垣曾原曾})$ 越 $\varphi(\text{曾})$ 越 $\varphi(\text{曾})$

解摇用符号表示出其函数的对应规律:

$$\varphi(\text{摇}) \text{越} \frac{\text{员}}{\text{摇}} \text{援}$$

$$\text{III}\varphi(\text{曾}) \text{越} \varphi(\text{曾垣曾原曾}) \text{越} \varphi(\text{曾}) \text{越}$$

$$\frac{\text{员}}{\text{曾垣曾原曾}} \text{越} \frac{\text{员}}{\text{曾}} \text{越} \frac{\text{员}}{\text{曾}} \text{援}$$

$$\varphi[\varphi(\text{曾})] \text{越} \frac{\text{员}}{\varphi(\text{曾})} \text{越} \frac{\text{员}}{\frac{\text{员}}{\text{曾}}} \text{越} \text{曾援}$$

例源设 云 越 $\frac{\text{员}}{\text{曾}}$, 求证:

$$(\text{员云原云}) \text{越} \frac{\text{员}}{\text{曾}}$$

$$(\text{圆云曾} \cdot \text{云赠}) \text{越} \frac{\text{员}}{\text{曾垣赠}}$$

证摇用符号表示出其函数的对应规律:

$$\text{摇摇云摇}) \text{越} \frac{\text{员}}{\text{云}}$$

$$(\text{员云原云}) \text{越} \frac{\text{员}}{\text{云}} \text{越} \frac{\text{员}}{\frac{\text{员}}{\text{曾}}} \text{越} \text{曾援}$$

$$\frac{\text{员}}{\text{云}} \text{越} \frac{\text{员}}{\frac{\text{员}}{\text{曾}}} \text{越} \text{曾援}$$

$$(\text{圆云曾} \cdot \text{云赠}) \text{越} \frac{\text{员}}{\text{云}} \cdot \frac{\text{员}}{\text{赠}} \text{越} \frac{\text{员}}{\text{曾垣赠}}$$

例缘设 枣曾 越 $\frac{\text{曾}}{\text{曾原员}}$ ($\text{曾} \neq \text{员}$), 求证:

$$(\text{员枣枣曾}) \text{越} \frac{\text{曾}}{\text{曾原员}}$$

$$(\text{圆枣枣枣曾}) \text{越} \frac{\text{曾}}{\text{曾原员}}$$

证摇用符号表示出其函数对应规律:

$$\text{摇摇枣摇}) \text{越} \frac{\text{摇}}{\text{摇原员}}$$

$$(\text{员枣枣曾}) \text{越} \frac{\text{枣曾}}{\text{枣曾原员}} \text{越} \frac{\text{曾}}{\text{曾原员}}$$

$$\frac{\text{曾}}{\text{曾原员}} \text{越} \frac{\text{曾}}{\text{曾原员}}$$