

教学改革试点专业试用教材

经济管理数学

常州工业技术学院 彭玉芳 主 编

$$\begin{cases} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \\ \vdots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \\ x_j \geq 0 (j=1, 2, \dots, n) \end{cases}$$

$$\max(\min)s = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

机械工业出版社

(京)新登字054号

本书是为高等专科教育管理专业教学改革需要而编写的。内容包括：集合、函数与极限、导数与微分、导数的应用、不定积分、定积分、线性代数、概率论、数理统计、线性规划。

本书为高等专科经济管理类专业试用教材。可供职工大学、夜大学、干部培训班等)作为试用教材,也可供经济管理人员参考。

经 济 管 理 数 学

常州工业技术学院 彭玉芳 主 编

*

责任编辑：刘阿桥 版面设计：李松山

封面设计：马国柱 责任校对：余文俊

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

邮政编码：100037

（北京市书刊出版社营业许可证出字第117号）

常州武进第三印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本850×1156 1/32 印张 15.3 字数 384 千字

1994年8月北京第1版·1994年8月第1次印刷

印数 0001-2500 · 定价：12.50元

ISBN7-111-04443-6/O · 102(X)

教学改革试点专业教材编审委员会

(经济管理类专业)

主任委员 彭玉芳
副主任委员 马国柱 徐永林
委员 (按姓氏笔划为序)
卞正国 王信仁 许明春
应可福 张占耕 张健雄
储佩成

出版说明

为了适应市场经济体制下对管理类专业人才培养的需要,必须对现有不适应新形势的专业教材在课程体系、课程内容等方面进行较大幅度的改革。常州工业技术学院经济管理系工业企业管理专业是国家教委批准的专业教学改革试点专业。为适应专业教学改革试点方案的实施,我们拟对改革幅度大的课程,分期分批编写出版相应教材,这些课程主要包括:《经济管理数学》、《工程制图》、《社会主义市场经济基础》、《马列主义基础》、《企业经营与财务管理》、《经济法基础》、《新编质量管理与质量保证》、《企业管理咨询》、《企业生产与技术管理》、《企业对外经贸概论》、《计算机基础》、《谈判与公关》、《营销管理咨询》、《消费心理》、《市场调研》、《企业安全管理》、《企业设备管理》、《企业生产管理实务》、《企业生产管理咨询》、《计算机在生产管理中应用》、《经济管理实用文写作》等。

为了保证教学改革试点专业所出版教材的质量,能符合专业教学改革的要求,教材的编写出版将严格按照规定程序进行,实行教材编审委员会领导下的主编负责制。教材编审委员会由常州工业技术学院专业教学改革试点领导小组吸收有关专家、教授组成。教材编审委员会对上述拟出版的教材进行统一规划、总体设计、横向协调、宏观管理。

按照社会主义市场经济体制下对管理人才培养的要求,来更新教材内容,这既是一项系统工程,又是一项开创性的工作,缺点错误在所难免,恳请社会各界支持并赐教。

《工业企业管理专业》

教材编审委员会

1994.6.

前 言

本教材是为适应在社会主义市场经济体制下对工业企业管理专业人才培养需要,由经国家教委批准的常州工业技术学院经济管理系工业企业管理专业教学改革试点专业组成的教材编审委员会统一规划下编写的、供工业企业管理专业教学改革试点班级试用的教材。教学时数为160学时左右。

全书共9章内容包括:第一章集合、函数与极限,第二章导数与微分,第三章导数的应用,第四章不定积分,第五章定积分,第六章线性代数,第七章概率论,第八章数理统计,第九章线性规划。

本教材的第一、二、三、章由金文俊编写;第四、五、六章由彭玉芳编写;第七、八章由李飒编写;第九章由恽敏霞编写。彭玉芳副教授任主编,金文俊讲师任副主编,王志东副教授任主审。

本教材在编写过程中,参考了兄弟院校的教材和有关论著,得到了国家教委高教司工科处、江苏省教委高校教育处有关领导的支持,以及本教材主审——常州工业技术学院王志东副教授,做了大量细致的指导性工作,在此一并表示衷心的感谢。

本教材在编写过程中,编者努力贯彻“以应用为目的,以必需够用为度”和“少而精”的原则,在结构体系、内容选择及应用举例诸方面尽可能体现基础课为专业课服务的宗旨,注重讲清概念,较大幅度地减少了公式推导和定理证明,注重理论联系实际,内容文字叙述力求通俗易懂既便于教师教,又便于学生学,

努力体现高等专科教育专业教学改革的特色，但由于编者水平所限，仍有许多不尽人意之处，书中缺点错误在所难免，敬请广大读者批评指正。

编 者

1994年 8 月

目 录

第一章 集合、函数与极限.....	1
第一节 函数.....	1
习题 1-1.....	3
习题 1-2.....	7
第二节 初等函数.....	8
习题 1-3.....	10
第三节 经济管理中常用的函数.....	10
第四节 极限.....	14
习题 1-4.....	30
第五节 连续函数.....	32
习题 1-5.....	40
第二章 导数与微分.....	41
第一节 导数概念.....	41
习题 2-1.....	49
第二节 导数的运算与高阶导数.....	50
习题 2-2.....	61
第三节 微分.....	65
习题 2-3.....	70
第四节 多元函数微分法.....	70
习题 2-4.....	79
习题 2-5.....	82

第三章 导数的应用	83
第一节 中值定理.....	83
习题 3-1.....	86
第二节 未定型的极限(罗必达法则).....	86
习题 3-2.....	92
第三节 函数的极值和最大(小)值.....	93
习题 3-3.....	100
第四节 函数的一般作图法.....	101
习题 3-4.....	105
第五节 二元函数的极值.....	105
习题 3-5.....	110
第六节 导数概念的经济意义.....	111
第四章 不定积分	115
第一节 不定积分的概念和性质.....	115
第二节 不定积分的计算.....	120
习题 4.....	132
第五章 定积分	135
第一节 定积分的概念和性质.....	135
第二节 定积分的计算.....	141
第三节 广义积分.....	146
第四节 定积分在经济学中的应用.....	153
习题 5.....	157
第六章 线性代数	159
第一节 行列式.....	159
习题 6-1.....	174

第二节 矩阵	176
习题 6-2	201
第三节 线性方程组	204
习题 6-3	234
第七章 概率论	238
第一节 随机事件及其概率	240
第二节 随机变量及其概率分布	252
第三节 随机变量的数字特征	257
第四节 大数定律与中心极限定理	272
习题 7	276
第八章 数理统计	280
第一节 样本和统计量	280
第二节 参数估计	284
第三节 假设检验	293
第四节 方差分析与回归分析	306
第五节 质量控制	328
习题 8	340
第九章 线性规划	349
第一节 线性规划的概念	349
习题 9-1	363
第二节 单纯形法	366
习题 9-2	383
第三节 对偶线性规划	386
习题 9-3	407
第四节 运输问题	411

习题 9-4.....	424
习题答案.....	427
附录 I 积分表.....	453
附录 II 附表.....	467
参考文献.....	480

第一章 集合、函数与极限

第一节 函数

一、预备知识

在学习函数之前，先阐述有关集合的基础知识。

在日常生活，生产及科学研究中，常常要考虑某些被研究对象的全体。因此，数学中要研究集合这一重要的概念。

集合 由具有某种共同特性的事物所构成的全体，叫做集合。

元素 构成集合的每个事物叫做集合的元素。

例如，全体实数成为一个集合，其中每一个实数是这个集合的元素。元素所具有的共同特性是都是一个实数。某校全体学生是一个集合，其中每一位同学是这个集合的一个元素。元素的共同特性是具有该校的学籍。又如“很大的数的全体”不能成为一个集合，因为无法判定某个数算不算一个“很大的数”，即它们没有明确的共同特性。

集合通常用大写字母 A, B, C 表示。集合中的元素通常用小写字母 a, b, c 表示。某个元素 a 属于 A ，记做 $a \in A$ ，读作 a 属于 A 。某个元素 a 不属于 A ，记做 $a \notin A$ ，读作 a 不属于 A 。全体实数所成的集合记做 R 。

子集、并集、交集与补集

子集 若集合 A 中的每一个元素都属于集合 B ，则称 A 是 B 的子集。记做 $A \subseteq B$ ，或 $B \supseteq A$ 。

例如 R 表示全体实数的集合。 Q 表示全体有理数的集合。显然 Q 中的每一个元素都属于 R ，所以集合 Q 是集合 R 的子集，即 $Q \subseteq R$ 。

若有两个集合 A, B 。如果 $A \subseteq B$ 同时 $B \subseteq A$ ，则称集合 A 与集合 B 相等。记做 $A = B$ 。

并集 所有属于 A 或属于 B 的元素组成的集合叫做集合 A 与集合 B 的并集，记做 $A \cup B$ 。如图1-1中阴影部分表示集合 A 与 B 的并集。



图 1-1

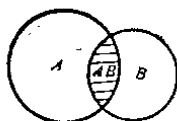


图 1-2

交集 既属于集合 A 又属于集合 B 的所有元素的集合叫做集合 A 与集合 B 的交集。记做 $A \cap B$ 。如图1-2中的阴影部分表示 A 与 B 的交 AB 。

例如， $\{0, 1, 2, 3\} \cup \{1, 3\} = \{0, 1, 2, 3\}$ ； $\{0, 1, 2, 3\} \cap \{1, 3\} = \{1, 3\}$

又如 $A = \{x | 1 < x < 3\}$

$$B = \{x | 0 < x < 2\}$$

$$A \cup B = \{x | 0 < x < 3\}$$

$$A \cap B = \{x | 1 < x < 2\}$$

全集 若所讨论的集合都是某一个集合 I 的子集，则集合 I 称为全集。

补集 若集合 A 是全集 I 的子集，则在 I 中不属于 A 的元素所组

成的集合，叫做集合 A 在集合 I 的补集，简称 A 的补集，记做 $\bar{A}$ 。图1-3中阴影部分是集合 A 的补集 $\bar{A}$ (长方形表示全集 I)，它可表示为

$$\bar{A} = \{x | x \in I \text{ 且 } x \notin A\}$$

如 I 表示全体实数集合， Q 表示所有有理数集合，则 $\bar{Q}$ 是所有无理数的集合。

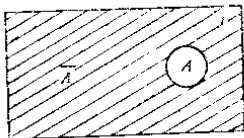


图 1-3

习题 1-1

1. 设 $A = \{-1, 2, 3, 9, 10\}$
 $B = \{-2, -1, 0, 1, 2, 3, 4\}$

求 $A \cup B$; $A \cap B$ 。

2. 设 $A = \{x | x \geq 0\}$

$$B = \{x | x < 6\}$$

求 $A \cup B$; $A \cap B$ 。

二、函数

在所研究的问题里，可以取不同数值的量称为变量，只能取固定数值的量叫常量。以 x, y, z 表示变量，以 a, b, c 表示常量。同一个问题常涉及几个变量，它们之间常有确定的对应关系。

例 某地某天24小时时间 t 与温度 T 有确定的对应关系。设用自动记录仪记录如图1-4° 这里有一个 t 的取值集合 $D = [0, 24]$ ，有一对应规则，对任意 $t \in [0, 24]$ ，由这个对应规则对应一个确定的数 T 。

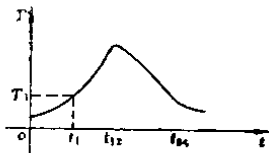


图 1-4

例 考虑平面上所有的圆，其半径 r 与面积 s 有确定的对应关系 $s = \pi r^2$ ，这里有一个 r 取值的集合 $D = (0, +\infty)$ ，有一对应规则，对任意的 $r \in (0, +\infty)$ ，由这个对应规则对应一个确定的数 s 。半径为0时为一个点，是一般意义下的圆。函数定义如下：

定义 设有一个非空实数集合 D ，如果有一个对应规则 f ，使得对每一个 $x \in D$ ，都能够对应唯一的一个实数 y ，则将对应规则 f 称为定义在 D 上的一个函数(对应规则也可用其他字母来记，如 g, φ, ψ 等)。

D 叫函数的定义域， x 所对应的 y 称为 x 所对应的函数值，记做 $y = f(x)$ ，全体函数值的集合称为函数的值域，记做 z 。如图1-5， x 称为自变量， y 又称为因变量。

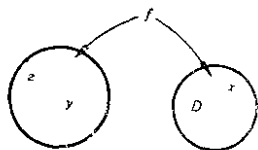


图 1-5

这里 D 上的对应规则是函数， $f(x)$ 是函数值，在高等数学中常通过函数值来研究函数，所以为了简单起见，也简称 $f(x)$ 是 x 的函数，或称 $y = f(x)$ 是 x 的函数。

在上述两例中，表示某地某天温度 T 是时间 t 的函数，平面上任何圆的面积 s 是半径 r 的函数。

若函数在 x_0 有对应的函数值，则称函数在 x_0 有定义。使函数有定义的一切实数的全体，叫做函数的定义域。 $y = f(x)$ 在 x_0 的函数值，记做 $f(x_0)$ 。即 $y | x = x_0$ 。

1. 函数定义域的求法

若一个函数有几何或物理等实际意义，其定义域要按实际意义来考虑，如果一个函数只用抽象的公式来表示，且没有其他说明，则规定：其定义域是指按公式有对应函数值的自变量的全体数值构成的集合。

如半径为 r 的圆的面积 $s = \pi r^2$ ，其定义域是 $0 < r < +\infty$ ，若研

究一般的函数 $y = \pi x^2$ ，其定义域是 $-\infty < x < +\infty$ 。

例 求 $y = \frac{1}{x(x-1)}$ 的定义域。

解 函数在 $x = 0, 1$ 两个点没有定义，在其他点均有定义，定义域为： $(-\infty, 0), (0, 1), (1, +\infty)$ 。

例 求 $y = \sqrt{4-x^2} + \sqrt{\frac{1}{x-1}}$ 的定义域。

解 $4-x^2 \geq 0; -2 \leq x \leq 2$

$$x-1 > 0 \quad x > 1$$

$\therefore$ 定义域是 $(1, 2]$

单值函数和多值函数，如果对于 D 中的某些或全部 x 值，对应多个 y 值，就称为多值函数。若前面说的 x 对应一个 y 值，就称为单值函数。将多值函数分成若干个单值函数，其中每一个都称为该多值函数的单值支。如 $y = \pm\sqrt{x}$ 是多值函数，则它的两个单值支是 $y = \sqrt{x}$ ， $y = -\sqrt{x}$ 。一般如无特别说明，都指单值函数。

2. 函数的图形

在平面直角坐标系中，取自变量在横轴上变化，因变量在纵轴上变化，则函数的图形通常是平面上一条或几条曲线（包括直线）。函数的图形如图 1-6 所示。

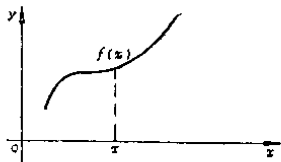


图 1-6

3. 反函数及其图形

设已给定义在 D 上的函数 f ，其值域为 z ，则对每一个 $x \in D$ ，对应唯一的一个 $y \in z$ 。如果反过来，对每一个 $y \in z$ ，有唯一的一个 $x \in D$ ，使得 $y = f(x)$ ，则将 f 的反对应规则 φ 称为 f 的反函数。 φ 的定义域是 z ，值域为 D 。 f 的反函数常记做 f^{-1} 。

x 是 y 所对应的函数值, $x = \varphi(y)$ 或 $x = f^{-1}(y)$ 。为简单起见, 也称 $x = \varphi(y)$ 是 $y = f(x)$ 的反函数。一般常将自变量写成 x , 因变量写成 y , 所以也称 $y = \varphi(x)$ 或 $y = f^{-1}(x)$ 是 $y = f(x)$ 的反函数。

如 $y = x^3$ 的反函数是 $y = x^{\frac{1}{3}}$ (或 $x = y^{\frac{1}{3}}$), 今后, 如无特别说明, 反函数是指单值反函数。

$y = f(x)$ 与其反函数的图形对称于直线 $y = x$ 。函数与反函数的图形如图1-7所示。

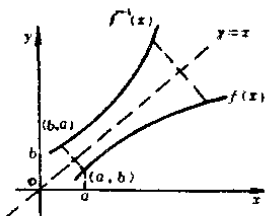


图 1-7

4. 分段表示的函数

有的函数在整个定义域上不能用统一的一个公式表示的, 而是在定义域的一些不相重合的区间上用不同的公式来表示。这种分段表示的函数在整个定义域上是一个函数, 而不是几个函数。

例 某公共汽车线路全长20km, 票价规定如下, 乘5km以内收费0.5元, 5~10km收费0.8元, 10km以上收费1元, 试写出票价与路程的函数关系式。

解 设票价为 y , 路程为 x , 则有

$$y = \begin{cases} 0.50 & 0 < x < 5 \\ 0.80 & 5 \leq x \leq 10 \\ 1.00 & 10 < x \leq 20 \end{cases}$$

在建立函数关系式时, 要根据条件注意 x 取值范围的表达式。

例 $f(x) = 2x + 1$, 求 $f\left(\frac{1}{f(x)}\right)$

$$\text{解 } f\left(\frac{1}{f(x)}\right) = 2 \cdot \frac{1}{2x+1} + 1$$

$$= \frac{2x+3}{2x+1}$$

$$\text{例 } f(x) = \begin{cases} x & -2 \leq x < 0 \\ 1 & x = 0 \\ 2-x & 0 < x \leq 2 \end{cases}$$

求定义域, $f(0)$, $f(2)$, $f(-1)$, $f(1)$ 。

解 定义域 $[-2, 2]$

$$f(0) = 1$$

$$2 \in (0, 2] \therefore f(2) = 2 - x|_{x=2} = 0$$

$$-1 \in [-2, 0) \therefore f(-1) = x|_{x=-1} = -1$$

$$1 \in (0, 2] \therefore f(1) = 2 - x|_{x=1} = 1$$

$$\text{例 设 } f(x) = \begin{cases} x^2 & 0 \leq x \leq 1 \\ 2x & 1 < x \leq 2 \end{cases}$$

求 $f(x+1)$ 的表达式。

解 f 是对应规则, $f(x+1)$ 表示对 $x+1$ 进行如同 $f(x)$ 中对 x 进行的同样的运算, 因此

$$f(x+1) = \begin{cases} (x+1)^2 & 0 \leq x+1 \leq 1 \\ 2(x+1) & 1 < x+1 \leq 2 \end{cases}$$

$$\text{即 } f(x+1) = \begin{cases} x^2 + 2x + 1 & -1 \leq x \leq 0 \\ 2x + 2 & 0 < x \leq 1 \end{cases}$$

习题 1-2

1. 求下列函数的定义域。

$$(1) y = \sqrt{3-x} \quad (2) y = \sqrt{4-x^2} + \frac{1}{x-1}$$

$$(3) y = \lg(1-x) + \sqrt{x+2}$$

2. 正圆柱体内接于高为 h , 底半径为 r 的正圆锥体。设函数