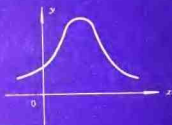


成人高等专科学校教材



经济数学

主编 涂德胜 谭元发

湖南科学技术出版社

数学教材编审领导小组:

刘京 罗元保 蒋维加
文性初 徐安林 周飞彪
李桂生 周德涌 康博文
尹有麟 唐大维 张文华
梁咏泉 周世命

数学教材编审领导小组

经济数学

涂锦胜 谭元发主编

责任编辑:陈一心

湖南科学技术出版社出版发行

(长沙市展览馆路3号)

湘潭县人民印刷厂印刷

1994年7月第1版第1次印刷

1996年7月第2版第2次印刷

开本:787×1092毫米 1/32 印张:15 字数:352,000

印数:5601—10600

ISBN7-5357-1629-6

O·133 定价:15.00元

(若有印装质量问题请直接与印刷厂联系)



前 言

为了贯彻国家教委对成人高等专科教育的指示精神,适应成人高校培养应用型或技艺型人才的需要,在湖南省教委成教处和湖南省成人高校教学协作会的领导下,由湖南省成人高校高等数学协作组主持组织,编写了《高等数学》、《高等数学习题集》、《线性代数与概率统计》、《经济数学》四本成人高校数学教材。

本套教材,是湖南省成人高校数学教师集体智慧的结晶,具有成人高校的特色。在编写过程中,湖南各成人高校高度重视,热情支持,特别是湖南兵器工业职工大学总校,衡阳市职工大学,涟源钢铁总公司职工大学,湘潭钢铁公司职工大学,江麓机械厂职工大学及衡阳有色冶金职工大学给予了全力支持。湖南师范大学校长张楚廷教授为本套书写了序言,湖南科学技术出版社为本套书的出版做了大量工作。在此,我们深表谢意!

湖南省成人高校数学教材编审领导小组

1994年5月

再版前言

我们编写的《经济数学》教材面世以后,得到了湖南省教委、湖南省成人高校协会及湖南省各成人高校的高度重视与大力支持。广大教师和读者认为,该教材贯彻执行了国家教委“以应用为目的,以必须够用为度”的原则,内容丰富,语言精炼,深入浅出,通俗易懂,实践性强,具有成人高校特色。由于编写时间紧迫,编者水平有限,教材也有不足之处。老师们提出了许多宝贵意见。为此,我们在原编写组的基础上,组织湖南省成人高校部分教学经验丰富的教师,对本教材修订再版,使之更臻完善。我们相信,修订再版的教材,更能得到成人高校师生和广大经济应用工作者的欢迎和喜爱。

参加修订再版工作的人员(以姓氏笔画为序):苏远清(副教授、长沙市职工大学)、李爱玲(湖南省金融管理干部学院)、赵俊哲(副教授、湖南省二轻职大)、涂德胜(副教授、湘潭市职工大学)、郭志平(湖南铁合金厂职大)、谭元发(湘潭电机厂职大)。涂德胜、谭元发负责全书的总纂、定稿工作。周世命(教授、湖南兵器工业职大)负责审定工作。

借本教材修订再版之机,谨向关心、支持和使用本教材的各位领导、专家和老师们表示深切的感谢,也祈请各界专家、读者不吝赐教,使本教材不断完善。

编 者

1996年5月

序 言

仅从语言学的角度看,一个人最需要学好的语言,一是自己祖国的语言,另一则是数学的语言。

有人说,宇宙是一部书,这部书就是用数学写成的。这话似乎有些夸大,但是如果说数学语言是一种最为普通的语言,那是没有丝毫夸大的。 $2 \times 5 = 10$, $(a+b)^2 = a^2 + 2ab + b^2$, $\sin^2 x + \cos^2 x = 1$,全世界各个国家、各个民族都认识。

至于一位现代公民,尤其是一名职工(无论是技术人员还是管理人员),应当更多地掌握一些数学知识。衡量一个国家的教育水平,人民的文化水平,也就主要看全民掌握自己国家的语言水平、数学水平这几大桩。

进一步说,一个现代企业,一个部门,则要看职工是否具有一定的高等数学水平。任何专业,任何技术门类,都离不开数学,离不开高等数学。如果有人眼前感到没有数学日子还过得下去的话,恐怕这种日子也不会太长了。

成人高校开设高等数学、线性代数、概率统计以及经济数学等课程无疑是十分适宜的,前三门是最重要的基础。对于从事实际工作的职工来说,学习的有效性 with 实用性有很大关系,经济数学在很大程度上是一些基础数学理论的应用。

数学本应是一门为人人所喜爱的学科,但是不少人甚至害怕它了,至于真正喜爱它的人就更少了。对于成人高校的学生来说,这种现象也同样存在。为了改变这种状况,编写一套适合

于成人大专层次教育的数学教材势在必行。

现在出版的这套成人高校用数学教材,包括《高等数学》、《高等数学学习题集》、《线性代数与概率统计》、《经济数学》等四本书,是由一些长期从事职工高校教学工作,具有丰富经验的教师编写的,语言文字精练通顺,内容由浅入深、简明易懂,注意避开和减少数理论证,重视培养学生分析问题和解决问题的能力,针对性、实用性强。

我认为:这套教材有它的特色,贯穿了国家教委提出的成人高等专科教育基础理论教学“以应用为目的,以必需够用为度”的精神。当然,这套教材是否为成人高校学生所喜爱,还有待于教学实践的进一步检验。我相信,如果我们成人高校的数学教师能从成人高校学生的实际出发,充分利用教材,首先让同学们弄懂(不懂,一切兴趣都无从产生,更不要说喜爱)。真懂了,教师还能帮助揭示数学的内在美,揭示数学与世界的和谐,就可能获得很大的成功。

预祝这套教材成功,预祝成人高校师生在数学教学中成功。

张楚廷

1994年5月

编者的话

1993年国家教委在《成人高等专科教育制定教学计划的原则意见》中指出：“成人高等专科教育的基础理论和专业基础理论教育以应用为目的，以必需够用为度”。要切实贯彻执行国家教委的这个原则意见，关键是必须有适合成人高等专科教育自身特点和需要的教材。

成人高等专科经济类的大多数学员在使用借用教材、学习数学时，感到理论多、难度大，而教师在教材处理上也费时、费力，难于完成教学任务。许多在经济工作中很有用的数学方法没有时间介绍。因此，为了在较少课时内，尽可能让学生多掌握一些从事现代经济工作必需、够用的数学方法，编写一套通俗、易懂而又实用的经济数学教材已势在必行。

编写组的教师根据上述情况，结合多年从事成人大专经济数学以及其他有关经济类课程教学的经验和体会，编成这本《经济数学》教材。在内容上以大专层次应用型经济管理人才必需、够用为度。为使结构精炼，本教材略去许多繁难的证明，但保持了数学知识的系统性，整个教材前后知识联系紧密，环环相扣。表述上力求通俗、易懂，又不失其科学性和规范性。

整个教材可用152~171学时教完。其中第十七章(标*号的)可以不讲。

本书可供职大、管理干部学院、夜大、函大、自学考试以及其他院校作为成人大专层次财经类专业的数学教材，也适用于中专经济类专业。对于广大从事经济研究的工作者，特别是经济应

用工作者,学习现代经济管理数学方法也很有用。

参加本教材编写的人员:(以姓氏笔画为序)

文郁(湘钢职大),江辉良、艾子兰(岳阳职工高专),易红(株洲市职大),罗萍萍(株洲汽车齿轮厂职大),罗桂兰(湖南省工业职大),赵俊哲(副教授)、尤美娟(湖南省二轻职大),唐治平(湖南省机械职大),涂德胜(副教授,湘潭市职大),徐国强(副教授,株洲硬质合金厂职大),郭志平(湖南铁合金厂职大),彭绍定(副教授,兵器工业职大江麓分校),蒋劲松(湖南省纺织职大),樊宇勋(副教授)、谭元发(湘潭电机厂职大)。

樊宇勋、赵俊哲、谭元发、郭志平、李德湘、涂德胜负责本教材的初改工作。

涂德胜、谭元发负责全书的再修改、编撰以及最后定稿工作。

本教材的编写得到湖南省教委、湖南科学技术出版社和湖南省成人高校高等数学协作组的大力支持和帮助。在此一并致以谢忱。

由于编写时间紧、编者水平有限,不当之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

1994年3月

目 录

第一篇 微积分

第一章 函数	(1)
§ 1.1 函数	(1)
§ 1.2 建立函数关系	(8)
§ 1.3 函数的特性	(12)
§ 1.4 反函数	(15)
§ 1.5 初等函数	(16)
§ 1.6 多元函数的概念	(24)
习题一	(26)
第二章 极限与连续	(30)
§ 2.1 函数的极限	(30)
§ 2.2 函数的连续性	(41)
习题二	(49)
第三章 导数与微分	(52)
§ 3.1 一元函数的导数	(52)
§ 3.2 一元函数的微分	(69)
§ 3.3 多元函数的导数	(74)
§ 3.4 微分学的应用	(81)
习题三	(106)
第四章 一元函数积分学	(111)
§ 4.1 不定积分	(111)
§ 4.2 定积分	(129)
§ 4.3 无穷区间上的广义积分	(137)

§ 4.4 积分的应用	(139)
习题四	(151)

第二篇 线性代数

第五章 行列式	(157)
§ 5.1 行列式概念	(157)
§ 5.2 行列式性质	(161)
§ 5.3 行列式计算	(167)
§ 5.4 克莱姆法则	(169)
习题五	(173)
第六章 矩阵	(175)
§ 6.1 矩阵概念	(175)
§ 6.2 矩阵的秩、初等行变换	(186)
§ 6.3 矩阵的分块运算	(194)
习题六	(198)
第七章 线性方程组	(203)
§ 7.1 解线性方程组	(203)
§ 7.2 线性方程组解的判断	(208)
习题七	(216)
第八章 投入产出方法初步	(219)
§ 8.1 投入产出表	(219)
§ 8.2 直接消耗系数	(224)
§ 8.3 完全消耗系数	(230)
习题八	(236)

第三篇 线性规划

第九章 线性规划的数学模型	(238)
---------------------	-------

§ 9.1 引言	(238)
§ 9.2 LP 问题的数学模型	(238)
§ 9.3 基本概念	(244)
习题九	(248)
第十章 图解法	(251)
§ 10.1 基础知识	(251)
§ 10.2 图解法	(253)
§ 10.3 几个结论	(257)
习题十	(258)
第十一章 单纯形法	(259)
§ 11.1 基本概念	(259)
§ 11.2 单纯形法(I)	(269)
§ 11.3 单纯形法(II)——两阶段法	(274)
习题十一	(283)
第十二章 对偶线性规划	(285)
§ 12.1 对偶线性规划问题	(285)
§ 12.2 对偶单纯形法	(293)
习题十二	(299)
第十三章 运输问题	(302)
§ 13.1 表上作业法	(302)
§ 13.2 图上作业法	(314)
习题十三	(323)

第四篇 概率论初步

第十四章 随机事件及其概率	(326)
§ 14.1 随机事件及其运算	(326)
§ 14.2 随机事件的概率	(332)

习题十四	(343)
第十五章 随机变量及其分布	(346)
§ 15.1 随机变量及其分布函数	(346)
§ 15.2 离散型随机变量	(348)
§ 15.3 连续型随机变量	(356)
§ 15.4 随机变量函数的分布	(364)
习题十五	(368)
第十六章 随机变量的数字特征	(371)
§ 16.1 数学期望	(371)
§ 16.2 方差	(376)
习题十六	(381)
第十七章 大数定律与中心极限定理	(383)
§ 17.1 大数定律	(383)
§ 17.2 中心极限定理	(386)
习题十七	(389)

第五篇 数理统计

第十八章 总体与样本	(390)
§ 18.1 基本概念	(390)
§ 18.2 常见统计量的分布	(393)
习题十八	(396)
第十九章 参数估计	(397)
§ 19.1 点估计	(397)
§ 19.2 区间估计	(403)
习题十九	(409)
第二十章 假设检验	(411)
§ 20.1 基本概念	(411)

§ 20.2 单个正态总体的假设检验	(414)
§ 20.3 两个正态总体的假设检验	(417)
习题二十	(421)
第二十一章 方差分析	(423)
§ 21.1 基本思想和概念	(423)
§ 21.2 单因素方差分析	(426)
习题二十一	(430)
第二十二章 回归分析	(432)
§ 22.1 一元线性回归	(432)
§ 22.2 可线性化的回归方程	(440)
习题二十二	(441)
附表 1 二项分布	(443)
附表 2 泊松(Poisson)分布	(445)
附表 3 正态分布	(449)
附表 4 正态分布的双侧临界值表	(451)
附表 5 t -分布的双侧临界值表	(452)
附表 6 χ^2 -分布的上侧临界值表	(454)
附表 7 F 检验的临界值(F_α)表	(456)
附表 8 检验相关系数 $\rho = 0$ 的临界值(r_α)表	(466)

第一篇 微积分

第一章 函 数

§ 1.1 函 数

一、变量与常量

我们在研究社会经济现象时,可以看到有些处于相对静止状态,有些则处于显著变化状态,这两种状态表现在数量上就分别为常量与变量。例如:考察某天某商品的经营过程,随着时间的流逝,营业额在不断增大,库存量时增时减,这里,营业额、库存量都是变化的;而销售单价、营销的固定成本等在一定时间内一般为固定的。概括地讲,在研究问题的过程中取值不同的量称为**变量**,取值相同的量称为**常量**。

常量与变量不是绝对的。例如,前面提到的销售单价,在某一段时间内为常量,但在较长时间中考察,却是一个变量。

通常用英文字母 x, y, z 等表示变量, a, b, c 等表示常量。

二、函 数

1. 函数的定义

社会经济现象中许多变量之间是遵循一定的规律互相依赖,互相制约的。

例 1 某商店出售韶峰牌电视机,单价 5280 元,则销售电视机的总收入 R 与销售量 q 有如下关系:

$$R = 5280q, \quad (1)$$

这里,有两个变量 R 和 q , q 的取值范围是 $q \geq 0$ 且为整数,当 q 在取值范围 $0, 1, 2, \dots$ 内取定某一数值时,由关系式(1)可知,总收入 R 有一个确定的数值与之对应. 例如, $q = 10$ (台) 时, $R = 5280 \times 10 = 52800$ (元).

例 2 某商店一年中各月份的销售额资料如下:

月份 t	1	2	3	4	5	6
月销售额 y (单位:千元)	13.259	14.576	10.471	8.295	9.443	6.520
月份 t	7	8	9	10	11	12
月销售额 y (单位:千元)	6.496	7.104	8.521	10.475	10.541	12.804

这里有两个变量 t 和 y , 月份 t 的取值只能是 $1, 2, 3, \dots, 12$. 每取定 t 的一个值(月份), 从表中便可唯一确定该月销售额 y 的值. 从表中也可看出一年中 1、2 月份销售额较大, 6、7 月份销售额较小.

例 3 某地区一天中气温 T 与时间 t 是两个变量, 该地区的气象站自动记录仪记录的某一天气温的变化曲线如图 1.1, 这条曲线表示了气温 T 随时间 t 变化的规律, 这里 t 的变化范围是 $0 \leq t \leq 24$, 在 t 的变化范围内, 每给定 t 一个值 t_1 , 就可以从图中唯一确定 T 相应的值 T_1 .

分析上面三个例子, 得出一个共同点: 所讨论的问题都包含着两个变量和一个确定的对应关系, 尽管对应关系的表达方式各有不同(如例 1 用解析式表示, 例 2 用表格表示, 例 3 用图形表示.) 但都表明了两个变量的对应关系. 当其中一个变量在某一

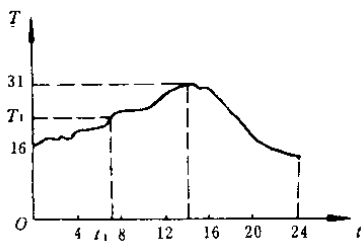


图 1.1

范围内取定一个数值时,由对应关系可确定另一个变量相应的值.两个变量间的这种对应关系,我们称为**函数关系**.

定义 1.1 设有两个变量 x 和 y ,如果对于变量 x 在它的变化范围 D 内所取的每个值,变量 y 按照某一对应规律总有确定的数值和它对应,则称变量 y 是变量 x 的**函数**,记为

$$y = f(x), \quad x \in D$$

x 称为**自变量**, y 称为**因变量**, x 的取值范围 D 叫做函数的**定义域**, y 的全体取值叫做**值域**.

函数记号 $y = f(x)$ 中的字母“ f ”,抽象地表示自变量 x 与因变量 y 之间的对应规律即函数关系,不要误为 f 乘以 x .

由例 1、例 2、例 3 可知,表示函数关系的方式常见的有三种:解析式(公式法),表格法,图像法。

例 4 函数 $y = 2x + 1$ 的对应规律是自变量 x 乘以 2 再加 1.

例 5 函数 $y = \lg 3x$ 的对应规律是:自变量 x 乘以 3 再取正切.

除了用 f 表示抽象的函数关系外,也可以用其它字母来表示函数关系,如 $y = F(x)$, $y = \varphi(x)$, $y = g(x)$ 等.尤其在同时

考虑几个不同函数时,不要用同一个字母 f 表示不同的函数关系,以免混淆.

2. 单值函数与多值函数

在某一变化过程中,每取定一值, y 有且仅有唯一值与之对应,则称 y 是 x 的**单值函数**.若自变量 x 取定某一值时,与之对应的因变量 y 相应取两个或两个以上的数值,称 y 是 x 的**多值函数**,例如, $y^2 = 2x + 1$.以后,如果不加特别说明,所有函数都是指单值函数.

3. 求函数值

定义 1.2 设函数 $y = f(x)$,当自变量 x 取定义域中的某一个定值 x_0 时,因变量 y 的对应值叫做当 $x = x_0$ 时的**函数值**.记作 $f(x_0)$ 或 $y|_{x=x_0}$,也可简单地用 y_0 表示.

例 6 设函数 $y = f(x) = x^2 - 5x + 6$,求 $f(0)$, $f(-2)$, $f(a+1)$.

解 $f(0) = 0^2 - 5 \times 0 + 6 = 6$.

$$f(-2) = (-2)^2 - 5 \times (-2) + 6 = 20.$$

$$f(a+1) = (a+1)^2 - 5(a+1) + 6 = a^2 - 3a + 2.$$

例 7 设 $\varphi(x) = e^x$,求证 $\varphi(a-b) = \frac{\varphi(a)}{\varphi(b)}$.

证明 $\because \varphi(a) = e^a, \varphi(b) = e^b, \varphi(a-b) = e^{a-b},$

$$\therefore \frac{\varphi(a)}{\varphi(b)} = \frac{e^a}{e^b} = e^{a-b} = \varphi(a-b).$$

4. 函数定义域的确定

(1) 定义域表示法

函数的定义域有几种表示法:(1) 集合表示法;(2) 不等式表示法;(3) 区间表示法.这里只介绍不等式表示法与区间表示法.

实数轴上某两点 a, b (设 $a < b$) 之间的全部点(亦即实数 $a,$