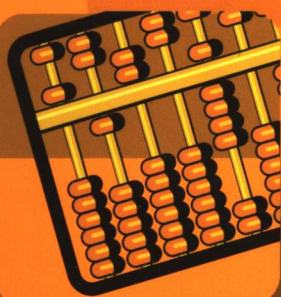




数量形式的经济学 与 经管科学

赵中奇 李 桃 著



清华大学出版社
<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>



北京交通大学出版社
<http://press.bjtu.edu.cn>



国家科学技术学术著作出版基金资助出版

数量形式的经济学 与经管科学

赵中奇 李 桃 著

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书以分布参数控制理论与方法讨论和研究了经济学和管理科学中的问题。从拓扑学的角度重新表述了经济均衡理论,定义了不同形式的均衡,并证明了各种均衡间的关系。书中用分布参数控制理论研究了最优化管理与定量决策等问题,提出了随机控制的极大值原理,给出了一类发展方程的解析解。对于复杂的分布参数和随机控制问题,给出了数值分析算法,并用具体实例验证了理论的合理性。

全书的特点是用分布参数控制理论与方法论证和研究了经管科学中的若干问题,使得经管问题的表述更加科学,处理更加方便、容易。

本书是一本经济管理领域硕士、博士研究生和科研人员研究经济均衡、经济控制、最优化管理、随机控制、预测及控制的不可多得的教材和参考书。

版权所有,翻印必究。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

(本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。)

图书在版编目(CIP)数据

数量形式的经济学与经管科学 / 赵中奇, 李桃著. — 北京: 清华大学出版社;
北京交通大学出版社, 2005. 2

ISBN 7-81082-131-8

I. 数… II. ①赵… ②李… III. 数量经济学 IV. F224.0

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2003)第 030196 号

责任编辑: 黎丹

出版者: 清华大学出版社 邮编: 100084 电话: 010-62776969

北京交通大学出版社 邮编: 100044 电话: 010-51686414

印刷者: 北京东光印刷厂

发行者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 170×228 印张: 15.25 字数: 290 千字

版 次: 2005 年 2 月第 1 版 2005 年 2 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-81082-131-8/F·15

印 数: 1~2 000 册 定价: 30.00 元

前 言

数量形式的经济学与经营管理学是近期兴起的新的热门研究领域。数量形式能使复杂的经济和经营管理理论的阐述通俗易懂,能使繁杂的经济和经营管理问题变得简洁明了,能使经济学和经营管理科学形式上统一起来,从而能更加方便地讨论和研究它们的共性和个体特征,更加有利于经济学与经营管理科学的理论研究与实际应用。本书应用分布参数控制理论和算子半群方法在此方面做了研究与探讨,把宏观经济中均衡理论和微观经济及最优经营管理问题用一个形式上相同的经管系统来描述。经管系统的状态方程是用一组偏微分方程或差分方程描述的,系统的控制变量是传统的生产函数。应用算子半群理论与方法给出了经管系统的最优控制问题的一般形式及状态方程的解,同时给出了解决相关问题时所涉及的和推证出的一些有用的方法。用分布参数控制理论与方法研究经济学与管理科学问题的文献并不多见,是具有原创意义的研究成果。全书的工作使数量经济学的研究上了一个更加高深的层次,这对我国经济学和管理科学的研究是大有裨益的。特别是对研究生教育,作为一本难得的参考书,对于开拓研究生和研究人员的思维空间、传递一种新的解决经管问题的思路和方法、提高研究生和科研人员的科研能力和水平具有很重要的积极意义。

全文内容安排如下。

第1章简要地综述了数学方法在经济学、经营管理学中应用的发展历程。

第2章应用分布参数控制理论与方法重新表述了动态经济均衡的有关概念及性质,论证了各种均衡间的相互关系。

第3章从控制论的角度证明了动态经济均衡方程的解的存在性和惟一性。

第4章考虑了离散动态经济的有关问题,给出了离散动态经济均衡的概念和性质,建立了经济行为特征的状态方程,以及最优经济行为与最优控制理论间的关系。

第5章应用自然映射方法把无限水平模型上的纯交换经济的动态均衡问题推广到具有厂商参与的生产和交换的动态经济之中,定义了Negishi经济均衡的概念,讨论了Negishi函数的光滑性,研究了均衡流形与自然映射的特性,证明了自然映射是光滑的指数为零的Fredholm映射,由此确定了其Brouwer度等于1,从而证明了动态经济均衡的存在性和惟一性。

第6章用经管系统解释和描述了经济与经营管理的最优化行为,建立了经

管系统的特征方程,给出了生产函数与特征方程间的关系,以及经管变换的确定方法。

第7章给出了经管系统分布参数问题的一般形式,并应用算子半群理论给出了几种典型方程的解的解析表示。

第8章研究了一般形式的随机控制问题,给出了随机最优控制应满足的必要条件,提出了求解一般随机控制问题的极大值原理,并与传统的动态规划方法进行了对比分析。

第9章简单介绍了无限维可分的 Hilbert 空间上的状态估计问题。

第10章给出了随机控制问题的有关数值算法。首先研究了一般随机控制问题的数值解法;其次讨论了一类不可微系统的求解方法;最后给出了分布参数控制问题的数值解法,以及算法的步骤和程序流程图。

第11章提出了一种新的回归分析方法,它可以处理观测数据是病态(复共线性)的问题,方法优于一般的最小二乘估计,给出了新估计方法的解的解析表达式。

第12章中讨论了定性问题的定量确定方法,先后提出了带有自调节功能的层次分析法、AHP的判断向量法、AHP的目标规划方法和多目标问题的非线性规划法,给出了有关算法的程序步骤和理论证明。

第13章讨论了上述方法在经济学和经营管理学中的应用问题。首先研究了汽车运输公司的最优经营管理问题,给出了最优控制的解析形式及其经济学解释;其次研究了随机生产计划问题,考虑了有限时间和无限时间两种情况,并给出了随机最优控制的闭环形式解,接着应用随机极大值原理研究了最优投资决策问题;最后分析研究了消费、储蓄、利率、利息税和工资收入间的关系。

本书的出版得到辽宁省重点开发项目“辽宁参与东北亚经济发展研究”(2001401013)的资助,在此深表感谢。数量形式的经济学和经管科学是一个新的研究领域,内容丰富精深,需要进一步研究的问题很多,希望本书的出版能起到抛砖引玉的作用。书中错误和不妥之处在所难免,敬请读者指正。

作 者
2004年12月

文中使用的符号

$a \in A$	a 是集合 A 的元素
$A \subset B$	集合 A 是集合 B 的子集
$A \cup B$	集合 A 与集合 B 的并集
$A \cap B$	集合 A 与集合 B 的交集
$A \times B$	集合 A 与集合 B 的直积
$A \setminus B$ 或 $A - B$	集合 A 与集合 B 的差集
$\emptyset$	空集
$\text{int} S$	集合 S (在给定拓扑空间中) 的内点集
$\text{cl} S$	集合 S (在给定拓扑空间中) 的闭包
$\mathbf{N}$	自然数集合
$\mathbf{N}_n$	自然数 $\{1, \dots, n\}$ 的集合
$\mathbf{N}_{0n}$	集合 $\{0, 1, \dots, n\}$
$\mathbf{R}$	实数集
$\mathbf{R}^n$	n 维 Euclid 空间
$\mathbf{C}$	全体复数集合
$\mathcal{H}$	Hilbert 空间
$\mathcal{L}(\mathcal{H})$	$\mathcal{H}$ 上的全体有界线性算子
∞	正无穷大或复平面上的无穷远点
$D(A)$	算子 A 的定义域
$R(A)$	算子 A 值域
$\rho(A)$	算子 A 的预解集
$\sigma(A)$	算子 A 的谱集
$R_\lambda(A)$	算子 A 的预解算子
$C^r(M, N)$	M 到 N 的 C^r 映射的集合
$\text{Diff}^r(M)$	M 到 M 的 C^r 微分同胚的集合
$B(x_0, \gamma)$	以 x_0 为中心, 以 γ 为半径的开球
$GL(l, D)$	l 阶对角矩阵集合
$\text{Orb}_f(x)$	f 过点 x 的轨道 $\text{Orb}_f(x) = \{f^k(x) \mid k \text{ 是整数}\}$
$(0, T)$	0 到 T 的开区间
$\{0, T\}$	0 和 T 组成的二点集

I	单位矩阵
$\mathbf{R}_+$	正实数集
$\mathbf{R}_{++}$	严格正的实数集
(x_i)	序列 $x_1, x_2, \dots, x_n, \dots, x_i \in \mathbf{R}^I \quad i \in \mathbf{N}$
$(x_i)_n$	向量组 $(x_1, x_2, \dots, x_n), x_i \in \mathbf{R}^I \quad i \in \mathbf{N}_n$
$\det A$	矩阵 A 的行列式
$[\cdot, \cdot]$	Hilbert 空间上的内积
$\cong$	近似等于
$*$	矩阵的极大乘积运算
$\#$	矩阵的极大极小运算
$\bigcirc$	矩阵的极小极大运算

目 录

前言

文中使用的符号

第 1 章 导论	(1)
1.1 数理经济学的启蒙	(1)
1.2 微积分的应用——数理经济学的产生	(2)
1.3 动态分析——数理经济学的发展	(3)
1.4 集合理论的应用——数理经济学的完善	(3)
1.5 线性规划与对策论	(5)
1.6 数理统计的应用——计量经济学	(5)
1.7 数学规划和经管决策的有效方法	(7)
1.8 多目标规划的数值解法	(8)
1.9 经管系统的最优控制	(9)
1.10 数量形式及经管系统发展和完善的有效途径	(11)
1.11 本书的工作	(12)
第 2 章 均衡理论的系统描述	(16)
2.1 均衡理论的发展概况	(16)
2.2 经济的动态均衡	(20)
2.2.1 基本符号	(20)
2.2.2 经济均衡的动态特征	(23)
2.2.3 经济均衡的状态方程	(24)
2.3 动态均衡及其相互关系	(30)
2.3.1 均衡消费与均衡生产	(30)
2.3.2 动态经济的生产行为与消费行为	(32)
2.3.3 总消费集与生产集上的消费与生产	(34)
2.3.4 资本积累的实物方程	(36)
2.3.5 经济的状态与状态方程	(37)
2.3.6 经济的超额需求状态方程	(39)
2.4 经济动态均衡的极大值问题	(39)
2.4.1 动态均衡的等价定义	(39)

2.4.2 均衡的极大值条件	(40)
2.4.3 经济 E 的动态均衡分析	(42)
2.5 本章总结	(45)
第3章 均衡方程解的存在性与惟一性	(47)
3.1 均衡价格方程的解	(47)
3.2 经济状态方程的解	(49)
3.3 经济 E 的水平集和相关经济行为	(53)
3.3.1 消费集合与生产集合及其关系	(53)
3.3.2 经济状态变换和水平集	(54)
3.3.3 水平集与经济行为	(55)
3.4 经济动态均衡的二次逼近	(57)
3.4.1 投影操作数与投影操作数方程	(57)
3.4.2 经济指针函数的分形插值	(58)
3.4.3 经济动态均衡的死循环控制	(61)
3.5 本章总结	(63)
第4章 离散动态经济系统	(64)
4.1 生产与消费及其相关概念	(64)
4.1.1 厂商和厂商的生产集合	(64)
4.1.2 消费者与消费集合	(66)
4.2 经济行为的表示	(68)
4.2.1 经济行为的状态方程	(68)
4.2.2 经济行为的数学描述	(71)
4.2.3 离散经济的动态均衡	(72)
4.3 均衡的极值条件	(74)
4.3.1 消费行为的极大值条件	(74)
4.3.2 厂商行为的极大值条件	(75)
4.4 本章总结	(77)
第5章 经济的动态均衡	(78)
5.1 基本概念	(78)
5.1.1 商品空间	(78)
5.1.2 效用函数与利润函数	(79)
5.1.3 经济的资源空间	(80)
5.2 均衡和 Negishi 方程系统	(80)
5.2.1 基本定义与概念	(80)
5.2.2 Negishi 函数的光滑性	(82)
5.3 均衡流形和自然映射	(85)

5.3.1	均衡流形	(85)
5.3.2	自然映射的光滑性	(86)
5.3.3	自然映射的真性	(86)
5.3.4	自然映射是指数为零的 Fredholm 映射	(87)
5.3.5	规范经济集合	(87)
5.3.6	自然映射度	(88)
5.3.7	均衡数及其确定	(88)
5.4	关于均衡的一个注释	(89)
5.5	本章总结	(89)
第 6 章	经管系统的行为特征	(90)
6.1	经管系统的概念与拓扑结构	(90)
6.1.1	经管系统的基本概念	(90)
6.1.2	经管系统的控制过程	(91)
6.1.3	经管系统的拓扑结构	(93)
6.2	经管系统的最优行为	(94)
6.2.1	基本概念与假设	(94)
6.2.2	经管系统的特征与特征变换	(94)
6.2.3	经管系统的最优行为	(95)
6.3	经管系统的特征方程	(97)
6.3.1	经管系统的状态方程	(98)
6.3.2	经管系统的生产函数	(99)
6.3.3	经管变换的数学与经济学解释	(100)
6.4	本章总结	(101)
第 7 章	经管系统的分布参数问题	(103)
7.1	经管系统最优控制问题的一般表述	(103)
7.2	经管控制的极值条件	(104)
7.2.1	空间坐标是一维情形下的极大值原理	(104)
7.2.2	空间坐标是时间的函数	(105)
7.3	经管系统的状态方程的解	(106)
7.3.1	算子半群的概念与性质	(106)
7.3.2	经管系统算子半群的构造	(110)
7.3.3	经管系统状态方程的解	(115)
7.4	投入是非光滑的经管系统	(117)
7.5	本章总结	(119)
第 8 章	经管系统的随机控制问题	(120)
8.1	随机经管控制系统	(120)

8.1.1 离散时间问题	(120)
8.1.2 连续时间问题	(121)
8.2 Bellman 方程	(122)
8.2.1 离散时间问题的 Bellman 方程	(122)
8.2.2 连续时间问题的 Bellman 方程	(123)
8.3 随机控制问题的一阶条件	(124)
8.3.1 Ito 随机微分方程与 Ito 微分法则	(124)
8.3.2 随机控制问题的一阶必要条件	(125)
8.4 随机控制的极大值原理	(129)
8.5 本章总结	(131)
第 9 章 算子半群与状态估计	(132)
9.1 基本概念	(132)
9.2 有限维商品空间上经管系统的状态估计	(134)
9.2.1 离散经管系统的状态估计	(134)
9.2.2 连续经管系统的状态估计	(136)
9.3 无限维商品空间上经管系统的状态估计	(139)
9.4 随机线性二次控制	(144)
9.5 随机最优控制与多目标投入产出分析	(145)
9.6 本章总结	(145)
第 10 章 最优控制问题的数值算法	(147)
10.1 随机最优控制问题的数值解法	(147)
10.1.1 随机控制的有关问题	(147)
10.1.2 随机线性二次控制问题的数值解法	(148)
10.1.3 一般随机控制问题的二次数值逼近方法	(152)
10.2 系统基本单元优化设计的数值算法	(159)
10.2.1 系统优化设计与不可微规划问题	(160)
10.2.2 系统基本单元优化设计的算法程序	(160)
10.2.3 算法的理论依据	(161)
10.2.4 算例的比较分析	(164)
10.2.5 关于成本最优设计的推断	(165)
10.3 分布参数控制问题的数值算法	(166)
10.3.1 分布参数问题的极大值原理	(167)
10.3.2 分布参数控制数值方法的理论基础	(167)
10.3.3 分布参数控制系统状态方程的离散化方法	(171)
10.3.4 分布参数控制问题的数值解法程序	(174)
10.4 本章总结	(177)

第 11 章 Z—回归分析	(178)
11.1 Z—回归分析的几何意义	(178)
11.2 Z—回归分析的概念与定义	(180)
11.3 相关的函数与集合	(181)
11.4 函数的基本性质	(183)
11.5 最佳估计的存在性	(185)
11.6 Z—回归模型的最佳估计	(190)
11.7 本章总结	(192)
第 12 章 经管系统变换的确定方法	(194)
12.1 层次分析方法简介	(194)
12.2 层次分析的次对角整数元素法	(195)
12.3 带有人工智能的自调节 AHP 方法	(196)
12.4 层次分析的判断向量法	(200)
12.5 层次分析的目标规划方法	(203)
12.6 多目标问题的非线性规划方法	(204)
12.7 本章总结	(205)
第 13 章 控制理论在经管系统中的应用	(207)
13.1 汽车运输公司最优经营管理问题	(207)
13.1.1 汽车运输经营管理的数学模型	(207)
13.1.2 汽车运输经营管理的最佳控制	(208)
13.1.3 汽车运输模型的经济学意义	(210)
13.2 随机生产计划问题	(211)
13.2.1 随机生产计划问题的数学描述	(211)
13.2.2 随机生产计划的最好控制问题	(212)
13.2.3 随机生产计划问题的解	(213)
13.2.4 无限时间区间上的随机生产规划问题	(214)
13.3 随机最好投资决策分析	(215)
13.4 消费与储蓄的有关问题	(218)
13.4.1 储蓄、消费、工资收入与利率间的关系	(218)
13.4.2 具体消费实例分析	(219)
13.4.3 随机消费与储蓄问题	(220)
13.5 本章总结	(223)
参考文献	(224)

第 1 章 导 论

经济学、经营管理学(简称为经管科学)是研究人类社会生产活动中经济关系与经营管理方法的科学。经济与经营管理系统(简称为经管系统)中决策变量与状态变量数量关系的研究,是现代经管科学研究中不可缺少的组成部分,是经管科学理论与方法产生、确证、完善与发展的重要研究手段。经管科学中变量的数量关系及有关理论与方法的研究,是不可缺少的认识手段和有力的辅助工具。马克思指出:“一种科学只有成功地动用数学时,才算真正达到了完美的境界”。数量化分析与数学理论在经管理论中应用的历史较长、范围广泛、作用也非常之大。20 世纪后半叶,经管问题的研究是以广泛地应用数学方法及控制理论模型为特征的。随着经济学与管理科学的发展与进步,数学方法与控制理论模型的地位也越来越重要,尤其是现代电子计算机出现以后,数学方法与控制理论更加深入地渗透到经管科学的各个方面,它与计算机的结合运用已经成为经管科学现代化不可缺少的理论基础和工具。

1.1 数理经济学的启蒙

经管科学史中,最先有意识地运用数学方法的当首推英国的 J. Gerlongt, 他于 1662 年在《对于同管理、宗教、贸易、空气、疾病和城市其他变化有关的死亡率通报的自然和政治方面的观察》一书中,运用简单的统计数字,分析、研究了人口死亡率和出生率、两性比率和平均寿命等问题。1690 年, V. Petty 的《政治算术》开创性地运用数字来表述问题,首次拟定了搜集统计数字的一些基本原则,运用有限的统计数字,对英国的国民财富做了推算。此后,做出特殊贡献的应当是法国重农学派的创始人 F. Kuinai, 1758 年他在《经济表》一书中第一次对社会总资本的简单再生产做出了说明,这可以说是经管科学史上的第一个宏观经济模型。数理经济学问世之前,应用数学方法的杰出代表应属法国的著名经济学家 J. Kornai。1801 年,他在《政治经济学原理》中提出了买主与卖主之间的价格方程,并且讨论了多个厂商生产的产品的定价问题,给出了多个厂商生产、且在生产各阶段买卖双方力量不等时的产品价格公式。对数学方法应用的卓越努力,使 J. Kornai 的经济学有了较完善的数量形式。

1.2 微积分的应用——数理经济学的产生

数理经济学(Mathematical Economics)是系统地运用数学符号、公式、图表与方法,研究和表述经济现象及相互关系与变化规律的一门经济学科。1838年,法国数学家、经济学家 A. Cournot 发表了《财富理论的数学原理研究》一书,揭开了经济学运用数学的新一页,提出了厂商理论和单个市场中厂商与消费者相互作用的理论,其基本假设是厂商选择最大利润的产出水平,同时研究、定义了完全竞争和垄断情形,对竞争市场中供求相等和买主有限的垄断问题也做了探讨。经济分析的历史表明,早在 18 世纪初期,就有了对数理经济学的贡献。1826 年德国数理经济学家 T. Herrych 和 V. Denon 发表的《孤立国》一书是把数学推理用于分析经济理论而又不拘泥于数量形式的典范,开创性地把微积分方法应用于经济管理学研究之中。另一位德国数学家戈森 1846 年在《人类交换规律及由此产生的人类行为准则的发展》一书中,提出了两个著名定律:戈森第一定律和戈森第二定律。

戈森第一定律就是著名的边际效用递减定律,它揭示了消费与效用间的关系,即当消费者的某种物品增加时,消费者的总效用是增加的,但增加的比例是递减的;当消费的商品增加到一定数量时,消费者所得到的总效用将减少,此时增加的效用称为边际效用,是负数。因此,边际效用是总效用的增量与消费量的增量的比率(的极限)。戈森第二定律是指消费者的收入是有限的,为了从有限的消费中得到最大的效用或快乐,消费者必须使其花费在每一种物品上的最后的一个单位货币所产生的效用相等。

19 世纪 70 年代之后,数理经济学经历了生机勃勃的创建时期。英国的经济学家 W. S. Jevons 1871 年在他的《政治经济学理论》一书中提出了著名的 Jevons 交换方程,创立和发展了边际分析法,得出了以充分自由竞争为前提的静态局部均衡理论。19 世纪末 20 世纪初,法国经济学家 L. Walras 在《纯粹政治经济学要义》一书中建立了充分自由竞争条件下的静态一般均衡理论,并将其应用到生产、分配和货币流通等领域,建立了类似的均衡理论模型,研究了竞争均衡的最优性,探讨了均衡的稳定性,对投入需求和产出供给理论也做出了贡献。意大利经济学家、社会学家 V. Pareto 1906 年的代表作《政治经济学教程》发展了 L. Walras 的一般均衡理论,使之摆脱了充分自由竞争条件的限制,成为适用于各种经济制度的真正一般均衡理论。此外,他还提出了序数效用理论,创立了无差异曲线和指数函数理论。

在此期间,边际效用理论是运用数学方法的基本手段,均衡理论是最重要的研究成果,它使数学方法得以渗透到经管科学研究的各个领域,奠定了数理

经济学得以充分发展的坚实基础。

1.3 动态分析——数理经济学的发展

19世纪20年代末期,西方资本主义国家普遍出现了严重的经济大萧条,席卷资本主义世界的经济危机否定了一般静态均衡理论,经济学家们不得不另辟蹊径,寻求新的解决问题的方法。于是研究的重心从微观领域转移到宏观领域,从静态分析转移到动态分析,并加强了行为分析。第二次世界大战的爆发使参战各国为了最有效地利用资源,加强了国家经济计划和控制。这一时期有影响的著名经济学家有 P. A. Samuelson, J. V. Neumann, O. Morgenstern, J. R. Hicks, K. J. Arrow, T. C. Koopmans, Allen 和 H. Hotelling 等。1947年美国经济学家 P. A. Samuelson 在《经济分析基础》一书中阐明了形式技术的作用,引进了静态与动态的对应原理,描述了这种理论和方法在生产和成本理论上的应用,给出了消费者行为理论所必需的约束极大值问题的处理。在福利经济学的分析过程中,完成了对静态极值的研究,讨论了动态系统、动态分析的基本定理和经济循环研究所引起的形式问题。这一时期数理经济学取得了丰硕的成果。首先,在消费理论方面, E. E. Slutsky 对效用最大化需求函数的性质做了全面的推断; J. R. Hicks, Allen 和 H. Wold 等人对效用函数的性质做了进一步研究; R. Frisch 对基数效用进行了公理化; P. A. Samuelson 提出了显示偏好理论; H. S. Houthakker 等人则对 P. A. Samuelson 的显示偏好理论做了深入研究;在均衡稳定性方面, J. R. Hicks 和 P. A. Samuelson 第一次对均衡的稳定性做了严格的讨论。其次,在资源最优配置方面,最优和次最优状态的描述成为福利经济学的一部分, H. Hotelling, A. Bergson 和 J. R. Hicks 先后对这方面的成就做了概括和总结; F. P. Romansaa 首先研究了整个时间上的最优化问题; H. Hotelling 专门研究了可耗竭资源的最优配置问题。

1.4 集合理论的应用——数理经济学的完善

20世纪30年代,数理经济学取得了迅速的发展,集合论、线性规划、对策论和拓扑学等被广泛地应用到数理经济学的研究之中,对原有理论进行了重新的阐述和检验,弥补了原有理论的缺陷,加强了原有理论的动态性和一般性,开拓了经济学研究的新领域,导出了新的经济理论。

把集合论应用于数理经济学的研究中,贡献较大的著名经济学家有 K. J. Arrow, G. Debreu, L. W. McKenzie, S. Kakutani, D. Gale, H. Nikado 等。1950年夏季, K. J. Arrow 在“数理统计和概率论伯克利会议”上, G. Debreu

在“计量经济学哈佛会议”上,运用凸集理论和方法,分别探讨了福利经济学中的两个重要理论。第一个理论断言如果经济的主体人相对于给定的价格向量是均衡的,则经济状况是 Pareto 最优的。第二个理论提供了更深刻的经济学观点,该理论断言:与一个经济的最优状态相对应,存在一个使全部主体人处于均衡的价格向量 p 。这比自 V. Pareto 以来传统采用微积分方法处理这个问题更具有普遍意义。1953 年, G. Debreu “关于社会均衡的存在定理”的论文是一般均衡理论问题中最有效地应用不动点方法中的一个。对于均衡的最优性, K. J. Arrow 在《社会选择和个人价值》一书中, G. Debreu 在 1951 年和 1954 年发表的两篇论文中都利用集合论和凸集方法做了重新研究。K. J. Arrow 和 G. Debreu 1954 年合撰的论文《竞争经济均衡的存在性》表述了现代一般均衡分析的标准构架,并提供了此构架内均衡存在性一种一般且有力的证明。一般地,可以认为经济均衡价格向量应当是局部惟一的。为建立这个定理, G. Debreu 在数理经济学中引入了微分拓扑方法。1972 年, N. C. Dalkey 表述了均衡问题中全局惟一性一般且简洁的条件,采用的是 G. Debreu 引入的方法。

在消费者理论方面, G. Debreu 和 J. T. Retter 等人对效用理论,尤其是序数效用理论的假设关系做了进一步的公理化。J. V. Neumann 和 O. Morgenstern 等人对不确定选择之间做出选择的效用理论也进行了公理化。一般都认为 G. Debreu 关于偏好次序关系和效用表示关系的论文是这方面的经典文献,它叙述了偏好次序关系必然被效用函数表示的基本拓扑条件,这是对早期微积分条件的重要改进。G. Debreu 还考虑了适合于均衡分析的效用和需求理论基础,讨论了效用函数的光滑性和可微性、无差异面和效用函数等的精确数学关系。在超需求方面, H. Sorenson 在 1972 年提出了效用理论位于总需求行为上的有关约束问题。从个体效用最大化导出的需求函数,必然服从 Slutsky 条件的约束。至于是否存在制约总需求函数行为的类似条件, H. Sorenson 和 Montor 给出了一系列部分答案。1974 年, G. Debreu 在相当一般的意义上解决了这个问题,证明了对总需求函数不存在这种约束。这是一个非常好的反论,它是一般均衡分析中例子和反例的一个很有用的来源。

G. Debreu 1959 年的《价值理论》是 20 世纪经济学的经典著作之一,它提供了一般经济均衡理论最简洁、最优美的表述,达到了遵循 L. Walras, V. Pareto 以及 A. Smith, D. Ricardo 和马克思传统的最高峰。K. J. Arrow 认为,该书在运用现代集合论方面的作用可与 J. R. Hicks 的《价值与资本》、P. A. Samuelson 的《经济分析基础》在运用古典微积分时期的作用相匹配,把集合论的运用推向了一个新的高潮。

1.5 线性规划与对策论

20 世纪 50 年代, 线性模型进入了许多经济研究领域, 并取得了很大的发展, 线性方程组和线性不等式组基本取代了以前的以边际主义理论为基础的偏微分方法的利用。J. V. Neumann 和 O. Morgenstern 的《博弈论与经济行为》宣告了经济理论发生的一次深刻而广泛地转变。此后, W. Leontief 的投入产出分析、P. A. Samuelson 的《经济分析基础》、T. C. Koopmans 关于生产活动的分析、Dantzig G. B. 的单纯形法, 都是经常讨论的课题。而此时期线性规划的应用应归功于 G. B. Dantzig 的努力。R. Dorfman, P. A. Samuelson, M. R. Solow 合著的《线性规划与经济分析》和 D. Gale《线性经济模型理论》两本书, 使线性规划方法得到了充分的运用, 两书也讨论了一般均衡的线性模型和线性增长模型。1953 年, E. Malinvand 提出的资本积累模型, 使线性规划的应用问题有了根本性的发展。J. V. Neumann 和 O. Morgenstern 合著的《对策论与经济行为》和 J. F. Nash 1950 年的《 n -人对策中的均衡》是对策论的应用和根本性的发展。

1.6 数理统计的应用——计量经济学

计量经济学(Econometrics)一词是瑞典经济学家 R. Frisch 于 1926 年依照计量生物学(Biometrics)一词创造出来的。计量经济学是经济学的一个分支, 它用数学和统计学方法, 研究计量经济关系及经济行为的内在联系, 它是由经济学、数学和统计学形成的三位一体的新学科, 即计量经济学是把经济学关于经济关系和经济行为的学说作为理论前提, 建立经济结构的数学模型, 然后收集统计资料, 运用数理统计方法, 计量经济关系, 用计量结果验证或修正作为理论前提的经济学说, 以便确定经济行为中的数量规律, 为解释历史情况、判断现实和预测未来服务。

19 世纪 20 年代末期, 席卷资本主义社会的经济危机使西方经济学界长期奉行的自由放任主义的传统观点不攻自破, 迫使经济学家们另辟蹊径, 为医治西方资本主义“经济病”提供新的处方。正是在这种情况下, 荷兰学者 J. Tinbergen 毅然放弃了自己钟爱的物理专业, 转向经济研究。1930 年, 他邀请世界各国的著名经济学家, 在美国成立了计量经济学会, 并从 1933 年起定期出版《计量经济学》杂志, 促进了经济学、统计学与数学的结合, 推动了计量经济学的研究。当时西方经济学的巨头 J. M. Keynes, R. A. Fisher 和 D. R. Hansen 等人都参加了这个学会。J. Tinbergen, 美国经济学家 H. Schulze 和意