

经济数学 模型论

MATHEMATICS IN ECONOMICS

LiBojing

LiBojing LiBojing
LiBojing

PDG

扉页首语

唯有数学模型本身才能允许智能活动机械化和自动化。迄今尚无任何可使人的智能增强的有效手段，而只能通过使用模型和借助计算机操作模型来实现这一点。

前 言

从八十年代初开始，国内区域发展规划模型技术的研究取得了一定的成绩。北京、上海、辽宁、湖北和湖南等地的研究单位和实际部门深入探讨了区域综合发展规划模型系统总体设计的思想、原则和方法，提出了不少好的模型和模型综合体。这些研究成果均在国家课题《县级综合发展规划规范化研究》[(87)国科(策软)字011号]和《软科学规划方法与管理研究》[(87)国科(策软)字051号]中已作了较为详尽的反映。为了更好地总结在编制区域综合发展规划时应用模型技术的经验和成果，从经济数学科学的角度探讨、研究区域综合发展规划模型体系的理论和方法论，湖南省科委于1988年12月31日向作者下达了《区域规划模型技术总体研究》的课题，本书就是经过二年多努力，三易其稿所得的最终科研报告。

全书共分四章，第一章为经济数学简述。第二章为经济数学模型研究。第三章为经济数学模型分论。第四章为经济数学模型综合体。

在课题研究的过程中，学习和参考了不少同志的研究成果，这些均在书末参考文献中有所反映，在此谨向作者致谢。

在本书的完成过程，作者特别要感谢侯振挺教授、魏力仁教授给予的多方指导。

序 言

读完李伯经同志著《经济数学模型论》以后，心中有三点体会。

这本著作是《区域规划模型技术总体研究》科研课题的总结，材料来源于他自己的工作、他的同事的工作、他的同行的工作；来源于多年来他自己、他的同事、他的同行艰难经济数学建模的实践体会，读起来令人有真实亲切之感。

其次，把多年来追求构建合乎国情的经济数学模型的经验总结一下，从理论上得到提高，并为后继工作者提供方便，很有价值。那怕挂一漏万，也有抛砖引玉的作用。

第三点是，该书文字语言表述与数学符号语言安排得当。我总主张数理经济学的论文应争取更多的经济工作者为自己的读者。该书是做得较好的。

鉴于上述理由，此书值得一读，并乐为之序。

侯振挺

1991.5.8

目 录

第一章 经济数学简述	(1)
第二章 经济数学模型研究	(6)
§ 1 经济数学模型	(6)
—概念·功能·建模·评价—	
一. 经济数学模型的概念	(6)
二. 经济数学模型的建构	(9)
三. 经济数学模型的功能	(11)
四. 经济数学模型的评价	(17)
§ 2 经济数学模型与计划经济	(20)
一. 概论	(20)
二. 三种基本模型	(24)
三. 分级模型系统	(26)
四. 华罗庚模型及其在计划经济中的应用	(29)
§ 3 经济数学模型与市场经济	(29)
一. 概论	(29)
二. 消费品需求的数量分析	(30)
三. 线性生产模型的经济分析	(37)
§ 4 经济数学模型与区域经济	(38)
一. 概论	(38)
二. 模型的建立	(39)
三. 分析	(43)
四. 控制	(48)

第三章 经济数学模型分论	(55)
§ 1 经济增长的经济数学模型	(57)
§ 2 含经济波动的经济增长模型	(90)
§ 3 货币供应量的经济数学模型	(68)
§ 4 商品生产总量的经济数学模型	(79)
§ 5 线性生产经济数学模型	(82)
§ 6 劳动力状态结构演变的经济数学模型	(91)
§ 7 农业劳动力非农转移的经济数学模型	(96)
§ 8 再生资源管理的经济数学模型	(106)
第四章 经济数学模型综合体	(128)
§ 1 黄淮海经济数学模型综合体	(128)
一. 建模前分析.....	(129)
二. 建模准则与模型结构.....	(133)
三. 数学模型.....	(136)
四. 模型分析.....	(143)
§ 2 华罗庚经济数学模型综合体	(143)
一. 华罗庚模型的主要结果.....	(144)
二. 华罗庚模型的经济涵义.....	(145)
三. 华罗庚模型的改进.....	(149)
四. 引进随机因素的华罗庚模型.....	(153)
五. 华罗庚模式的总体结构.....	(162)
§ 3 汉寿经济数学模型综合体	(164)
一. 建模背景.....	(164)
二. 模型的设计.....	(166)
三. 结构框图.....	(173)
四. 数学模型.....	(174)
§ 4 湖南经济数学模型综合体.....	(180)

一. 建模的指导思想和基本原则.....	(181)
二. 建模原理和模型的选择.....	(183)
三. 模型体系概况.....	(184)
四. 数据说明和模型的测算结果.....	(190)
§ 5 新疆经济数学模型综合体.....	(194)
一. 模型与模型体系.....	(194)
二. 模型目的.....	(196)
三. 模型总体结构.....	(197)
四. 模型的应用.....	(200)

附录(译文)

一. 经济数学方法.....	(211)
二. 经济数学模型.....	(213)
三. 苏联对济经数学的研究.....	(216)
四. 线性动态规划问题的单纯形算法.....	(220)
五. 技术发明与引进过程相互关系的变化模型.....	(213)
六. 发展电子计算技术的社会哲学问题.....	(251)

第一章 经济数学简述

经济数学是概括经济学和数学两个学科的总的名称，是一门跨经济科学与数学科学的边缘学科。

随着我国国民经济的发展和四个现代化的需要，有力地推动了经济数学科学的发展，使社会各方面对经济数学越来越重视，不少综合性大学和所有财经院校均开设了属于经济数学范畴的课程，经济数学科研机构 and 科研园地也不断建立和发展，并取得了一批丰硕的成果。

经济数学以经济数量关系作为自己专门的研究对象，其特点是：用数学方法和计算技术，尤其是现代数学方法和电子计算机作为重要工具来研究各种经济数量及其联系、变化的规律，寻求经济问题的合理的数量界限。

研究表明，经济数学的基本理论是运筹学、概率论、数理统计学、数理系统方法等，因为它们不仅是学习其它经济数学分支的基础，而且在经济中应用十分广泛，而经济数学的具体学科分别是：

经济计量学（运用数学和统计学分段研究经济现象和经济过程的数量方面的学科）

经济控制论（把控制论的一般定律运用于研究经济现象和对经济过程管理的学科）

数理经济学（用数学符号表示经济理论的学科）

经济信息论（研究经济信息的实质及其应用的学科）

数量经济学（在马克思经济理论的指导下，从数量上研究物质资料生产、交换、分配、消费等经济关系和经济活动规律及其

应用的学科)。

经济予测学(研究具有质与量性质的一整套科学研究活动,揭示国民经济发展趋势,并寻求达到这种发展目标的最佳途径的学科)。

经济数学在经济中得到了愈来愈广泛的应用,图1—1对此进行了简要的描述。

参 考 文 献

- [1] 华罗庚 计划经济大范围最优化的数学理论(I)-(II).《科学通报》.1984年第12期—1985年第24期
- [2] 华罗庚 华苏.具有二正特征矢量的实方阵的研究《数学 通》1985年第8期
- [3] 王毓云 黄淮海平原农业资源时空开发配置数学模型《系统科学与数学》1988年第8卷第3期
- [4] 涂西畴 陈作昭 区域规划的经济理论《系统工程》1988年专辑第4号
- [5] 涂西畴 魏力仁 蔡海涛 大范围经济系统中马克思经济理动的数学表述(I)()《经济数学》1986年总第3期
- [6] 涂西畴 区域经济理论研究中的十大关系《系统工程》1988年专辑第4号
- [7] 王浣尘 周斯富 苏康 社会经济模型体系《系统工程理论与实践》1986年第1期
- [8] 国家科委政策局 软科学规划方法与管理《系统工程》1988年专辑第4号
- [9] 汪 浩 李希平 论区域规划中的模型系统—常德地区社会经济规划中模型庚总体设计《系统工程理论与实践》1987年第2期
- [10] 吴健中等 新疆宏观社会经济模型—SO简介《系统工程》1986年第6期
- [11] 吴健中等 系统动力学的建模《系统工程》1985年第2期
- [12] 吴健中等 新疆社会经济发展的若干制约因素之探讨—新疆宏观社会经济模型SO应用之一《系统工程》1986年第1期
- [13] 魏力仁 汉寿县总体规划模型的数学结构《高校应用数学学报》1984年第2卷第1期
- [14] 魏力仁 李伯经 袁桓 就业结构状态演变模型与辨识《财经理论与实践》1990年第5期
- [15] 魏力仁 汉寿县经济发展规划的总体结构的系统动力学模型《系统工程》1987年专辑第2号
- [16] 魏力仁 动态经济系统的决策过程《经济数学》1984年总第4期
- [17] 魏力仁 米天林 李伯经 关于线性生产模型的几点注记《湖南财经学院学报》1982年第3期
- [18] 汉寿县1985—2000年经济社会科技发展规划鉴定意见《经济数学》1986年总第3期

- [19] 乌家培 周方主编 经济模型及其应用 经济科学出版社 1989年12月
- [20] 张钟俊 王翼 控制理论在管理科学中的应用 湖南科技出版社 1984年12月
- [21] 林恩武 宏观经济模型的数学方法 福建人民出版社 1985年6月
- [22] 李运奇 金融机制仿真模型初探《系统工程理论与实践》1987年第7期第1卷
- [23] 王宏昌 控制论与社会经济现象《数量经济技术经济研究》1985年第11期
- [24] 葛伟 关于区域科学研究的一些问题《数量经济技术经济研究》1986年第7期
- [25] 刘醒夫等 湖南经济科技社会发展规划(1992|2000年) 湖南科技出版社 1990年
- [26] 袁桓 县城经济规划中自然资源管理的几个经济数学模型《系统工程》1988年专第4号
- [27] 袁桓 市场货币需要量公式中的商品数量计算公式的研究《经济数学》1987年专刊
- [28] 袁桓 大范围计划经济数学模型中消 系数的扰动对最优生产速度的影响《经济数学》1985年总第2期
- [29] 袁桓 森林经济时期调节控制模型及其应用实例《生物数学学报》1988年
- [30] 王毓基 高德思 李伯经等 县级综合发展规划规范化研究 1988年
- [31] 王毓基 向元望等株洲市经济科技社会发展规划总体模型《系统工程》1986年第6期
- [32] 任善强 数学模型 重庆大学出版社1987年
- [33] 姜启源 数学模型 清华大学应用数学系1988年
- [34] 西北大学经济管理研究室等 经济数学模型1982年
- [35] A·B·鲁舍夫斯基 K·H·什维洛夫 经济数学规划与模型 基辅《高等学校》出版社联合公司总出版社 1979年
- [36] A·B·科鲁舍夫斯基 经济数学模型与方法手册
- [37] И·N·洛帕特尼科夫 简明经济数学辞典莫斯科《科学》出版社 1979年
- [38] 李伯经 华罗庚模型在区域规划中的应用《优选与管理科学》1988年第1期
- [39] 李伯经 区域规划的经济数学分析《系统工程》1988年专第4号
- [40] 李伯经 大范围计划经济数学模型中的生产危机问题 《湖南科技大学学报》1986年第1期
- [41] 李伯经 区域规划经济数学模型综合体《软科利规划方法与管理》1988
- [42] 李伯经 李庆高 曹克明 线性规划及其经济分析 中国金融出版社 1989年
- [43] Colin W·Clark Mathematical Bioeconomics Theimal Hamagomment of renewable resources new Yoyk 1976.

- [44] Suresh P. Setni, Gorald L. Thompson: Optimal Control Theory Application to Management Science 1981.
- [45] 李伯经 汉寿县渔业管理的经济数学模型《系统工程》第4卷第1期 1986
- [46] 李伯经 淡水渔业养殖理论的数学模型《经济数学》1985.
- [47] 王毓基等 区域规划系统工程 湖南大学出版社 1985
- [48] 陈木法 计划经济的最优化(待发表)
- [49] 汪浩、胡梅魁等 常德地区经济科技社会发展模划系统工程研究 常德地区规划委员会、湖南省系统工程学会 1987
- [50] 高汝燕等 上海市宏观经济模型及其应用复旦大学管理学院 1986
- [51] D·G·鲁恩伯杰 社会动态系统引论 上海科技文献出版社 1985
- [52] 宋健、于景元 人口控制论 科学出版社 1985
- [53] 李楚霖、林少官 微观经济的数理分析导引 华中工学院出版社 1985
- [54] P. 霍尔 城市和区域规划 中国建筑工业出版社 1985
- [55] 魏力仁 大范围经济系统分析折中的叠突变模型 1987
- [56] 中国系统工程学会 发展战略与系统工程学术期刊出版社 1987
- [57] 王正中 系统仿真技术 科学出版社 1986
- [58] 小 阳一等 系统动力学模型集 北京现代管理学院 1985
- [59] 邹至庄 用控制方法进行计量经济分析 中国友谊出版社 1987
- [60] M·曼内斯库 经济控制论 中国展望出版社 1986
- [61] 乌家培、张守一 投入产出法在中国的应用山西人民出版社 1985
- [62] 王慧炯、李伯溪 “2000年的中国”的系统研究和结论 系统工程理论与实践 1986. 2
- [63] 董泽清 马尔可夫决策规划综述《经济数学》1984. 1
- [64] 刘文斌 有约束的多目标优化问题《经济数学》1986. 1
- [65] 李庆高 功能分析、结构优、方案评价—数学模型在县级发展规划中的应用《经济数学》1986. 1
- [66] 江海云 省级能源子测数学模型《子测》1987. 3
- [67] 魏力仁、袁桓、李伯经 农业劳动力的非农业转移的建模及其可辨识研究《系统工程》1991. 3.
- [68] 李伯经 经济增长的经济数学模型《系统工程》1991专辑
- [69] 贺菊煌 应用数量经济学经济科学出版社 1989
- [70] Экономика и Математические Методы Академия Наук СССР

第二章 经济数学模型研究

如前所述，数学在经济中得到了广泛的应用，但现实世界运用数学的困难，首先在于数学往往依靠一种特殊的抽象，例如数、线、图形、字母等。为了使数学方法适用于分析现实的事物，必须使这些事物首先表现为数学对象的形式，也就是先把别的科学的语言“翻译”为数学语言，这种程序称为数学形式化。在自然科学中，这个过程并不困难，甚至运用直观方法就可以使现实对象数学形式化。数学对象模拟自然界对象是比较精确的，而经济科学研究的对象十分复杂，以往的方法已经不够了，在数学和现实对象之间，必须有一个桥梁，一个中间环节，这就是建立模型，以便对给定的对象进行结构分析和数学运算。

§1 经济数学模型

—概念·功能·建构·评价—

一、经济数学模型

什么叫物质？物质是标志客观实在的哲学范畴，这种客观实在是人感觉到的，它不依赖于我们的感觉而存在，为我们的感觉所写复、摄影、反映，简要地说，物质就是人感觉到的客观实在。

什么叫模型？模型是用来描述物质世界的简化或其部分属性的模仿，是现实事物的一种纯化反映。为此，利用模型来研究物质世界时，被研究的不是原来事物的本身，而是代替它的相似

的替身，是对那些要研究的特征的抽象。从本质上说来，模型是人们对客观世界认识的一种表示，通过对现实世界的观察、获得概念、形成认识，再把这些认识用某些信息载体表达出来，就形成模型。下面的图2—1表示了把现实世界模型化的过程。

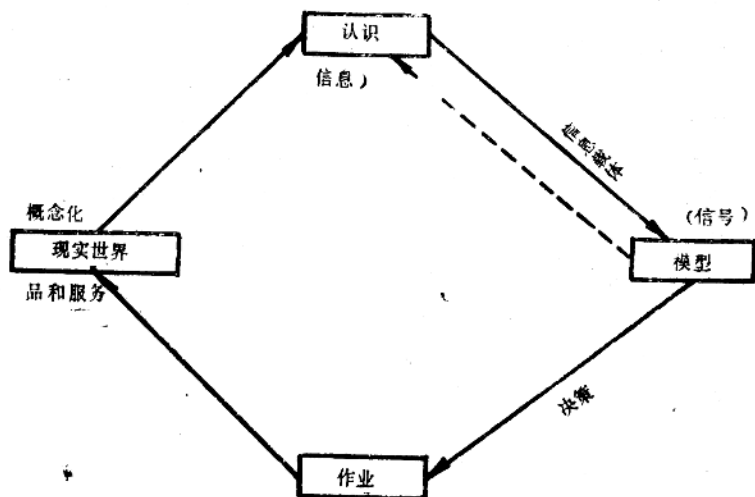


图1-2 模型化过程

但是，模型不是现实世界本身，不能等同于现实世界。模型不能完全表达现实世界的一切特征，只能表达它的主要特征，特别是表达我们最需要知道的那些特征。因此，从这个意义上讲，模型又优于现实世界，因为模型能更深刻更集中地反映客观事物的主要特征和规律。通过上面的讨论可以看出，模型具有如下三个特点：

- ①是实际系统的一部分抽象；
- ②由那些与分析的问题有关的因素构成；
- ③体现了有关因素之间的关系。

模型可分为实物模型和理想模型两类。实物模型是由原型按

一定比例缩放构成，具有原型的物理性质或其它性质。理想模型是为了便于研究而建立的一种高度抽象的绝对理想形态，是对客观真实事物的一种纯化反映。作为抽象思维的结果，理想模型在现实世界中是不存在的。这正如数学中没有大小的“点”、没有粗细的“线”、没有厚薄的“面”一样，但它们在科学研究中却都具有十分重要的意义，是解决复杂问题的有效工具。

理想模型可以是概念模型，也可以是数学模型。数学模型最常用，其特点是它的高度抽象性、精确性以及易于修改变动、易于发展扩充、投资少、时间短等等。数学模型按照它反映系统中的特征，可分为结构模型和数量模型。结构模型是反映系统中各组成部分或各因素之间关系的模型，也就是结构的图形或数学表示。数量模型是反映系统中各组成部分或各因素之间的数量关系的模型。数量模型按照系统中变量之间影响或变化的确定与否、明晰与否又可分为确定型模型、随机型模型，按照系统运动状态还可分为静态模型和动态模型等。本书主要研究数学模型。

就一个模型而言，所研究的客体可划分为三部分：

1. 其影响微不足道的事物；
2. 可以影响模型，但其性状不是模型所要研究的那些事物；
3. 其性状是这模型打算研究的那些事物。对于第二类以常数、参数等表达，是外部的，称作外生变量（也称输入变量或自变量）、对于第三类即模型要解释的事物，称作内生变量（也称输出变量、决策变量或因变量）。

在设计模型时，正确区分可忽略的、输入和输出这三种类型的量是重要的。如果不应忽略的事物被忽略了，这模型就无用；如果考虑的事物太多，得到的模型将会复杂得令人失望，并可能需要多得难以置信的数据。有时模型设计者担着风险忽略掉一些事物，那并非因为他认为这些事物无足轻重，而是因为他不能处

理它们，并希望略去之后，不会使模型失效。

变量的定义及其相互关系构成了模型的假设，然后我们利用模型作出结论（也就是作出预测），这完全是一个演绎过程：如果假设正确，结论必定也是正确的。所以，一项错误的预测意味着这模型在某些方面是不正确的。

经济数学模型是所研究的经济过程或经济对象的数学描述，是经济研究的重要工具。它们用来分析经济过程，对经济的所有环节和所有水平进行预测和计划，直到对整个国家经济发展进行计划，特别是远景计划。可以把经济数学模型划分为两大类：第一类为主要反映计划的生产方面的模型，如经济发展综合指标的长期预测模型、国民经济计划的部门联 模型、部门的最优计划模型和生产布局模型以及各部门生产结构最优化模型；第二类为主要反映计划的社会方面的模型。如：居民的收入和消费模型；人口过程的预测和计划模型等。经济数学模型的重要性质是它们可用于各种不同的、初看起来互相不相似的情况。现实经济系统与经济数学模型的关系如图2-2所示。

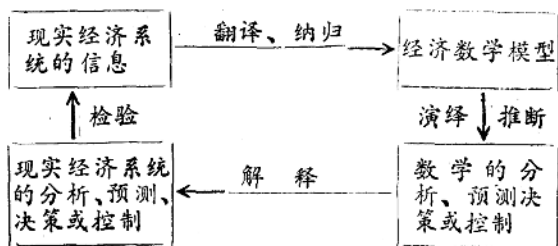


图2-2 经济系统与经济数学模型的关系

二、经济数学模型的建构

如前所述，模型是为了简化研究而构造出来的研究对象的假定性形象，建立模型是认识客体的重要方法，模型的构造过程必须符合认识的客观规律及其认识的阶段性。认识是建构的观点为

模型的建立，特别是为复杂的社会经济系统模型的建立提供了正确的途径，由此，我们可以归纳出模型建立的一般步骤：

1°模型准备

这里，我们首先要明确建模的主要目的：

用模型来模拟一个系统？

用模型来评价一个系统？

用模型来优化一个系统？

用模型来简明地描述一个系统？

模型的结果用于什么方面？

谁来使用模型和它的结果？

模型在怎样的时间标度上使用？

.....

同时，要定义问题的参数（包括：目标、变量、约束和其它对建立模型被认为是重要的因素）和收集信息，而有关数据是问题中主要信息的综合。

2°模型假设

现实问题错综复杂，涉及面广，必须先将问题理想化、简单化，要认真讨论模型的“深度”。所谓模型的“深度”就是模型表达系统的详细程度，诸如变量的个数、约束条件的个数等。通常有一种错误观念，认为模型愈“深”（换句话说，模型愈大、愈精细、愈复杂），模型就愈好。情况恰恰相反，高度“深”化了的模型，可能是一堆乱七八糟的假设和一些不精确的东西，这种模型导致的结果毫无意义或者根本不能解。同样，如果在模型中仅表现少量的指标因素和条件，那么它与经济过程不相符，其解也可能远离现实。因此，建立模型时，必须考虑最重要的因素和条件，这样模型就能更充分地反映实际的经济过程，有利于实际应用。为此，应给予必要的假设，不同的假设会得到不同的模型。如果假设合理，则模型与实际问题的比较吻合；如果假设不合