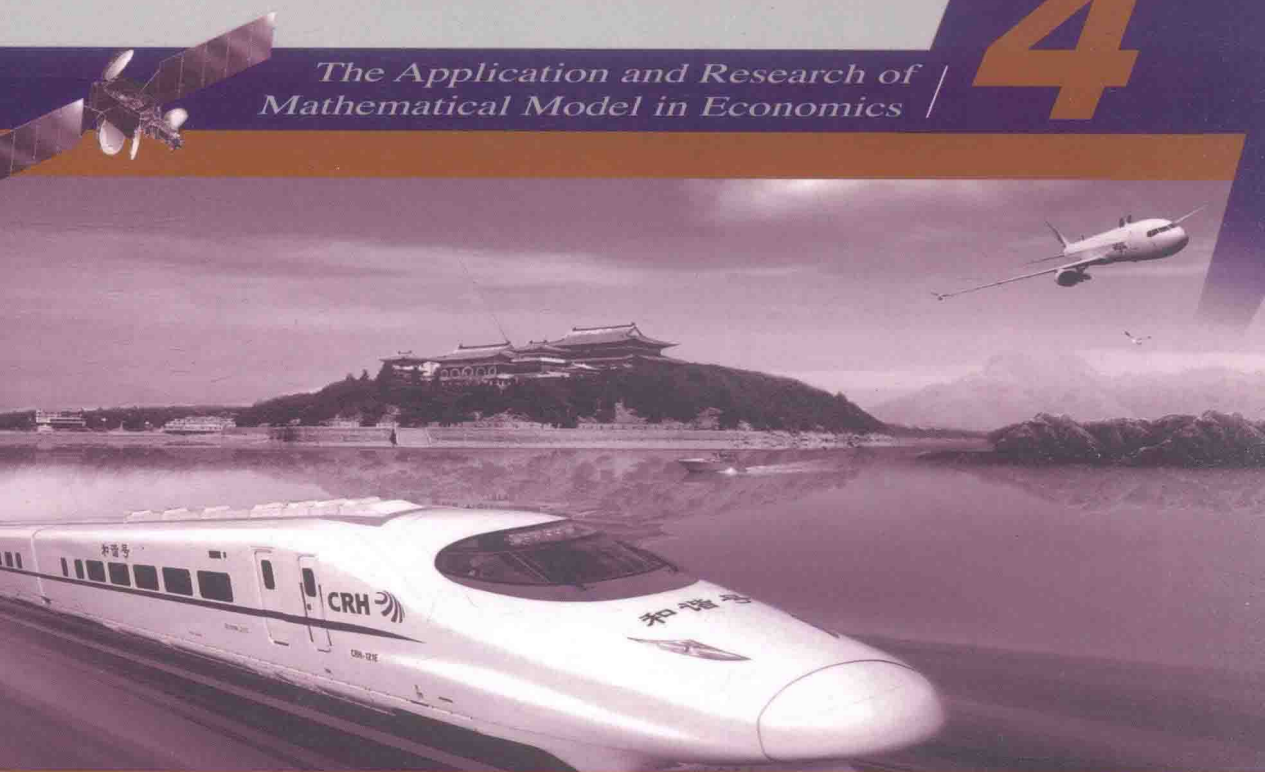


数学模型在经济学的 应用及研究

杨东方 王凤友 编著

*The Application and Research of
Mathematical Model in Economics*

4



 海洋出版社



陕西国际商贸学院学术著作出版基金资助出版

数学模型在经济学的应用及研究(4)

The Application and Research of Mathematical Model in Economics(4)

杨东方 王凤友 编著



海洋出版社

2017年·北京

内 容 提 要

通过阐述数学模型在经济学的应用和研究,量化地展示经济系统中各种影响经济的指标因子和经济因子的变化过程,揭示经济系统的规律和机制以及其稳定性、连续性的变化,使经济数学模型在经济系统中发挥巨大作用。在科学技术迅猛发展的今天,通过该书的学习,可以帮助读者了解经济数学模型的应用、发展和研究的过程;分析不同领域、不同学科的各种各样经济数学模型;探索采取何种数学模型应用于何种经济领域的研究;掌握建立数学模型的方法和技巧。此外,该书还有助于加深对经济系统的量理解,培养量化研究经济系统的思维。

本书主要内容为:介绍各种各样的数学模型在经济学不同领域的应用,如在均衡理论、效用论、生产理论、市场理论、分配理论、微观经济政策、国民收入核算、国民收入决定、失业与通货膨胀、开放经济理论、经济周期、经济增长理论和宏观经济政策等领域以及金融变化、商务变化和经济发展等领域的应用。详细阐述了数学模型建立的背景、数学模型的组成和结构以及其数学模型应用的意义。

本书适合经济学、气象经济学、地质经济学、海洋经济学、环境经济学、生物经济学、生态经济学、陆地生态经济学、海洋生态经济学和海湾生态经济学等有关领域的科学工作者和相关学科的专家参阅,也适合高等院校师生作为教学的教材和科研的参考。

图书在版编目(CIP)数据

数学模型在经济学的应用及研究. 4/杨东方,王凤友编著. —北京:海洋出版社,2017.5
ISBN 978-7-5027-9789-8

I. ①数… II. ①杨… ②王… III. ①经济数学-数学模型-研究 IV. ①F224.0

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第108117号

责任编辑:鹿源

责任印制:赵麟芬

海洋出版社 出版发行

<http://www.oceanpress.com.cn>

北京市海淀区大慧寺路8号 邮编:100081

北京朝阳印刷厂有限责任公司印刷 新华书店北京发行所经销

2017年11月第1版 2017年10月第1次印刷

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:20

字数:460千字 定价:60.00元

发行部:62132549 邮购部:68038093 总编室:62114335

海洋版图书印、装错误可随时退换

《数学模型在经济中的应用及研究(4)》编委会

主 编 杨东方 王凤友

副主编 黄新民 李海霞 韦林珍 朱四喜 陈 豫

编 委 (按姓氏笔画为序)

王 涛 王志康 邓 婕 冯志纲 刘小梅

李将敏 杨丹枫 杨佩华 张龙磊 林梦晓

陈 梅 赵丽红 赵登攀 黄 宏 路 敏

数学是结果量化的工具

数学是思维方法的应用

数学是研究创新的钥匙

数学是科学发展的基础

杨东方

经济是人类生存的保障

经济是社会演替的特征

经济是地球发展的动力

杨东方

要想了解动态的经济系统的基本过程和动力学机制,尽可从建立数学模型为出发点,以数学为工具,以经济为基础,以政策、信息、事件为辅助,对经济现象、经济市场、经济过程进行探讨。

经济数学模型体现了在定性描述与定量处理之间的关系,使研究展现了许多妙不可言的启示,使研究进入更深的层次,开创了新的领域。

杨东方

2015年4月19日

前 言

细大尽力,莫敢怠荒,远迹辟隐,专务肃庄,端直敦忠,事业有常。

——《史记·秦始皇本纪》

数学模型研究可以分为两大方面:定性和定量的,要定性地研究,提出的问题是“发生了什么或者发生了没有”;要定量地研究,提出的问题是“发生了多少或者它如何发生的”。前者是对问题的动态周期、特征和趋势进行了定性的描述,而后者是对问题的机制、原理、起因进行了定量化的解释。然而,经济学中有许多实际调查问题与建立模型并不是直接有关的。于是,通过分析、比较、计算和应用各种数学方法,建立了反映实际的且具有意义的仿真模型。

经济数学模型的特点为:(1)综合考虑各种经济因子的影响。(2) 量化描述经济过程,阐明经济机制和规律。(3) 能够动态地模拟和预测经济发展状况。

经济数学模型的功能为:(1) 建造模型的尝试常有助于精确判定所缺乏的知识和数据,对经济和经济相关因子有进一步定量了解。(2) 模型的建立过程能产生新的想法和实验方法,并缩减实验的数量,对选择假设有所取舍,完善实验设计。(3) 与传统的方法相比,模型常能更好地使用越来越精确的数据,将从经济的不同方面所取得材料集中在一起,得出统一的概念。

模型研究要特别注意:(1) 模型的适用范围:时间尺度、空间距离、区域大小、参数范围。例如,不能用每月个别发生的经济现象来检测 1 年跨度的调查数据所做的模型。又如用突发事件的经济模型来解释经常发生的一般经济现象。因此,模型的适用范围一定要清楚。(2) 模型的形式是非常重要的,它揭示内在的性质、本质的规律,来解释经济现象的机制、经济环境的内在联系。因此,重要的是要研究模型的形式,而不是参数,参数是说明尺度、大小、范围而已。(3) 模型的可靠性,由于模型的参数一般是从实测数据得到的,它的可靠性非常重要,这是通过统计学来检测。只有可靠性得到保证,才能用模型说明实际的经济问题。(4) 解决经济问题时,所提出的观点,不仅要从数学模型上支持这一观点,还要从经济现象、经济市场等各方面的事实来支持这一观点。

本书以经济数学模型的应用和发展为研究主题,介绍数学模型在经济学不同领域的应用,如在均衡理论、效用论、生产理论、市场理论、分配理论、微观经济政策、国民收入核算、国民收入决定、失业与通货膨胀、开放经济理论、经济周期、经济增长理论和宏观经济政策等领域以及金融变化、商务变化和经济变化等领域的应用。详细阐述了数学模型建立的背景、数学模型的组成和结构以及其数学模型应用的意义。认真掌握经济数学模型的特点和功能以及注意事项。经济数学模型展示了经济系统的演化过程并预测了自然资源可持续利用。通过本书的学习和研究,促进自然资源、环境和生态的开发与保护,推进经济的健康发展。

本书获得陕西国际商贸学院学术著作出版基金、贵州民族大学博点建设文库、“贵州喀斯特湿地资源及特征研究”(TZJF-2011年-44号)项目、“喀斯特湿地生态监测研究重点实验室”(黔教全KY字[2012]003号)项目、教育部新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-12-0659)项目、“西南喀斯特地区人工湿地植物形态与生理的响应机制研究”(黔省专合字[2012]71号)项目、基于信息融合的贵州水资源质量智能监控平台研究项目、贵州民族大学引进人才科研项目([2014]02)、土地利用和气候变化对乌江径流的影响研究(黔教合KY字[2014]266号)、威宁草海浮游植物功能群与环境因子关系(黔科合LH字[2014]7376号)以及国家海洋局北海环境监测中心主任科研基金——长江口、胶州湾、莱州湾及其附近海域的生态变化过程(05EMC16)的共同资助下完成。

此书得以完成应该感谢陕西国际商贸学院的王立新校长、北海环境监测中心的崔文林主任、上海海洋大学的李家乐院长和贵州民族大学的张学立校长;还要感谢刘瑞玉院士、冯士筵院士、胡敦欣院士、唐启升院士、汪品先院士、丁德文院士和张经院士。诸位专家和领导给予的大力支持,提供的良好的研究环境,成为我们科研事业发展的动力引擎。在此书付梓之际,我们诚挚感谢给予许多热心指点和有益传授的其他老师和同仁。

本书内容新颖丰富,层次分明,由浅入深,结构清晰,布局合理,语言简练,实用性和指导性强。由于作者水平有限,书中难免有疏漏之处,望广大读者批评指正。

沧海桑田,日月穿梭。抬眼望,千里尽收,祖国在心间。

杨东方 王凤友

2016年6月6日

目 次

财政支出的绩效评价模型	(1)
煤炭类股票的价格引导模型	(7)
知识产权贸易的创新产出函数	(12)
基础设施的生产函数模型	(15)
股票价格的需求货币模型	(22)
股权结构的公司业绩模型	(28)
猪肉的供给反应模型	(31)
旅游产业的结构模型	(35)
上市公司的现金流模型	(38)
能源消耗的碳足迹模型	(47)
经济发展的环境污染模型	(52)
企业技术创新的系统结构模型	(58)
银行的资本金补充模型	(64)
中国金融的经济周期协同性模型	(68)
现代金融的危机模型	(73)
流通企业的生产性服务模型	(78)
中国金融的稳定状况模型	(83)
粮食物流的食物里程模型	(91)
家庭金融的收入模型	(95)
产融企业的外汇风险模型	(104)
产业结构的碳排放模型	(109)
人力资本的经济增长效应模型	(112)
企业更替的生产率增长模型	(115)
资源配置的全要素生产模型	(118)
中国经济增长的来源公式	(122)
基础设施的投资方式模型	(126)
城镇化的不均等模型	(130)
货币供给的反馈模型	(132)

工资率与生育年龄的数值分析	(136)
劳动力市场的扭曲模型	(139)
国内产出的资本管制函数	(142)
人口结构变化的储蓄模型	(145)
技术进步的经济增长模型	(149)
技术偏向性的测度模型	(152)
外部融资的异质性模型	(155)
通胀的预期管理模型	(158)
住房消费的选择模型	(161)
中国经济周期的计量模型	(164)
能源开采业的生产测度模型	(167)
货币政策的超调模型	(171)
公司控制权的利益结构模型	(174)
国际投机资本的金融风险模型	(178)
内部控制的审计费用模型	(184)
人民币汇率的效应模型	(188)
互联网创新的融资约束模型	(194)
企业审计师的声誉模型	(201)
文化产业的效率评价模型	(208)
煤炭需求的波动模型	(215)
财税扶持的农业企业经营模型	(221)
新生代农民工的就业模型	(227)
政府债务的金融波及效应模型	(232)
财政支出的经济增长模型	(240)
城镇化的农民收入增长模型	(245)
城镇化的资源消耗模型	(251)
都市农业的低碳经济模型	(260)
房地产企业的经济资本度量模型	(266)
产业结构调整的社会福利模型	(273)
金融服务的外包模型	(278)
经济增长的物流空间模型	(283)
中小企业发展的结构方程	(287)

目 次

基础设施的投资模型	(291)
农业用水的效率模型	(295)
经济增长的城镇化模型	(300)
服务业的就业增长模型	(305)

财政支出的绩效评价模型

1 背景

新型城镇化是以新型产业和信息化为驱动力,由追求城镇规模扩大、空间扩张向以提升基本公共服务、实现城乡统筹协调发展等为中心转变的多元演化过程。然而中国新型城镇化建设带有明显的方式粗放、消耗高、区域差距大等特征,存在资源利用粗放、财政体制不完善、财政资金短缺等问题,严重制约了城镇化的可持续发展。针对新型城镇化建设财政支出绩效的研究,了解财政支出绩效评价体系和财政支出效率的提高十分重要。李栋林和梁益琳^[1]基于系统科学视角,对新型城镇化建设财政支出的绩效形成机制进行分析,构建以“投入—过程—产出—效益”为导向的绩效评价指标体系,进而采用专家筛选、隶属度、相关分析等方法对评价指标进行多阶段实证甄选,建立以评价指标筛选、权重确定、指数计算为基础的新型城镇化建设财政支出绩效评价模型。

2 公式

财政支持新型城镇化建设的作用关系是由一系列紧密联系的要素的变化过程所影响和制约的,先从系统科学理论视角剖析新型城镇化建设财政支出绩效的形成机制与结构框架,再据此对新型城镇化建设财政支出绩效评价体系进行理论构建、实证筛选和权重确定,引入新型城镇化建设财政支出绩效评价模型。

经过理论研究和多轮讨论,初步选取了 85 个评价指标构成第一阶段的评价指标体系。^[2]

第二阶段的评级指标体系由 5 类评价子目标、19 类评价准则层和 67 个具体评价指标构成。

第三阶段依托山东省新型城镇化建设专项资金绩效评价工作,以 2012 年山东省城镇化建设所选取的 17 个地市的 100 个示范镇为调研对象,将第二阶段的评级指标体系形成调查问卷,运用隶属度法对 157 份有效调查问卷的评价指标进行统计分析。首先,计算 67 项评价指标的隶属度,公式为:

$$r(X_i) = \frac{d(X_i)}{d} \quad (i = 1, 2, 3, \dots, 67) \quad (1)$$



图1 新型城镇化建设财政支出绩效理论评价体系

式中, X_i 是第 i 个评价指标; d 表示参与评价的调研对象人数, 即本研究中有有效调查问卷数量; $d(X_i)$ 表示 157 份问卷中评价指标 X_i 的被选择次数, 即共有 $d(X_i)$ 位调研对象认为 X_i 是衡量新型城镇化建设财政支持绩效的重要指标。如果公式(1)中 $d(X_i)$ 值较高, 则表明该项评价指标 X_i 对新型城镇化建设财政支持评价非常重要, 可以成为评价体系的正式指标; 反之, 则删除该项评价指标。

然后, 计算评价指标被选择次数的临界值和隶属度临界值。当 $\alpha = 0.01$ 时, 计算公式为:

$$d(X) = \mu + \frac{S}{\sqrt{N}} t_{0.01} \quad (2)$$

式中, μ 为 67 项评价指标的平均被选择次数, 可得到 $\mu = 157 \times \frac{20}{67} = 46.87$; S 为样本标准差, 统计计算为 26.13; N 为 157 份有效问卷中所有指标的被选择次数总和, 因此 $N = 157 \times 20 = 3140$ 。综上可得 $d(X) = 47.96$, 代入公式(1)中得到隶属度临界值 $r(X) = 30.55\%$, 即在 $\alpha = 0.01$ 条件下, 当评价指标 X_i 的隶属度值 $r(X_i)$ 高于 30.55% 时, 选择该项指标的调研对象才具有显著性差异。在被评价的 67 项指标中, 有 52 项指标的隶属度值高于 30.55%, 因此保留这些评价指标, 删除其余的 15 项评价指标, 形成第三阶段的新型城镇化建设财政支持评价指标体系 θ_3 。

第四阶段运用 SPSS 统计软件对第三阶段评价指标体系 θ_3 的 61 项评价指标进行相关分析, 计算相关系数矩阵。在给定临界值 M 为 0.7 的条件下, 共 9 对评价指标的相关系数大于 0.7。保留的评价指标构成了新型城镇化建设财政支持评价模型的第四阶段评价指标体系 θ_4 (见表 1)。

文化公司的绩效评价模型

表 1 新型城镇化建设财政支持评价指标体系

子目标层	权重	模块层	权重	评价指标层	指标编号	权重
目标决策 (A)	0.122	战略目标 (A1)	0.572	战略规划全面性	A11	0.322
				目标设定合理性	A12	0.301
				规划进度科学性	A13	0.377
		决策过程 (A2)	0.428	决策依据与战略目标相符程度	A21	0.527
				决策程序公开规范程度	A22	0.473
支出分配 (B)	0.169	支出水平 (B1)	0.463	新型城镇化财政支出总额	B11	0.348
				新型城镇化财政支出增长率	B12	0.325
				新型城镇化财政支出所占比重	B13	0.327
		分配机制 (B2)	0.537	财政支出分配办法	B24	0.453
				财政支出分配结果	B22	0.547
运行管理 (C)	0.174	组织管理 (C1)	0.332	组织层级设置	C11	0.338
				人员职责分工	C12	0.374
				财政支出管理体制	C13	0.288
		进度质量 (C2)	0.409	实施进度监测	C21	0.246
				实施内容一致性	C22	0.359
				实施质量合规性	C23	0.395
		财务管理 (C3)	0.259	资金到位率	C31	0.372
资金使用合法性	C32			0.628		
基础产出 (D)	0.282	经济效益 (D1)	0.371	人均 GDP	D11	0.219
				固定资产投资总额	D12	0.385
				非农产业增加值占 GDP 比重	D13	0.396
		城镇设施 (D2)	0.386	人均道路面积	D21	0.394
				城镇用水修复率	D22	0.372
				城镇燃气普及率	D23	0.234
		创新能力 (D3)	0.243	每万人专利专有技术数量	D31	0.194
				高新技术产业增长率	D32	0.372
				创新体制完善程度	D33	0.434

续表

子目标层	权重	模块层	权重	评价指标层	指标编号	权重	
发展质量 (E)	0.253	社会进步 (E1)	0.269	非农产业从业人员比重	E11	0.407	
				千人拥有文化机构数	E12	0.298	
				每万人高校在校生数量	E13	0.295	
		生活质量 (E2)	0.243		居民人均住房面积	E21	0.331
					人均年生活用电量	E22	0.364
					黑格尔指数	E23	0.305
		资源环境 (E3)	0.258		污水处理率	E31	0.292
					万元 GDP 能耗降低率	E32	0.410
					工业固体废物综合利用率	E33	0.298
		城乡统筹 (E4)	0.230		城乡居民收入差异率	E41	0.427
					城乡社会保障覆盖率	E42	0.573

在此采用层次分析法(AHP),在建立递阶层次结构和专家评分的基础上,确定所有指标相对于总指标的权重,解决了评价体系的赋权重问题。

根据层次分析法原理将第四阶段形成的评价指标体系转化为专家咨询表,邀请专家对评价体系中各层次的指标进行两两判断,并以各专家对指标赋权的平均值作为指标体系的最终权重,具体各层次指标权重如表 1 所示。

根据新型城镇化建设财政支出绩效评价体系的层次结构和指标权重,可得到新型城镇化建设财政支出绩效评价模型的计算公式:

$$\begin{cases} F = \sum_{i=1}^5 w_i F_i \\ F_i = \sum_{j=1}^n w_{ij} F_{ij} \quad (\sum w_i = \sum w_{ij} = \sum w_{ijk} = 1; i = A \cdots B; j, k = 1, 2 \text{ 或 } 1, 2, 3) \\ F_{ij} = \sum_{k=1}^m w_{ijk} F_{ijk} \end{cases} \quad (3)$$

式中, F 为新型城镇化建设财政支出综合绩效得分, F_i 和 F_{ij} 分别为评价体系子目标层 A, \dots, E 和模块层 $A1, \dots, E4$ 的绩效得分, F_{ijk} 为具体评价指标得分; w_i, w_{ij} 和 w_{ijk} 分别为子目标层、模块层及指标层的相对权重。

表 2 山东省新型城镇化建设财政支出绩效评价结果

目标层	子目标层			模块层		
	评价指标		指数得分	评价指标		指数得分
综合指数 $F=0.862$	目标决策	F_A	0.909	战略目标	F_{A1}	0.905
				决策过程	F_{A2}	0.916
	支出分配	F_B	0.891	支出水平	F_{B1}	0.821
				分配机制	F_{B2}	0.952
	运行管理	F_C	0.869	组织管理	F_{C1}	0.923
				进度质量	F_{C2}	0.852
				财务管理	F_{C3}	0.828
	基础产出	F_D	0.844	经济效益	F_{D1}	0.855
				城镇设施	F_{D2}	0.880
				创新能力	F_{D3}	0.768
	发展质量	F_E	0.836	社会进步	F_{E1}	0.841
				生活质量	F_{E2}	0.855
资源环境				F_{E3}	0.838	
城乡统筹				F_{E4}	0.807	

由表 2 可知,山东省新型城镇化建设财政支出绩效评价综合指数 F 为 0.862(分值区间为 0~1),可见 2013 年度山东省新型城镇化建设财政支出的绩效水平相对较高。但从各指标维度来看,评价指数得分存在一定差异,说明山东省新型城镇化建设的财政支出绩效管理过程存在不均衡性。

3 意义

通过建立新型城镇化建设财政支出绩效评价模型,表明了基于全过程的财政支出绩效评价能够更为系统客观地反映新型城镇化建设财政支出的绩效管理水平和可持续效应,而评价体系中基础产出与发展质量间的协调促进是影响中国新型城镇化建设财政支出绩效的关键因素,其中“经济效益”、“城镇设施”基础产出指标与“社会进步”、“资源环境”发展质量指标均占有较高的权重。本模型可理解新型城镇化本质需求、揭示财政支持新型城镇化建设影响要素,为实现新型城镇化可持续发展提供参考。