

数学模型在经济学 的应用及研究

杨东方 黄新民 编著

*The Application and Research of
Mathematical Model in Economics*

3



 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(3)

The Application and Research of Mathematical Model in Economics(3)

杨东方 黄新民 编著

海洋出版社

2015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, 定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, 培养定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. 3/杨东方, 黄新民编著. —北京: 海洋出版社, 2015. 10

ISBN 978 - 7 - 5027 - 9265 - 7

I. ①数… II. ①杨… ②黄… 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(2015)第 239587 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

北京华正印刷有限公司印刷 新华书店北京发行所经销

2015 年 10 月第 1 版 2015 年 10 月第 1 次印刷

开本: 787 mm × 1092 mm 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(3)》编委会

主 编 杨东方 黄新民

副主编 王凤友 卢进军 路 敏 陈 豫 戴婧妮

编 委 (按姓氏笔画为序)

韦林珍 冯志纲 刘智峰 孙兆惠 朱四喜

吴云杰 李 琛 杨丹枫 杨重阳 林梦晓

胡 媛 赵孝梨 崔利昆 黄 宏 蒋 涛

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:定性的和定量的。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,对于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,不能用每月的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,参数只是说明尺度、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,不仅从数学模型支持这一观点,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和预测了发展方向。

本书获得陕西国际商贸学院学术著作出版基金、陕西理工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。

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、冯士筴院士、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 黄新民

2015年8月16日

目 次

文化公司的绩效评价模型	(1)
碳排放的贡献模型	(6)
政府补助的公司业绩模型	(10)
环境治理的效率模型	(16)
服务贸易的发展模型	(21)
内生技术的经济增长模型	(26)
城市化地区的评价模型	(32)
合作社社员的参与意愿模型	(34)
产品创新的内生经济模型	(37)
企业诊断的评价模型	(43)
银行贷款的利率模型	(46)
审计的宏观经济模型	(51)
财务股价的定价模型	(54)
环境规制的投资模型	(58)
患者效用的就医决策模型	(62)
债务融资的治理效应模型	(65)
农地流转的定价模型	(70)
募集资金的投向变更模型	(73)
物流业的经济计量模型	(78)
石油行业的资本结构模型	(81)
经济增长的空气污染模型	(85)
绿色经济的效率模型	(90)
财政扶贫的激励效应模型	(94)
房地产运行的资本动力模型	(98)
国际技术的溢出效应模型	(101)
信用价差的风险模型	(105)
耕作技术的补贴模型	(109)
经济发展的人口老龄化模型	(113)

市场化的利率模型	(116)
森林资源的木材供给模型	(120)
人口结构的工业竞争模型	(122)
政府投资的经济增长模型	(125)
事务所的审计费用模型	(129)
碳排放权的期货定价模型	(133)
多元投资的联盟模型	(138)
居民家庭的消费模型	(142)
科技进步的第三产业模型	(145)
理财产品的金融消费模型	(148)
产业集聚的成本效应模型	(153)
增发上市公司的业绩模型	(156)
金融结构的差异性模型	(162)
大宗商品价格的预测模型	(165)
央行信息的通胀预期模型	(168)
居民消费者价格的宏观模型	(172)
户籍分割的工资效应模型	(174)
居民经济的区域分布模型	(177)
收入和消费的唯一象模型	(180)
货币政策的优化模型	(182)
技能分化的工资水平模型	(187)
生产率的工资分布方程	(190)
转售价格的纵向约束模型	(193)
小额信贷公司的最优决策模型	(196)
政府财政的规则模型	(199)
居民收入的分配效应模型	(203)
经济结构的转型模型	(208)
养老金的生命周期模型	(211)
出口的边际变化模型	(215)
社会财富的分配公式	(219)
能源的回弹效应模型	(221)
政府补贴的分布模型	(224)

逆势投资的风险控制模型	(226)
消费和收入的结构效应模型	(230)
企业的出口行为模型	(233)
通货膨胀的传导模型	(237)
居民消费的财政政策模型	(240)
环境效率的分解模型	(243)
商品价格的动态模型	(246)
食品安全的规制模型	(249)
二元经济的增长模型	(252)
贸易条件的收入增长模型	(255)
人民币的汇率变化模型	(259)
外包终止权的配置模型	(263)
制造业的资源配置模型	(265)
微观货币的需求函数	(268)
腐败心理的博弈模型	(270)
市场化利率的预测模型	(272)
市场联动的危机传染模型	(277)
医疗保险的健康模型	(280)
异质投资的股价形成模型	(283)
贫困的度量模型	(286)
农村公共产品的供给模型	(289)
通货膨胀的承受力测试模型	(295)
反垄断机构的协调模型	(304)

文化公司的绩效评价模型

1 背景

从现代经济发展来看,文化产业是市场经济条件下繁荣发展社会主义文化的重要载体,也是体验知识经济时代的一个重要主导产业门类,代表着未来社会经济发展的趋势。文化产业上市公司作为整个文化产业的典型代表,其经营绩效对于文化产业发展状况和发展前景有着重要的导向作用。针对文化产业上市公司绩效的研究,了解如何进行公司绩效评价十分重要。郭淑芬等^[1]运用超效率 DEA 模型和 Malmquist 指数法对 30 家文化产业上市公司进行了绩效评价。

2 公式

采用 DEA 模型时会出现多个决策单元同时相对有效的局面,不能区别它们之间有效的差异程度;DEA 模型通常是静态分析,不能研究效率的动态变化,因此引入超效率 DEA 对文化产业上市公司的经营效率进行了测度和排名,并运用 Malmquist 指数方法对文化产业上市公司全要素生产率的动态变化情况做了进一步分析。

假设有 n 个上市公司,每个公司 $j(j=1,2,\dots,n)$ 分别使用 m 种投入 $X_{ij}(i=1,2,\dots,m)$ 以生产 s 种产出 $Y_{rj}(r=1,2,\dots,s)$ 。其线性规划公式可表述^[2]为式(1):

$$\begin{aligned} & \min \theta_0^{\text{super}} \\ \text{s. t. } & \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j X_{ij} + S_i^- = \theta_0^{\text{super}} X_{i0} \\ & \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq 0}}^n \lambda_j Y_{rj} - S_r^+ = Y_{r0} \\ & \sum_{j \neq 0} \lambda_j = 1 \\ & \lambda_j, S_i^-, S_r^+ \geq 0, j \neq 0 \end{aligned} \quad (1)$$

式中, θ_0^{super} 为决策单元 DMU_0 的超效率值; λ_j 为相对于 DMU_0 重新构造一个有效 DMU 的组合比例; S_i^- 和 S_r^+ 为松弛变量。

生产率(TFP)是指经济系统产出的价值和全部投入的价值之比,反映的是投入生产或

制作过程的全部生产要素的综合生产率水平。根据定义,可将基于规模报酬可变的、面向产出的、研究窗口期为 S 到 T 的 Malmquist 指数定义为:

$$m(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[\frac{d_s^c(y_t, x_t) d_s^c(y_s, x_s)}{d_t^c(y_t, x_t) d_t^c(y_s, x_s)} \right]^{1/2} \left[\frac{d_s^c(y_t, x_t) d_s^v(y_s, x_s)}{d_t^v(y_t, x_t) d_t^c(y_s, x_s)} \right] \left[\frac{d_s^v(y_t, x_t)}{d_t^v(y_s, x_s)} \right] \quad (2)^{[3-5]}$$

式中, $d^c(y, x)$ 为规模报酬不变情景下的距离函数; $d^v(y, x)$ 为规模报酬可变情景下的距离函数。公式中第一项表示的是“技术进步变化”,意指从基期 S 到 T 时期,各决策单元的技术改变及创新程度;第二项指的是“规模效率变化”;第三项表示的是“纯技术效率变化”,该项表达式衡量的是变动规模报酬下两期效率之比;第二项与第三项的乘积为技术效率变化,表示从 S 到 T 时期相对效率的改变^[6]。

投入指标有两项,分别为主营业务成本和总资产。产出指标有主营业务收入和净利润两种。

在此主要选取了“和讯网”中的文化产业类的 30 家上市公司作为研究对象,这 30 家公司都是在沪深两市 A 股市场上市的公司。

首先基于投入导向的 DEA - BCC 模型,运用 DEAP2.1 软件对 30 家文化产业上市公司 2012 年的投资效率进行测算,结果是效率值为 1 的决策单元有多个,也即存在多个 DEA 有效单元;其次结合 EMS 软件进一步进行了超效率 DEA 测算。两次的测算结果如表 1 所示。

表 1 文化产业上市公司绩效评价结果

序号	DMU	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模效率状况	超效率值 (%)	效率排名
1	方直科技	1	1	1	—	191.01	1
2	百视通	1	1	1	—	147.58	2
3	华谊嘉信	1	1	1	—	113.89	3
4	光线传媒	1	1	1	—	106.54	4
5	蓝色光标	1	1	1	—	105.27	5
6	华策影视	1	1	1	—	104.28	6
7	华闻传媒	0.97	1	0.97	drs	101.77	7
8	上海钢联	1	1	1	—	98.25	8
9	ST 传媒	0.77	1	0.77	irs	96.90	9
10	浙报传媒	1	1	1	—	96.48	10
11	皖新传媒	0.92	0.97	0.95	drs	96.40	11

文化公司的绩效评价模型

续表

序号	DMU	综合效率	纯技术效率	规模效率	规模效率状况	超效率值 (%)	效率排名
12	长江传媒	0.95	0.99	0.96	drs	96.24	12
13	凤凰传媒	0.89	1	0.89	drs	93.83	13
14	傅瑞传播	0.93	0.98	0.96	drs	91.56	14
15	大地传媒	0.9	0.91	0.99	drs	90.88	15
16	华录百纳	0.86	0.89	0.96	irs	88.04	16
17	华谊兄弟	0.9	1	0.9	drs	85.77	17
18	新文化	0.84	0.86	0.98	irs	85.59	18
19	吉视传媒	0.88	1	0.88	drs	84.97	19
20	天舟文化	0.81	0.85	0.94	irs	84.25	20
21	天威视讯	0.88	0.88	1	irs	84.18	21
22	华数传媒	0.9	0.93	0.97	drs	83.59	22
23	广电网络	0.89	0.94	0.95	drs	82.41	23
24	时代出版	0.8	0.83	0.96	drs	81.80	24
25	电广传媒	0.77	0.99	0.78	drs	76.03	25
26	出版传媒	0.78	0.78	1	irs	72.11	26
27	中视传媒	0.75	0.76	0.99	irs	68.50	27
28	歌华有线	0.5	0.57	0.88	drs	47.65	28
29	中文传媒	0.93	1	0.93	drs	Big	—
30	中南传媒	0.94	1	0.94	drs	Big	—
	mean	0.89	0.94	0.95			

从表1中可看出,2012年的30个决策单元中有方直科技、百事通、华谊嘉信、光线传媒、蓝色光标、华策影视、上海钢联和浙报传媒8家上市公司的效率值为1,即属于DEA有效,表明这8个决策单元都处在有效生产前沿面上,即这8家公司均处于“在满足同样产出标准条件下,投入最小”的理想状态,其余22家为非DEA有效,说明这22家企业的资源没有达到最优配置,尚有改进和优化配置的空间。

采用基于投入的规模收益可变假设的DEA模型,应用DEAP2.1软件计算得到2011—2012年30家文化产业上市公司的Malmquist生产率指数分解平均值,结果见表2。

数学模型在经济学的应用及研究(3)

表2 2011—2012年30家上市公司Malmquist生产率指数分解平均值

序号	DMU	技术效率	技术进步	纯技术效率	规模效率	全要素生产率
1	ST传媒	1.305	0.915	1	1.305	1.198
2	光线传媒	1.304	0.879	1.253	1.041	1.146
3	中文传媒	1.145	0.917	1	1.145	1.049
4	歌华有线	1.096	0.957	0.989	1.109	1.049
5	天威视讯	1.169	0.892	1.115	1.049	1.042
6	中视传媒	1.148	0.907	1.162	0.988	1.041
7	广电网络	1.131	0.907	1.073	1.054	1.026
8	中南传媒	1.18	0.866	1	1.18	1.022
9	大地传媒	1.109	0.917	1.054	1.049	1.017
10	天舟文化	1.173	0.866	1.211	0.969	1.016
11	电广传媒	1.051	0.966	0.992	1.06	1.015
12	时代出版	1.122	0.903	1.043	1.075	1.013
13	皖新传媒	1.143	0.884	1.011	1.13	1.011
14	蓝色光标	1.092	0.917	1.092	1	1.001
15	上海钢联	1.124	0.889	1.108	1.014	0.999
16	凤凰传媒	1.14	0.875	1	1.14	0.997
17	长江传媒	1.107	0.895	1.027	1.078	0.99
18	面视通	1.112	0.889	1	1.112	0.988
19	吉视传媒	0.029	0.956	1.008	1.021	0.984
20	华谊嘉信	1.117	0.872	1.116	1.001	0.974
21	出版传媒	1.097	0.883	1.087	1.009	0.968
22	华闻传媒	1.093	0.885	1	1.093	0.968
23	方直科技	1	0.927	1	1	0.927
24	博瑞传媒	1.035	0.891	0.979	1.058	0.923
25	华谊兄弟	0.903	0.966	1	0.903	0.872
26	浙报传媒	1	0.868	1	1	0.868
27	华黄影视	1	0.834	1	1	0.834
28	新文化	0.947	0.869	0.939	1.009	0.822
29	华录百纳	0.86	0.821	0.894	0.962	0.706
30	华数传媒	0.899	0.495	0.929	0.968	0.445
	mean	1.083	0.879	1.033	1.048	0.952

由表2可以看出,2011—2012年文化产业上市公司的全要素生产率平均水平为0.952,说明同2011年相比,2012年的全要素生产率降低了4.8%。同理,技术效率和技术进步率分别为8.3%和-12.1%。说明全要素生产率的降低主要是因为技术进步率的下降,技术进步因素已成为制约目前我国文化产业进一步快速发展的关键因素。

3 意义

通过超效率DEA模型和运用Malmquist指数法,建立了文化公司的绩效评价模型,表明了30家文化产业上市公司只有8家上市公司达到DEA有效,上市公司整体绩效一般。从Malmquist全要素生产率(*TFP*)指数看,文化产业上市公司的全要素生产率指数2011—2012年窗口期间的增长率为-4.8%,技术进步率下降是造成*TFP*负增长的重要原因。模型可对各有效决策单元之间的效率高低进行比较,为促进文化产业上市公司的发展提供参考。

参考文献

- [1] 郭淑芬,郝言慧,王艳芬. 文化产业上市公司绩效评价——基于超效率DEA和Malmquist指数[J]. 经济问题,2014,(2): 75-78.
- [2] Andersen P, Petersen NC. A Procedure for Ranking Efficient Units in Data Envelopment Analysis[J]. Management Science, 1993, (39): 1261-1264.
- [3] Malmquist S. Index Numbers and Indifference Curves[J]. Trabajos de Estadística, 1953, (4): 209-242.
- [4] Caves D W, Christensen L R, Diewert W J. The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output and Productivity[J]. Econometrics, 1982, (50): 1393-1414.
- [5] Fare R, Grosskopf S, Lovell C A K. Productivity Change in Swedish Pharmacies 1980—1989: A Nonparametric Malm - quist Approach[J]. Journal of Productivity Analysis, 1992, (3): 85-101.
- [6] 夏维力, 钟培. 基于DEA - Malmquist指数的我国制造业R&D动态效率研究[J]. 研究与发展管理, 2011, (2): 58-66.