

集对分析与界壳论 的研究与应用

赵克勤 曹鸿兴 主编

气象出版社

集对分析与界壳论的研究与应用

赵克勤 曹鸿兴 主编

气象出版社

内容提要

集对分析与界壳论是 20 世纪 80 年代由中国学者自己提出和发展起来的两种新的系统分析理论。集对分析主要是从同、异、反联系的角度辩证和系统地研究确定性与不确定性的联系、可变与转化,创造了联系数这一新的数学工具;界壳论则从整体性、稳定性观点出发研究系统周界在卫护系统,在与外界交换物质、信息、能量过程中的一般性规律。集对分析与界壳论已在自然科学和社会科学的众多领域得到应用,同时受到国内外科技人员的关注。本文集编辑刊出的文章主要选自 2000 年召开的全国第 6 次集对分析暨首届全国界壳论学术研讨会交流的论文,这些论文从不同角度展示出集对分析与界壳论的理论意义、实用价值、发展前景,给读者以多方面的创新和启迪。

本文集的读者对象为高等院校师生、各类科技人员、管理决策人员,以及人文社会科学方面的专家学者等。

图书在版编目(CIP)数据

集对分析与界壳论的研究与应用/赵克勤,曹鸿兴主编. —北京:气象出版社,2002. 4
ISBN 7-5029-3243-7

I. 集… II. ①赵… ②曹… III. 系统分析 IV. N94

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 075253 号

气象出版社出版

(北京海淀区中关村南大街 46 号 邮政编码:100081)

责任编辑:郭彩丽 终审:周诗健

封面设计:蓝色航线 责任技编:都平 责任校对:张清芬

*

北京科技印刷厂印刷

气象出版社发行 全国各地新华书店经销

*

开本:787×1092 1/16 印张:7.75 字数:198.4 千字

2002 年 4 月第 1 版 2002 年 4 月第 1 次印刷

印数:1—800 定价:20.00 元

全国首届界壳论年会：
全国第六届集对分析年会：

欣逢大会召开之日，我衷心向大会祝贺，并赠诗一首：

界壳花开绽新蕾
集对深处彩蝶飞
舟山盛会同庆日
普陀佛国现朝晖

预祝大会圆满成功！

贺仲良

2000年10月18日
于北方交通大学

11-4-11-14

前 言

系统科学是 20 世纪杰出的科学成就之一。该学科体系庞大,内容丰富,影响深远,应用广泛,成果数不胜数。但是,系统科学的理论基础和方法至今仍不完善,还在蓬勃发展之中,国内外众多学者正在探索系统科学,包括系统工程在内的新的理论和新的方法。

由本文集编者在 20 世纪 80 年代提出的集对分析与界壳论,是系统科学与系统工程领域中两种新的理论。集对分析从同、异、反三方面研究两个集合的确定性联系与不确定性联系,引进同异反联系数来刻画两个集合同异反确定不确定程度,至今已在工业、农业、林业、气象、地质、矿山、能源、交通、经济、社会、教育、体育、军事、人文等许多领域得到应用。界壳论是研究系统周界的一般规律的,即关于周界卫护系统自身、通过界门与环境进行交换的学问,同样在众多领域,如地理、因特网、经济等领域得到应用。当然,如同系统科学与系统工程自身仍在完善与发展之中那样,集对分析与界壳论也需要继续不断地发展和完善,尽管集对分析与界壳论已各出专著。

本文集主要选编自全国第 6 次集对分析暨首届界壳论学术研讨会(2000 年 10 月 25~29 日,定海)中的论文。读者已可从中窥视到集对分析与界壳论的理论与应用研究之一斑。当然,要全面地了解这两种新的系统理论,读者还应阅读浙江科技出版社 2000 年 3 月出版的《集对分析及其初步应用》一书(赵克勤著)和气象出版社 1997 年出版的《系统周界的一般理论——界壳论》一书(曹鸿兴著)以及散见于各种杂志上发表的有关集对分析、界壳论研究应用论文以及历次全国集对分析学术研讨会交流论文。

我们这个时代是开放的时代。在这个开放的时代中,自然科学与社会科学两大学科的交流融合已成为时代的潮流。各种学术理论、学术观点的联系综合有助于开拓思路 and 开展科技知识创新。本文集中,不仅有专门研究应用集对分析的论文,有专门研究界壳论理论和应用的论文,还有把集对分析、界壳论综合起来加以研究、应用的论文,还有把集对分析、界壳论与其他新学科、新理论结合起来进行研究的论文。作者中有不少是年轻的博士和在读博士生,他们的文章新意迭出。编者深信,在广大科技人员的共同努力下,集对分析与界壳论将不断吸收新的营养,从深度和广度两个方面进一步深入研究和推广应用,从中得到新的发展和完善。

感谢本书作者们的支持,感谢气象出版社的支持。感谢封国林副教授、贾晓静同学在编辑本文集中所付出的辛勤劳动。

目 录

联系分析法及其应用	赵克勤	蒋焕良(1)
四元联系数的态势排序及应用	赵克勤	吴其苗(3)
集对分析在消费函数研究中的应用	吴良国	田益祥(6)
集对分析在动态规划构模中的应用	崔雪丽	马 良(10)
用联系数 μ 处理图像的相似性		骆建宁(15)
下岗再就业指标的 SPA 统计决策	田益祥	姚莉萍(18)
基于 SPA 的试题难易度测定模型及应用	李红松	田益祥(22)
基于集对分析的约翰里窗口	熊 焰	阎 理(25)
宏观交通模糊状态下的集对分析		黄良骥(28)
模糊联系数、模糊集对势及其应用初探		林 华(32)
同异反统计的同一性检验法	姜玉声 朱焕志	冯彩芝(36)
同异反质量统计技术及应用	赵克勤	周 泽(40)
物理实验教学中的同异及系统辩证思维初探		宋向炯(45)
集对分析在矿区铁路运输安全系统工程中的应用		王 广(48)
联系数在成本分析中的应用	王 广	李淑红(50)
栽培植物群落集合性状的集对分析	杜心田 杜 明	白铭洁(53)
河南省小麦高肥冬水组区域试验的集对分析	郭瑞林	莫海江(58)
汉语与集对分析	应 俏	闵珊华(62)
集对的数学实质及其联系度的定义		王 霞(65)
界壳现象及其学术框架		曹鸿兴(69)
信息安全技术与界壳论		蒋贵凤(75)
基于界壳理论的人元模型及其初步应用	张 岩	秦建军(79)
技术体系中的界壳效应	龚 明	桂文豪(83)
关于界壳、界门和物量的探讨	王 珂 陈 鹏	胡 欣(87)
界壳理论在足球运动中的应用	陈 鹏 王 珂	仝达伟(92)
经济、开发与界壳理论	曹鸿兴 魏凤英	封国林(96)
界壳论中的若干数学问题		曹鸿兴(100)
统一集对界壳分析	贺仲雄	林 华(104)
物元联系数及其应用初探		谢砚青(105)
集对信息分析与粗糙决策		苏安洋(110)
集对、界壳与系统控制		张 琨(114)

联系分析法及其应用

赵克勤

(诸暨市联系数学研究所, 浙江诸暨 311811)

蒋焕良

(中共中央党校诸暨教学站, 浙江诸暨 311800)

摘 要

联系分析法是一种科学方法, 内容丰富, 应用广泛。

关键词: 联系分析法 集对分析 联系数学

1. 联系分析法

联系分析法是根据辩证唯物论关于客观事物处于普遍的联系之中这个观点来开展有关问题分析研究的一类科学方法。根据不同的联系类型, 可以有不同类型的联系分析方法, 如局部与整体联系分析法、系统与环境联系分析法、直接与间接联系分析法、定性与定量联系分析法、偶然与必然联系分析法、不确定性与确定性联系分析法、线性与非线性联系分析法、理论联系实际分析法等等。

2. 联系分析法的应用举例

传统决策理论认为弃权是一种不可判定问题。赵克勤、曾伟(1995)通过把“弃权”与“赞成”、“反对”联系起来, 写出同异反联系度表达式, 为分析弃权中的赞成倾向、反对倾向提供了一种科学的分析方法。如一个方案让 10 个人评价, 6 人赞同, 3 人弃权, 1 人反对, 可得同异反联系度 $\mu = \frac{6}{10} + \frac{3}{10}i + \frac{1}{10}j$, 根据 i 的“比例取值法”, 可推得在弃权的 3 人中有 6/10 (约为 2 人) 的赞同倾向, 有 1/10 的反对倾向, 还有 3/10 的中立。从联系科学的角度看, 上述分析应用了“把局部与整体相联系”的分析方法。但是, 在持弃权态度的 3 人中, 是否真有 2 人是赞同倾向, 有 1 人是中立态度? 需要向持弃权的 3 人做调查后才能下结论。如果把前面的计算看成一种推测, 则调查后得到的结论是对“推测”的“验证”。从联系科学的角度看, 这样的分析是理论联系实际的分析。正因为如此, 我们在集对分析中强调对不确定数 i 的取值要把面对同异反联系度表达式的取值 (如前述 i 的比例取值) 与面向研究对象自身的取值 (如向弃权人直接调查询问) 结合起来, 才能对 i 取什么值作出正确的、符合实际的结论。反过来, 对于同样的一个同异反联系度表达式, i 取值的不同会有不同的联系值。只有当 $a_1 = a_2, b_1 = b_2, c_1 = c_2$, 且 $i_1 = i_2, j_1 = j_2$ 时, $a_1 + b_1 i_1 + c_1 j_1 = a_2 + b_2 i_2 + c_2 j_2$ 才能成立。

3. 讨 论

(1)从上面的应用举例可以看出,实际问题的研究常常需要同时应用多种不同的联系分析方法。这从一个侧面提示我们,联系分析法很可能是一种具有集成性质的分析方法。

(2)深入研究联系分析法,会遇到“联系”与“关系”的关系问题。集合论已充分地研究了集合间的多种关系,如包含关系、等价关系、二元关系、函数关系、序关系等等。笔者认为,联系是关系之和。从集合论角度看,集对分析中所指的两集合的“同”是一种等价关系,两个集合的“反”是一种序关系,两个集合的“异”是一种函数关系。这些不同的关系从不同的侧面刻划了两个集合的联系,其间还有一种层次包含关系,应当把它们联系起来,作为一个系统来加以研究,由此得到联系度和联系数的概念。由此可见,联系度与联系数是联系分析法的一种数学工具。联系是比关系更为复杂的一个概念。

(3)联系分析法具有开放性。理论分析最终要与实际相联系,而实际情况的千差万别与千变万化,使得联系分析法必须具有开放性。联系数中的 i 满足了联系分析法的开放性要求。

4. 结 语

在大量的科技实践和工作中,人们都在自觉或不自觉地应用联系分析法。问题是:一方面,我们对联系分析法本身研究得不多;另一方面,如何结合实际研究对象或问题本身应用哪些具体的联系分析法更是一个较为复杂的问题,其中不仅有理论上的问题,也有经验技巧和思想方法上的问题。但无论如何,笔者认为,这里面总有一些规律性的东西需要我们去研究。

参 考 文 献

- 赵克勤,曾伟.1995.基于集对分析(SPA)的弃权问题研究.决策与决策支持系统,(3):86~93
赵克勤.1999.联系科学的定义、框架、应用及意义.大自然探索,(3):74
赵克勤.2000.集对分析及其初步应用.杭州:浙江科技出版社

四元联系数的态势排序及应用

赵克勤

(诸暨市联系数学研究所, 浙江诸暨 311811)

吴其苗

(绍兴文理学院数学系, 浙江绍兴 312000)

摘 要

四元联系数的态势排序, 可用于论域四分时的态势确定, 也可用于显著性检验和系统预测。

关键词: 四元联系数 态势排序

1. 四元联系数

赵克勤(2000)中给出了一种扩展的联系数

$$a + b_1 i_1 + b_2 i_2 + c j \quad (1)$$

本文为方便起见, 把(1)式改写成

$$a + b i + c j + d k \quad (2)$$

其中 $a \in [0, 1]; b \in [0, 1]; c \in [0, 1]; d \in [0, 1]; i \in [0, 1]; j \in [-1, 0]; k = -1$ 。在不计 i, j, k 的值时, i, j, k 仅作一种标记使用。并规定由 a 表示的性质要优于 b, c, d 表示的性质。例如, a 表示一个班级中成绩优秀的学生所占之比例, b 表示成绩虽不优秀但仍属于良好的学生所占之比例, c 表示成绩刚好为合格的学生所占的比例, d 表示成绩差的学生所占的比例。显然, “优秀”优于“良好”, 优于“合格”, 优于“成绩差”。

(1)式和(2)式所刻划的联系数都称之为四元联系数, 但本文采用(2)的表示方式。

2. 四元联系数的态势排序

由于四元联系数中的 a, b, c, d 一般大小不等, 因而存在态势。下面从集对势的角度给出一种态势排序, 为节约篇幅, 相应的态势名称解释从略, 可参考 $a + b i + c j$ 联系数的态势排序注释(赵克勤, 2000)

$$(1) a > d, a > b, b > c, c > d$$

$$(2) a > d, a > b, b > c, c = d$$

$$(3) a > d, a > b, b > c, c < d$$

$$(4) a > d, a > b, b = c, c > d$$

$$(5) a > d, a > b, b = c, c = d$$

- (6) $a > d, a > b, b = c, c < d$
- (7) $a > d, a > b, b < c, c > d$
- (8) $a > d, a > b, b < c, c = d$
- (9) $a > d, a > b, b < c, c < d$
- (10) $a > d, a = b, b > c, c > d$
- (11) $a > d, a = b, b > c, c = d$
- (12) $a > d, a = b, b > c, c < d$
- (13) $a > d, a = b, b = c, c > d$
- (14) $a > d, a = b, b < c, c > d$
- (15) $a > d, a < b, b > c, c > d$
- (16) $a > d, a < b, b > c, c = d$
- (17) $a > d, a < b, b > c, c < d$
- (18) $a > d, a < b, b = c, c > d$
- (19) $a > d, a < b, b > c, c > d$
- (20) $a = d, a > b, b = c, c > d$
- (21) $a = d, a > b, b < c, c > d$
- (22) $a = d, a > b, b < c, c > d$
- (23) $a = d, a = b, b > c, c > d$
- (24) $a = d, a = b, b = c, c = d$
- (25) $a = d, a = b, b < c, c < d$
- (26) $a = d, a < b, b > c, c > d$
- (27) $a = d, a < b, b > c, c = d$
- (28) $a = d, a < b, b > c, c < d$
- (29) $a = d, a < b, b = c, c > d$
- (30) $a = d, a < b, b > c, c > d$
- (31) $a < d, a > b, b > c, c < d$
- (32) $a < d, a > b, b = c, c < d$
- (33) $a < d, a > b, b = c, c < d$
- (34) $a < d, a > b, b < c, c > d$
- (35) $a < d, a = b, b > c, c > d$
- (36) $a < d, a = b, b = c, c > d$
- (37) $a < d, a = b, b = c, c < d$
- (38) $a < d, a = b, b < c, c > d$
- (39) $a < d, a = b, b < c, c = d$
- (40) $a < d, a = b, b < c, c < d$
- (41) $a < d, a < b, b > c, c > d$
- (42) $a < d, a < b, b > c, c = d$
- (43) $a < d, a < b, b < c, c < d$
- (44) $a < d, a < b, b = c, c > d$
- (45) $a < d, a < b, b = c, c = d$

$$(46) a < d, a < b, b = c, c > d$$

$$(47) a < d, a < b, b < c, c > d$$

$$(48) a < d, a < b, b < c, c = d$$

$$(49) a < d, a < b, b = c, c > d$$

3. 应用举例

例 1. 已知甲班的优秀生占 0.23, 良好生占 0.56, 合格生占 0.16, 差生占 0.05; 乙班的优秀生占 0.12, 良好生占 0.75, 合格生占 0.09, 差生占 0.04; 丙班的优秀生占 0.1, 良好生占 0.77, 合格生占 0.11, 差生占 0.02。试比较这三个班的学生成绩有无显著差异?

解: 首先用四元联系数分别表示甲、乙、丙三个班级学生的成绩状况, 得

$$\mu_{\text{甲}} = 0.23 + 0.56i + 0.16j + 0.05k$$

$$\mu_{\text{乙}} = 0.12 + 0.75i + 0.09j + 0.04k$$

$$\mu_{\text{丙}} = 0.10 + 0.77i + 0.11j + 0.02k$$

在 $\mu_{\text{甲}}$ 中, 有 $a > d, a < b, b > c, c > d$

在 $\mu_{\text{乙}}$ 中, 有 $a > d, a < b, b > c, c > d$

在 $\mu_{\text{丙}}$ 中, 有 $a > d, a < b, b > c, c > d$

由此可见, 这三个班级的学生成绩同处于一个势级, 所以无显著差异。

4. 结 语

(1) 从论域空间分割的角度看, 联系数 $a+bi+cj$ 是对领域空间的三分划。基于 $a+bi+cj$ 的同异反态势排序已在教育、体育、网络计划研究中得到应用。四元联系数是对论域空间的进一步细划。据此, 又给出了基于四元联系数的态势排序, 由此推理, 还可给出论域空间的五分划、六分划……以及相应的态势排序表, 供实际工作采用。

(2) 要注意的是, 在实际应用态势排序表时, 应当根据问题的要求, 作 i 与 j 的取值分析, 以进一步检验态势排序的稳定性。

(3) 还要注意到, 本文给出的排序是一种不完全排序。因为从形式上说, 共有 81 种排序, 未列出的 32 种排序在逻辑上不能成立。(例如, 紧邻第 30 号排序有“ $a=c, a < b, b < c, c=d$ ”这一形式, 但逻辑上互相矛盾, 不能成立)。

参 考 文 献

- 蒋云良. 2001. 基于同异反态势排序的学生成绩分析. 数理统计与管理, 20(1): 26~29
- 张林凤. 1998. 同异反态势排序在体育系统工程中的应用. 系统工程, (3): 70~71
- 赵克勤. 2000. 集对分析及其初步应用. 杭州: 浙江科技出版社

集对分析在消费函数研究中的应用

吴良国 田益祥

(武汉科技大学管理系, 湖北武汉 430070)

摘 要

居民消费具有一定程度的不确定性。本文尝试用集对理论的不确定分析法对消费及其与收入的关系进行认识和研究,并举例说明其应用。

关键词:集对分析 不确定性 消费函数

1. 引 言

消费对推动经济增长有着积极的作用。研究消费问题的任务之一就是正确认识和把握消费现象、探寻消费规律。各种理论研究表明,虽然消费受多种因素影响,但最主要的因素还是收入,因为消费来源于收入。如果社会居民把所有的当前收入都用于当前的消费,那么也就不存在讨论消费的问题了。但实际生活中,马上消耗掉所有当前收入的情况较少,而且一般来说,居民愿意把多少当前收入用于消费的程度也不尽相同。这是因为居民个人或家庭不仅存在着收入的差别,而且还存在着自身财富程度、预期收入水平、消费满足程度、消费观念等的差别,另外,市场商品或服务环境、国家政策环境、社会经济环境等也作用于消费。这样,在消费问题上,有的居民可能侧重于当前的消费,使当前的消费倾向偏高,有的则可能由于家庭积累的需要或暂时没有合适的消费对象而把大量的当前收入用于储蓄,有的可能为将来更好的生活而积极进行个人投资等,因此可以说,在众多因素的影响下,居民的消费支出具有一定程度的不确定性。考虑到消费与收入之间的相关关系,很多学者都通过对居民收入与消费的历史数据进行回归分析来研究这种不确定性,从而认识、分析消费问题。集对分析理论为研究消费的不确定性提供了新的思路和途径。

2. 集对分析基本理论

集对理论是我国 20 世纪 80 年代以来提出的一种对不确定性进行研究的新的理论,已广泛应用于现代科学管理、系统控制、人工智能及社会经济等诸多领域。集对分析的基本思路是在一定的问题背景下把两个具有一定联系的集合组成对子,对两个集合的特性作对立统一分析。具体来说就是对两个集合的特性作同、异、反分析,通过同、异、反联系度对事物的确定性内容与不确定性内容都用确定性来表达,这种联系度表达式为:

$$\mu = \frac{S}{N} + \frac{F}{N}i + \frac{P}{N}j \quad (1)$$

其中 N 为所论集对所具有的特性总数, S 为集对中两个集合共同具有的特性数, P 为集对中两个集合相互对立的特性数, F 为集对中两个集合既不共同具有、又不相互对立的特性数, 四者之间的关系为 $N=S+P+F$ 。 j 为对立度的系数, 规定其恒取值 -1 , i 为差异不确定的系数, 具体取值视实际情况而定, 范围为 $[-1, 1]$ 。如果令 $S/N=a$, $F/N=b$, $P/N=c$, 则(1)式可简写为:

$$\mu = a + bi + cj \quad (2)$$

根据关系式 $N=S+P+F$ 可知, a, b, c 三者的关系为 $a+b+c=1$ 。实际中根据需要还可以把(2)式变形为:

$$\mu' = a + bi \quad (3)$$

$$\mu' = a + cj \quad (4)$$

$$\mu' = bi + cj \quad (5)$$

这样, 对问题的研究就可以转化为一种确定的联系度来分析描述。

3. 运用集对分析理论研究消费函数的基本思路

3.1 基本思路

首先, 把居民的消费分成两个部分: 基本消费和附加消费。基本消费又可以称为最低消费, 是指一定时间内居民维持基本生活水平所必然要消费的部分, 即不管是高收入还是低收入, 是高消费还是低消费, 这部分消费必不可少, 因此所有居民的基本消费是相同的。附加消费是在基本消费得到满足的基础上的消费, 它的水平就取决于居民的收入水平和愿意消费的程度, 不同居民的附加消费显然是不相同的, 也就是说, 消费的不确定性主要体现在附加消费的不确定上。基于这种认识, 我们可以把收入按使用方式分成确定性消费部分、确定性不消费部分、不确定性消费部分。确定性消费部分就是指基本消费部分, 它与收入的比值就构成联系式中的系数 a ; 确定性不消费是指居民事先已纳入个人投资或固定储蓄预算的, 一般其转化为当前消费的可能性不大, 这是确定的非消费部分, 它与收入的比值就为联系式中的系数 c (这一部分可根据实际情况决定取舍, 在得不到实际数据的情况下视为 0); 剩下的是不确定性消费部分, 这一部分既可能用于改善生活或其他原因而追加的消费, 也可能沉淀下来形成手持现金或转化为储蓄等, 它与收入的比值就为系数 b 。对于不同收入及不同消费观念的居民来说, 其附加消费水平的高低就取决于 i 值的大小。这样可以构成对消费与收入之间关系的同、异、反分析。

考虑到实际中居民确定性预计的非消费部分不易控制, 为分析方便, 把它与不确定性部分合并, 这样消费与收入之间的关系可以进一步简化为用公式(3)来表达。也就是说居民消费取决于基本消费的水平 and 剩下收入中用于附加消费的程度, 也就是系数 a 和 i 值, 知道了两者就可以对消费进行描述, 进而分析和研究消费问题。

3.2 关于系数 a 和 i 值

由于经济理论上对基本消费并没有明确的规定, 因此根据实际情况, 可以采用多种方法来估计。较为简单的方法是以某地区或某城市的下岗或失业(或下岗)救济金作为确定基本消费的依据。这是我国政府明确的最低生活标准。但由于失业救济的面较窄, 一个人也不会终身失业(暂时的失业可以凭借原来的积累继续维持稍好的生活), 且还存在着享受救济的同时也照

样从事其他职业获得收入的可能等等,所有这些因素就会使以此计算的基本消费比实际水平偏低,而且由此也导致不确定消费部分范围扩大,不利于 i 值的估计。所以可以考虑以下两种方法:

方法一:以统计部门抽样调查的最低收入阶层的消费支出作为基本消费。根据大量的实际研究表明,这些居民的年平均消费倾向大多接近100%,即几乎所有的当年收入都用于消费。

方法二:用英国著名的经济学家、诺贝尔经济学奖获得者 R. Stone 提出的线性支出系统 (LES) 来估计。LES 的基本思想是把消费分为基本消费和附加消费,通过运用数学模型对同一时间不同收入的不同消费水平的截面数据进行回归分析来估算基本消费。这种理论的关键也是假设某一收入阶层的食品消费为所有居民的基本食品消费,由此推测其他七大类消费品或服务的基本需求。其基本模型为:

$$V_i = P_i X_i + b_i (V - \sum P_j X_j) \quad i = 1, 2, \dots, 8 \quad (6)$$

其中 V_i 表示对第 i 种商品的消费支出, P_i 是第 i 种商品的价格, X_i 是对第 i 种商品的基本需求量, V 是消费总支出, $\sum P_j X_j$ 为所有商品的基本需求支出, b_i 表示超过基本需求的支出中用于购买第 i 种商品的比重,称为边际预算份额,它应满足:

$$0 < b_i < 1 \quad \sum b_i = 1$$

如果令

$$a_i = P_i X_i - b_i \sum P_j X_j \quad i = 1, 2, \dots, 8 \quad (7)$$

那么(6)可以变型为直线回归模型 $V_i = a_i + b_i V$,利用截面数据可得到相应的参数 a_i 和 b_i ,若食品基本支出 $P_1 X_1$ 已知,就可知 $\sum P_j X_j$,根据(7)式就可估计其他基本消费。

基本消费确定后,可以根据各阶层的消费实际情况对附加消费进行加权平均或利用线性回归估计 i 值。

4. 应用举例

根据《湖北统计年鉴》(1999)抽样调查提供的资料,可以得到表1中的数据:

表1 湖北省城镇居民家庭按收入分组的平均收支情况(单位:元)(1998年)

项目	总计	最低收入户	低收入户	中等偏下户	中等收入户	中等偏上户	高收入户	最高收入户
可支配收入	4826.4	2280.4	3013.7	3799.8	4692.0	5754.5	6910.8	9011.7
消费性支出	4074.4	2236.3	2894.1	3398.8	4126.7	4810.5	5517.8	6319.5
食品	1787.7	1222.8	1480.7	1660.7	1813.9	1967.3	2172.2	2363.9
衣着	537.1	212.4	328.3	431.2	615.4	630.4	770.7	850.1
家庭设备用品	289.3	78.4	126.1	175.5	252.0	418.2	400.0	730.2
医疗保健	176.3	87.9	144.9	142.0	163.0	221.7	210.9	306.6
交通和通讯	214.4	85.5	154.1	160.3	216.3	257.5	326.2	372.1
娱乐教育文化	521.6	254.6	317.5	390.6	504.7	665.1	799.3	875.2
居住	401.6	233.5	257.8	328.7	427.1	483.8	568.1	541.1
其他	146.5	61.1	66.7	109.8	144.4	166.6	270.3	280.3

若采用第一种方法以最低收入户的消费性支出为基本消费(最低收入户的实际消费倾向为0.98,也就是说几乎所有的收入都用于消费),则1998年湖北省城镇居民家庭的人均基本

消费为 2236.3 元,人均可支配收入为 4826.4 元。因此 1998 年湖北省城镇居民的收入与消费之间的联系式为:

$$\mu = 0.46 + 0.54i \quad (8)$$

也就是说 1998 年湖北省城镇居民最低可能有 46% 的收入用于消费,有 54% 的收入是否用于消费是不确定的。根据计算, i 值为 0.70, u 为 0.84。

若采用第二种方法。由于以最低收入户的食品支出作为所有收入阶层的食品基本支出时系统分析无效,所以只能以低收入户的食品消费作为所有居民的最低食品消费。用 LES 估计的八大项基本消费为 1480.7,356.3,131.8,124.9,140.0,342.9,300.9,82.9(这些估计均通过了各种假设检验,具体过程及方法略),合计为 2960.4 元。则 1998 年湖北省城镇居民的收入与消费之间的关系为:

$$\mu = 0.61 + 0.39i \quad (9)$$

即 1998 年湖北省城镇居民最低可能有 61% 的收入用于消费,有 39% 收入是否用于消费是不确定的。根据计算,此时的 i 值为 0.59,同样 u 为 0.84。

比较上述两种方式,虽然结果相同,但具体内容有差别。原因是第一种方法认为最低收入户的基本消费得到了满足,第二种方法则认为由于收入太低,不仅最低收入户的基本消费没有满足,且低收入户也没有达到。由此可以得出结论:如果低收入阶层的收入能进一步提高(即达到按第二种方法要求的基本消费),高收入阶层的消费不变或相应提高,则(9)式中的 i 值可达到或接近(8)式中的 i 值水平,这样居民的整体消费倾向会更高。

根据上面的结果,我们可以认为提高社会消费水平的方式有两种:一种是提高基本消费比例,另一种是提高不确定性消费中用于消费的比例,其中前者的意义更大。因为不确定性的系数 i 值总是小于 1。如果增加低收入家庭的收入,从而可以增加社会基本消费,高收入家庭的收入保持不变,那么基本消费的比例可以增加,不确定性系数并不会等比例地减少,那么整个社会的消费倾向会进一步提高。因此提高低收入阶层的收入、增加高收入阶层的消费是解决消费问题的有效办法。

由此可见,运用集对分析理论研究消费函数为我们认识和解决消费问题提供了新的思路 and 依据。即把不确定的消费问题细分成确定与不确定两个部分进行深入研究,通过对两方面分别进行控制,进而达到解决问题的目的。

参 考 文 献

- 李子奈.1992. 计量经济学——方法和应用. 北京:清华大学出版社
梁小明.1996. 高级宏观经济学教程(上册). 北京:北京大学出版社
吴良国,田益祥.2000. 城镇居民消费结构变化趋势及实证分析. 安康师专学报,12(4):30~33
赵克勤,宣爱理.1996. 集对论——一种新的不确定性理论方法与应用. 系统工程,14(1):18~23

集对分析在动态规划构模中的应用

崔雪丽 马 良

(上海理工大学管理学院, 上海 200093)

摘 要

本文在近年提出的集对分析理论上, 针对一类连续型动态规划问题, 考虑了现实中常常存在的某些影响到决策的不确定因素, 进行了全面的分析, 较好地解决了有关问题。

关键词: 集对分析 动态规划 决策

1. 概 述

在生产和科学实验中, 我们常会碰到这样一些问题, 其过程分为若干个互相联系的阶段, 在每一个阶段都需要做出决策。这类决策依赖于当前的状态, 又随即引起状态的转移, 从而在变化的状态中产生出一个决策序列, 故有“动态”的含义。这种所谓的动态规划如今已是运筹学中的经典内容, 由于每个阶段的决策都不是任意确定的, 还要考虑到对以后发展的影响, 因而, 它不像线性规划那样有一个标准的数学表达式和明确定义的一组规则, 而必须对具体问题进行具体分析处理。一般来说, 动态规划所研究的问题是与时间有关的, 它根据一类多阶段决策问题的特点, 把多阶段决策问题按时间或空间的特征划分成若干个前后相接的时空阶段, 使其变换为一系列互相联系的单阶段问题, 然后逐个加以解决, 从而求出整个问题的最优决策序列。

本文在近年提出的集对分析理论(赵克勤, 2000)的基础上, 针对一类连续型动态规划问题, 考虑了现实中常常存在的某些影响到决策的不确定因素, 进行了全面的分析, 较好地解决了有关问题。

2. 集对分析思想

集对分析理论自 20 世纪 80 年代末提出以来, 已在自然科学、社会科学等众多领域得到了广泛应用。我们知道, 在现实世界中, 不确定性相对于确定性是普遍存在的。集对分析(Set Pair Analysis, 简记 SPA)的特点就是对客观存在的种种不确定性给予客观承认, 并把不确定性与确定性作为一个既确定又不确定的同异反系统进行辩证分析和数学处理。从系统科学角度看, 集对既可以是系统内任两部分要素组成的对子, 也可以是系统与环境组成的对子。集对分析的基本思路是在一定的问题背景下, 对一个集对所具有的特性展开分析, 从而找出两个集合所共有的特性、对立的特性和既非共有又非对立的差异特性, 由此建立起在相关问题背景下的两个

集合的同异反联系度表达式:

$$\mu = a + bi + cj$$

式中, a 表示集对的一度, b 表示集对的差异度, c 表示集对的对立度, i 为差异度系数, j 是对立度系数。此外, 联系度还可以简写成:

$$\mu = a + bi$$

$$\mu = a + cj$$

$$\mu = bi + cj$$

在实际应用中, 可以根据不同情况选择联系度的不同表达形式。

3. 基于 SPA 的动态规划构模

由于动态规划的应用领域非常广泛, 这里仅以资源分配问题(钱颂迪等, 1995)为例, 探讨一下如何应用集对分析的有关思想来作出决策。

现有一机器负荷分配问题: 某机器可以在高低两种不同负荷下进行生产, 在高负荷下进行生产时, 产品的年产量 g 和投入生产的机器数 x_1 的关系为:

$$g = g(x_1)$$

这时, 机器的年完好率为 μ_1 , $0 < \mu_1 < 1$, 在低负荷下生产时, 产品的年产量 h 和投入生产的机器数量 x_2 的关系为:

$$h = h(x_2)$$

相应的机器年完好率为 μ_2 , $0 < \mu_2 < 1$ 。

假定开始时完好的机器数量为 s_1 , 要求制定一个五年计划, 在每年开始时, 决定如何分配完好的机器在两种不同的负荷下生产的数量, 使在五年内产品的总产量达到最高。

由日常经验我们可以知道, 机器的完好率是受很多因素影响的, 如机器的保养、定时检修、生产过程中的规范操作等。因此, 每年的生产过后, 机器的回收利用率是不确定的。为了能全面、准确地做出决策, 用联系度来表示机器的年完好率:

$$\mu_1 = 0.7 + 0.3i$$

$$\mu_2 = 0.9 + 0.1i$$

i 在 $[-1, 1]$ 之间取值: 当 $i = -1$ 时, 说明机器可能由于保养不好、没有及时检修或是其他原因而导致折旧率增大; 当 $i = 1$ 时, 说明机器的完好率达到了极大, 当然这种情况不可能永远存在, 随着时间的增加, 机器总归会有折旧。

已知机器在高负荷下生产的产量函数为 $g = 8x_1$; 在低负荷下生产的产量函数为 $h = 5x_2$; 开始生产时完好的机器数量 $s_1 = 1000$ (台)。

首先构造这个问题的动态规划模型:

设阶段序数 k 表示年度。

状态变量 s_k 为第 k 年度初拥有的完好机器数量, 同时也是第 $k-1$ 年度末时的完好机器数量。

决策变量 x_k 为第 k 年度中分配高负荷下生产的机器数量, 于是 $s_k - x_k$ 为该年度中分配低负荷下生产的机器数量。

状态转移方程为