

多维界壳约束下的模糊可拓经济控制

李 华¹, 刘 峰², 贺仲雄²

(1. 华为技术有限公司, 深圳 518057; 2. 北方交通大学网络管理研究中心, 北京 100044)

[摘要] 讨论了复杂大系统, 特别是经济系统的智能控制问题, 把参与竞争的实体视为模糊可拓经济空间的一个点, 把各种限制约束条件视为一个多维界壳, 并定义了界壳的约束度。实体在参与竞争时, 首先要获取信息, 删除噪声, 然后寻求界壳与界门, 必要时调用可拓力, 以达到预定目标。

[关键词] 复杂大系统; 模糊可拓经济空间; 界壳; 冲击界门; 可拓

1 引言

随着社会的不断发展, 全球科学技术水平的不断提高, 人类在高速发展中走进了新世纪。特别是经济系统, 随着全球经济的持续高速增长, 更成为万众瞩目的焦点。1994年11月16日宋健院士提出: “系统工作者要敢于接触前沿, ……市场这东西是开放的复杂巨系统, ……要充分认识市场, 系统科学家们有可能做出根本性贡献。”^[1] 在国际自动控制联合会第14次代表大会上, 他又提出, 控制论专家和工程师要进一步发展和大力推广应用控制论和自动化技术, 将人类社会不断推向前进^[2]。面对当今错综复杂的经济局势, 有必要建立一套经济控制系统, 以引导和控制经济系统的持续健康的发展。但是, 由于经济系统本身是一个开放的宏观复杂大系统, 内部关系错综复杂, 很难直接找出其中的运动规律, 一些传统的学科在处理这些经济问题时, 又往往显得力不从心。所以, 综合各学科的知识, 尤其是一些新兴学科和交叉学科的理论, 建立一套行之有效的经济系统控制方法——模糊可拓经济控制 (FEEC)^[3] 就是在这种背景下产生并逐步发展起来的一套经济控制理论。正如宋健院士所

说的那样: 世界上真正的线性系统很少, 取线性是不得已而为之^[2], 这种经济控制理论也是建立在非线性理论的基础上的。

本文将以模糊可拓经济控制 (FEEC) 理论为核心, 并结合集对分析^[4]、可拓学^[5] 和界壳论^[6] 等新兴学科, 对经济系统的控制展开讨论。

2 界壳论与经济约束界壳

界壳论^[6] 是我国学者曹鸿兴提出的一门新兴的系统工程理论, 是关于系统周界的一般理论, 它不研究一个个具体界壳, 而是研究系统周界的共同性质的理论。

如果系统的周界具有卫护系统的生存和发展、可行环境和系统之间的交换, 则称这样的周界为界壳。在一个系统中, 界壳处在系统的外围, 由界壁和界门组成, 界壁是“绝缘”的, 不容许物质、能量和信息通过; 界门起交换功能的作用, 是环境与系统间交换的通道。

设 S_0 为 n 维欧几里德空间 R^n 中的一个超球面, 其半径为单位 1, 在 S_0 上存在有限个界门 G_m , $m < \infty$, 则称 S_0 构成了一个标准界壳:

$$J = \{ S_0, 1, G_m \},$$

[收稿日期] 2001-02-28; 修回日期 2001-03-15

[基金项目] “八六三”高科技发展计划资助项目 (863-306 ZD06-03-6)

[作者简介] 李 华 (1971-), 男, 四川广汉市人, 深圳华为技术有限公司工程师, 硕士

称由任一界壳 B 到 J 的一个映射, $W: B \rightarrow J$ 为壳函数。

首先来定性地讨论与经济有关的界壳性质。

任何一个界壳, 它至少有六个属性 (为简单暂以 6 个讨论): 人力、财力、物力、时间、技术和工具, 其模糊隶属函数 $\Phi_i(x_i)$ 见表 1, 其隶属度 μ_i 可以由聘请的专家和 WAS 系统^[7] 给出。

表 1 界壳的属性

Table 1 Propoty of Jieke

变量	人力	财力	物力	时间	技术	工具
函数	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6
隶属函数	$\Phi_1(x_1)$	$\Phi_2(x_2)$	$\Phi_3(x_3)$	$\Phi_4(x_4)$	$\Phi_5(x_5)$	$\Phi_6(x_6)$
隶属度	μ_1	μ_2	μ_3	μ_4	μ_5	μ_6

其壳函数可分别表示为:

$$J_i = \int_{S_i} \Phi_i(x_i) dS_i,$$

$$J = \int_S \Phi(x_1, x_2, \dots, x_6) dS = \bigcup_{i=1}^n J_i.$$

其中: $i = 1, 2, 3, \dots, 6$,

$$S = S_1 + S_2 + S_3 + S_4 + S_5 + S_6.$$

这样, 就可以用模糊数学的方法刻画出了一个界壳模型, 并用模糊方法来讨论一个界壳的性质。

也可用物元模型来描述一个界壳, 一个界壳有众多属性, 按照可拓学^[5]理论, 可将其表示为

$$J = \begin{bmatrix} \text{界壳,} & \text{大小,} & V_1 \\ & \text{形状,} & V_2 \\ & \text{界门类型,} & V_3 \\ & \text{开放度,} & V_4 \\ & \text{交换率,} & V_5 \\ & \vdots & \vdots \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} J, & C_1, & V_1 \\ & C_2, & V_2 \\ & C_3, & V_3 \\ & C_4, & V_4 \\ & C_5, & V_5 \\ & \vdots & \vdots \end{bmatrix}$$

其中, C_i 为特征, V_i 为相应 C_i 的量值。

通过以上描述, 将界壳论与模糊数学、可拓学有机地结合在一起, 将其理论互相交融并应用, 为以后的工作打下了基础。

衡量一个界壳的综合属性, 可以用界壳的约束

度来描述。

定义 1 设界壳的约束度为界壳的各属性所占的权重与界壳的各属性相应隶属度乘积的有界和, 其值 ≥ 1 时取 1。它们的值可用多种方法求得, 最简单的方法是调用权重分配系统 (WAS)^[7], 输入专家意见后, 由该系统自动给出。

界壳的其他性质^[6]:

1) 界壳开放度 集系统界壁所占面积与周界和环境接触的表面积之比为界壳闭合度, 则 (界壳开放度) = $1 - (\text{界壳闭合度})$, 显然开放度越大, 界壳越容易变形和被击破。

2) 界壳交换率 其定义为存在于环境与系统的可交换量与通过界门的实际交换量之比。

界壳的总的交换速率为

$$E = \sum_{i=1}^n E_i,$$

其中, E_i 为第 i 个界门总面积、单位时间内进行的实际交换量。对于一个系统而言, 针对不同的情况应当选用不同交换速率的界壳。

3) 界门复杂性指数 一个高复杂性系统相应的界门复杂程度也高, 可用复杂性指数来描述。

4) 界壳界门的模糊化 在讨论界壳与界门时, 可以用模糊数学的方法来进行。一个界门 G 由很多因素构成, 其中: 不可控量有位置、类型、……; 可控量有流量、开启宽度、时间、……。为了确定各个因素的取值以及它们之间的关系, 可以将它们映射到模糊空间, 即:

$$G: \xrightarrow{\sigma} F.$$

其中: F 为一组模糊语言, $F = \{\text{很好, 好, 较好, 一般, 差, 较差, 很差}\}$ 。这样就能够用模糊方法对其进行分析与讨论了。

例如, 要冲击界壳, 必须找到一个界壳上的强度最薄弱的界门。用模糊数学中求隶属度的方法 (可按表 1 介绍的方法), 求出每个界门的隶属度为 μ_j , 则可以冲击的界门应当满足:

$$\lambda = \bigwedge_{j \in J} \mu_j.$$

在人类所处的各个环境和系统中, 界壳现象无所不在, 特别是在一些宏观复杂的大系统中, 比如经济系统, 有许多外部无形的约束条件, 其内部也有许多错综复杂、相互制约的因素。这种界壳是一种多维空间中的多维界壳, 其界壳范围模糊, 界门也是模糊的, 属于第三类模糊界壳。这类界壳的寻求与控制是工作的重点。

复杂大系统的界门寻求与控制的方法, 在文献[8]中已有详细的研究, 应用该理论, 就能够比较好地处理经济系统的界门问题, 这就为建立经济控制模型提供一个基本方法。

3 FEEC 的基本原理与应用

FEEC^[3]是一种模糊可拓经济控制方法, 它结合可拓学、模糊控制技术、集对分析和其它一些最新系统科学理论, 将经济系统看作一个开放的宏观复杂巨系统, 运用从定性到定量的综合集成法, 进行经济分析和控制研究。在进行系统分析时, 首先要确定一个论域, 即模糊可拓经济空间 (FEES)。

定义2 一个经济实体由三部分构成: 名称及所属部门、经济势、管理部门, 它们构成一个相对独立的整体。

定义3 经济实体的经济势具有如下形式:

$$S = \{A + B\mathbf{i} + C\mathbf{j} + D\mathbf{k} \mid A \in F^2, B \in F^m, C \in F^n, D \in F^l\}.$$

其中:

F 为一组表示程度的模糊语言, $F = \{\text{很好, 好, 较好, 一般, 差, 较差, 很差}\};$

$A = (a_1, a_2)$, a_1 是总体评价, 如很好、较差等; a_2 是发展趋势, 也就是 a_1 对时间的导数, 即 $a_2 = \frac{da_1}{dt}$, 如: 发展趋势很好、一般等。

$B = (b_1, b_2, \dots, b_m)$, 表示实力部分, 设有 m 个指标, 如资金、产品、设备、人员等。

$C = (c_1, c_2, \dots, c_n)$, 表示虚力部分, 设有 n 个指标, 如名牌效应、信誉、市场占有率、信息灵敏度等。

$D = (d_1, d_2, \dots, d_l)$, 表示可拓部分, 设有 l 个指标, 即 l 个可拓机遇。

各元素之间有如下关系:

$$a_1 = \zeta \frac{\sum_{i=1}^m \alpha_i b_i}{\sum_{i=1}^m \alpha_i} + \delta \frac{\sum_{j=1}^n \beta_j c_j}{\sum_{j=1}^n \beta_j} + \varphi \frac{\sum_{k=1}^l \gamma_k d_k}{\sum_{k=1}^l \gamma_k},$$

其中: ζ, δ, φ 分别为实力部分、虚力部分和可拓部分的权重, 具体数值由 WAS^[7] 计算得出, 但必须满足

$$\zeta + \delta + \varphi = 1;$$

$\alpha_i (i = 1, 2, \dots, m)$ 是实力部分的分指标权重, 满足

$$\sum_{i=1}^m \alpha_i = 1;$$

$\beta_j (j = 1, 2, \dots, n)$ 是虚力部分的分指标权重, 满足

$$\sum_{j=1}^n \beta_j = 1;$$

$\gamma_k (k = 1, 2, \dots, m)$ 是可拓部分的分指标权重, 满足

$$\sum_{k=1}^l \gamma_k = 1.$$

具体 $\alpha_i, \beta_j, \gamma_k$ 由 WAS 系统计算得出。

经济实体的功能规则是一组模糊可拓规则, 一般形式为:

$$\text{If } x_1 = f_1, x_2 = f_2, \dots, x_n = f_n \\ \left\{ \begin{array}{l} \text{Then } R_1 \text{ extension } R_{e1} \\ \text{Else } R_2 \text{ extension } R_{e2} \\ \dots \end{array} \right.$$

其中 x_i 和 $f_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 是外部状态变量及其模糊取值, R_1 和 R_2 是模糊规则 (集合), R_{e1} 和 R_{e2} 是模糊可拓规则 (集合)。模糊可拓规则是指与模糊规则所要达到的目标相关的非经济方法及因素, 是对模糊规则的扩充, 并提出有益的提示。

定义4 A, B, C, D 四部分既相互联系又相互制约, 构成了一个有机的整体。经济实体的功能规则是一组模糊可拓规则, 是对基于 Fuzzy 逻辑的模糊规则的扩充。在特定的时间内, 一组相对稳定的经济实体及所处的政治、经济、社会、地理环境就构成了一个模糊可拓经济空间。

这样, 经济实体的变化或经营活动就是 FEES 中一个点到另一个点的移动过程, 利用规则对经济实体进行变换控制, 从而使实体在空间中沿一条特定的路径达到满意的状态。其思路如图 1 所示^[12]。

建立 FEEC 控制器的简要步骤:

step 1 调查分析社会、经济环境, 建立相应的经济空间和可拓经济空间, 建立待控制系统的经济实体模型。广泛收集信息, 确定控制的目标状态集 SPA_A 和指标体系, 用 WAS 确定指标的权重。

step 2 分析现状, 确定当前状态集 SPA_B, 分析集对 A, B 的同、异、反, 并计算 SPA(A_B), 如果目标状态可行, 选择适当的控制对象, 建立初始控制器 R_0 , 否则返回 step 1。

step 3 在转换策略的分析中, 确定 A, B 的

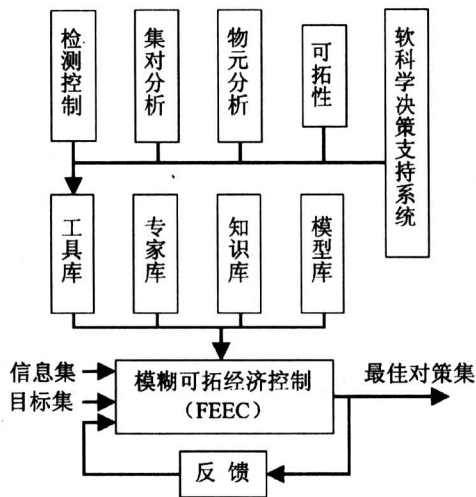


图1 FEEC示意图

Fig.1 Sketch map of FEEC

关联物元, 分析虚力与实力的关联因素及权重。

step 4 确定控制规则集合, 并运用 WAS、3-4-3 法^[5]、FGR 转换桥^[9]、虚实转换器等进行调整反馈, 实现初步 IAD 系统^[10]。

step 5 用 FHW^[11] 进行评估, 选出一级控制器 R_1 。

重复 step 2 至 step 5, 不断反馈, 建立各级控制器, 最后建立传递闭包 $R^+ = \bigcup_{i=1}^n R_i$ 。即为 FEEC 控制器的初步构造。在实践中结合实际情况和专家意见不断修改和完善这一雏形, 最终得到满意的经济控制器。

FEEC 是专为解决经济现象中的市场调控、经济分析、预测、决策等复杂问题而建立的, 尤其适用于解决宏观复杂大系统的调控问题, 已初步应用于以下方面: 在交通控制^[13]、医疗诊断^[14]、建筑施工^[15]、经济噪声分析^[16]、经济预警^[17]等应用, 为解决宏观复杂大系统的调控问题提供新的手段。

这方面的应用都存在一个多维约束界壳的问题, 重点是虚实可拓转换。必须能把其虚力尽可能地转化为实力。但是, 虚力又不能够太大, 否则将冲破界壳, 导致界壳破裂, 典型的例子如牟其中的南德集团^[18]、郑百文事件等等。

4 噪声、可拓力与消错

广泛的收集信息是人们进行决策的基础。然而开放的经济系统时时刻刻都在与外界进行信息交

换, 这样不可避免的会介入一些随机的不可思议的信息, 或者是一些起干扰作用的虚假信息 (称为经济噪声^[19]), 这样使得市场信息异常复杂, 从而给经济控制系统带来危害和隐患, 因而必须除去这些经济噪声。

由界壳理论^[6]可知, 若将系统中的 n 种状态记为:

$$X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\},$$

界壳的 m 种状态记为:

$$Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}.$$

定义 5 若 p 是 x 出现的概率, 则:

信息熵为

$$H(X) = - \sum_x p(x) \lg p(x),$$

$$H(Y) = - \sum_y p(y) \lg p(y);$$

条件熵为

$$\begin{aligned} H(X|Y) &= - \sum_y p(y) \sum_x p(x|y) \lg p(x|y) = \\ &= - \sum_x \sum_y p(x, y) \lg p(x|y), \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} H(Y|X) &= - \sum_x p(x) \sum_y p(y|x) \lg p(y|x) = \\ &= - \sum_y \sum_x p(x, y) \lg p(y|x); \end{aligned}$$

联合熵为

$$H(X, Y) = - \sum_x \sum_y p(x, y) \lg p(x, y),$$

系统内和界壳的最大联合熵为

$$H_{\max}(X, Y) = \lg(m \times n) = H_0,$$

最小联合熵为

$$H_{\min}(X, Y) = 0;$$

定义冗余度为

$$R = \frac{H_0 - H(X, Y)}{H_0}.$$

当 $H(X, Y) = H_0$ 时, 表示了系统内和界壳匹配最差,

$$R_{\min} = (H_0 - H_0) / H_0 = 0$$

当 $H(X, Y) = 0$ 时, 表示了系统内和界壳匹配最好,

$$R_{\max} = (H_0 - 0) / H_0 = 1.$$

冗余度表达了系统的信息熵相对于可能的最大熵之间的距离。对于理想的预测决策来说, 熵越大, 即信息量越大, 则预测模型的依据越客观, 结果越具有科学性。如果信息量很少, 预测模型的依据只是一些几乎肯定出现的信息, 那么这样的预测

结果无法正确反映客观事实。但是，并不是信息熵越大越好，因为随着信息熵的增加，信息量变大，信息集中的偶然因素也相应增加。在预测条件达不到相应要求的条件下，过多的处理这些信息反而会降低识别精度。为了减少噪声的出现，在信息的采集阶段，信息熵的取值不应过大，以防止采集到不确定程度过高的信息。另外，对于已经采集的信息，可以利用 WAS 权重分配系统，给不同的信息分配不同的权值，在计算过程中针对信息的权值有所侧重，从而降低噪声的污染程度。

可拓学^[5]是研究物元的可拓性与开拓规律和方法的科学，它是一门贯穿于社会科学和自然科学的横断学科，着重从形式化的角度研究物元的可拓性和开拓的规律，运用定性和定量相结合的方法处理开拓问题。事物之间的相互作用称为广义力^[20]，开拓活动能否实现，物元变换能否进行，决定于广义力的作用。广义力来源于广义能，智能与物能是广义能的两种主要形式，智能包括权能、名能和感情能等，物能包括财能和各种天然能等。可拓力学就是研究广义能、广义力以及它们之间的作用规律的一个可拓学分支。

一个可操作的模型必须是可量度的，这些量度不仅仅表现在文字的“大小”、“强弱”、“高低”等形容词上，而且可以计算、演绎及推理。要达到这一目的，必须对研究对象进行量化。规定什么条件下量大，大的程度为多少，什么条件下量小，小的程度是多少等，由于可拓力学中的广义能及广义力来源比较复杂，加上其中可能受到感情力^[20]的影响，可以建立起一个可拓力学的模糊控制模型，对其进行推理和控制。

设两个论域 X, Y 为广义能的集合， $\tilde{P} \rightarrow \tilde{Q}$ 是 $X \times Y$ 上的一个广义力模糊关系，则其模糊隶属函数为：

$$(\tilde{P} \rightarrow \tilde{Q})(x, y) = (\tilde{P}(x) \wedge \tilde{Q}(y)) \vee (1 - \tilde{P}(x))$$

其中 $\tilde{P}(x), \tilde{Q}(x)$ 可取 $[0, 1]$ 中的任何值，“ $\wedge$ ”、“ $\vee$ ”分别为最小、最大运算。

这样，根据所选的论域 X, Y 就可以得到一个模糊广义力的关系矩阵 $\tilde{R}$ 。

根据关系式

$$\tilde{A} \circ \tilde{R} = \tilde{B},$$

来确定可拓力学中广义能与广义力之间的变换关

系。简单描述为：

If $\tilde{P}_1$ then $\tilde{Q}_1$ else $\tilde{T}_1$;

If $\tilde{P}_2$ then $\tilde{Q}_2$ else $\tilde{T}_2$;

.....

综合为 If $\tilde{P}$ then $\tilde{Q}$ else $\tilde{T}$ 。

然后，可用 F-控制、可拓控制理论去进行控制，必要时应用消错学^[21]的 15-6-3 法进行消错转换。

5 多维界壳约束下的 FEEC

根据前面的介绍，可以得到多维界壳约束下的 FEEC 流程图，见图 2。

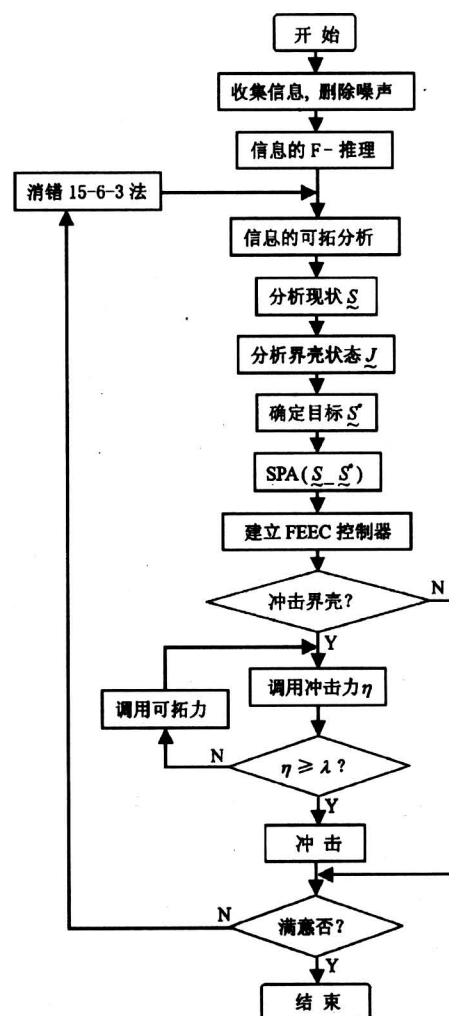


图 2 多维界壳约束下的 FEEC 流程图

Fig.2 Flow chat of FEEC with restriction of multi-dimension jieke

6 应用

这套理论是在实践的基础上总结出来的。曾用于对南方某效益很差、面临倒闭的鞋厂进行分析与决策,从而使它扭亏为盈^[22]。在这里对其作简单的分析:

利用集对分析的理论,在这个经济系统中,现状为:

$$\tilde{S} = \begin{bmatrix} \text{现状, 销量, 少} \\ \text{质量, 好} \\ \text{款式, 中等} \\ \text{宣传, 差} \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}.$$

其理想的目标 $\tilde{S}^*$ 为

$$\tilde{S}^* = \begin{bmatrix} \text{目标, 销量, 大} \\ \text{质量, 好} \\ \text{款式, 中等} \\ \text{宣传, 较大} \\ \vdots \\ \vdots \end{bmatrix}.$$

通过对现状 $\tilde{S}$ 和理想目标 $\tilde{S}^*$ 进行集对分析,可以确定这两者之间存在一个模糊界壳:顾客心理。

这个界壳在经济系统中,是多维约束条件下的界壳。通过聘请专家、调用 WAS 系统对这个界壳进行分析,再找出可以冲击的界门,经过充分的研究后,调用了两种可拓力:广告费与名人效应,在宣传上加大力度,使得 $\eta \geq \lambda$, 最终实现扭亏为盈的目标。

7 发展展望

在以下一些方面,对本套系统还可以进行完善:

1) FEEC 的理论深化 FEEC 中最关键的步骤是建立一个经济控制器进行虚实转换和调控,如何才能得到更高效、更满意的经济控制器,需要去探索。目前是依靠经验和专家的意见,希望能有更好的方法建立这个控制器。

同时,可以建立一个控制模式库,将各种控制规则放到这个模式库中,针对不同的情况调用不同的控制模式,建成一个专家决策支持系统。也可以利用这个控制模式库进行模式识别,对企业中的问题进行诊断和调控,解决企业中存在的问题。也可与数据仓库(Data Warehouse)的应用联系起来。

2) FEEC 中的界壳变换与驿站选择 FEEC 的建立受到很多方面的约束,如时间界壳、空间界壳、人力界壳、物力界壳、财力界壳、环境界壳等等,如何对这些界壳进行变换,使它们能够互相进行物元转换,充分利用,并分析其可行性,也是一个亟待解决的问题。

同时 FEEC 在调控的过程中,将一种状态调控到另一种状态,中间有很多可能的路径,哪条路径才是最令人满意的路径,这就需要对 FEES 中的各个驿站进行合理选择,使调控更为有效。

3) 利用 FEEC 进行动态评估 FEEC 也可以用于经济系统的动态评估。其主要思想是:设 F_e 代表一个动态的经济系统, F_g 代表模糊灰色物元空间,如果能够作出如下映射:

$$\sigma: F_e \xrightarrow{\sigma} F_g,$$

即将市场经济系统从模糊可拓经济空间映射到模糊灰色物元空间,在模糊灰色物元空间中对其进行动态评估。评估变换界壳将是一个很有用的研究课题。

4) 更广泛的应用空间 FEEC 是将一种状态调控到另一种状态的宏观调控方法,它不仅适用于经济模型,更适用其他方面。如:信息分析、技术引进、投资分析等诸多方面。完全可以仿照模糊可拓经济控制器建立的方法,建立这些模型的控制,对其进行虚实转换和调控,达到其理想目标。

此外,还可以考虑将本套系统与新兴的粗糙集(Rough Set)理论^[23,24]中的粗糙信息、粗糙相等粗糙决策方法结合起来,另外还可利用 Vague Set^[25]的真、假隶属度概念,将其理论基础进行进一步的充实,使得本套系统更加完善,更好地为国民经济服务。

可以预见,在未来的经济领域内,随着世界经济的持续发展,以及这套经济控制系统的不断完善,后者在新的世纪一定有其广阔的应用空间。

参考文献

- [1] 宋健. 加强基础研究, 逼近科学前沿 [J]. 系统工程理论与实践, 1995, 2: 1~5
- [2] 宋健. 智能控制——超越世纪的目标 [J]. 中国工程科学, 1999, 1(1): 1~5
- [3] 贺仲雄, 魏小涛. 模糊可拓经济控制 [J]. 北方交通大学学报, 1996, 3: 657~661
- [4] 赵克勤. 集对分析及其初步应用 [M]. 杭州: 浙江科学技术出版社, 2000

- [5] 蔡 文, 杨春燕, 林伟初. 可拓工程方法 [M]. 北京: 科学出版社, 1998
- [6] 曹鸿兴. 系统周界的一般理论——界壳论 [M]. 北京: 气象出版社, 1997
- [7] 阎 浩, 贺仲雄. 权重分析系统 [J]. 系统工程与电子技术, 1992, 4: 41~45
- [8] 王 珂, 贺仲雄. 复杂大系统中模糊界壳与界门的寻求与控制 [A]. 2000 年系统工程年会论文集 [C], 2000. 81~86
- [9] 魏小涛, 贺仲雄. 转换桥与 WAS-FGR 系统 [J]. 系统工程理论与实践, 1997, 6: 40~44
- [10] 贺仲雄. 模糊信息分析决策支持系统 [J]. 北方交通大学学报, 1997, 3: 331~336
- [11] 贺仲雄, 赵大勇, 李健文, 等. 模糊数学及其派生决策方法 [M]. 北京: 中国铁道出版社, 1992
- [12] Zhang Wanjun, Wang Zhenyu, Zhao Yi, et al. On fuzzy extension decision system of the large-scale system [A]. WCICA2000 Proceedings of the 3rd World Congress on Intelligent Control and Automation [C]. Hefei, China, Volume 4 of 5, 2000. 2302~2306
- [13] 李江涛, 王 莉. 解决大城市交通供需矛盾的 FEEC 方法 [J]. 吉林师范学院学报, 1996, 10: 18~22
- [14] 黄志国, 黄维江. 模糊医疗初探 [A]. 模糊分析与设计 [M]. 重庆: 重庆大学出版社, 1999. 229~234
- [15] 张 江. 基于模糊的 FEEC 在建筑建设工程、区域规划中的应用 [J]. 模糊系统与数学, 1999, 13: 274~278
- [16] 汪振宇. 经济信息的集对分析 [A]. 第五届集对分析年会论文 [C], 杭州, 1999
- [17] 李志辉, 黄树林, 朱家华, 等. 模糊可拓方法在经济预警预控制中的应用 [R]. 第二届中国软科学学术年会论文, 北京, 1998
- [18] 贺 睿, 贺 睿. 集对、界壳的可拓变换与突变 [R]. 全国第 1 届界壳论与第 6 届集对分析联合年会论文, 舟山, 2000
- [19] 常振兴, 贺仲雄. 模糊可拓经济控制的应用与新探索 [A]. 2000 年系统工程年会论文 [C], 宜昌, 2000: 213~219
- [20] 丛 林, 陈巨龙, 孙 波. 感情力与物元变换 [A]. 从物元分析到可拓学 [C], 1995. 307~311
- [21] 郭开仲, 张式强. 消错学引论 [M]. 广州: 华南理工大学出版社, 1995. 320~322
- [22] 摄影深度报导. 可拓学发展快 [N]. 科技日报 1996-08-13(1)
- [23] Pawlak Z. Rough set [J]. Intl J of Information and Computer Science, 1982, (11): 341~365
- [24] Pawlak Z. Rough set-theoretical aspects of reasoning about data dordrecht [M]. Glummer Academic Publishers, 1991
- [25] Gau Wenlong, Danied J B. Vague sets [J]. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1993, 23(2): 610~61

Fuzzy Extension Economy Control with the Restriction of Multi-dimension Jieke

Li Hua¹, Liu Feng², He Zhongxiong²

(1. Huawei Technology LTD, Shenzhen, Guangdong 518057, China;

2. Northern Jiaotong University, Beijing 100044, China)

[Abstract] This paper discussed the intelligence control of the complex large scale systems, especially of the economy system. The entity participated in competition is regarded as a point in the fuzzy extension economy space, and all kinds of restriction conditions as a N-dimensions' jieke. Then the definition of the jieke's restriction degree is given. When the entity participates in competition, it must get the information first, and wipe off the information yawp. In order to find the best jieke and jie-gate, the extension force can be used.

[Key words] complex large scale system; FEES; jieke; impact jie-gate; extension