

复杂系统质量生存决策的模型研究

叶明确¹, 张世英²

(1. 上海大学国际工商管理学院, 上海 201800; 2. 天津大学管理学院, 天津 300072)

摘要: 在复杂经济系统的生存决策模型的基础上加入期望约束, 提出并建立了一个基于资源、惯性和期望约束的质量生存决策的三维基本模型. 由于决策系统的质量生存性由质量生存核维持, 但在一般情况下得不到质量生存核的解析解, 因此对其大小、形状、位置进行了理论分析, 并根据理论分析结果, 按照不同质量生存特性将三维决策空间进行了定性区域划分, 最后用一个仿真实例进行了简单验证.

关键词: 复杂系统; 质量生存决策; 质量生存核

中图分类号: C934; N94

文献标识码: A

文章编号: 1007-9807(2005)04-0001-08

0 引言

在复杂经济系统中, 生存理论的目的是为了掌握复杂经济系统中出现的演化和适应的概念, 基于此目的, 许多学者利用生存理论在各个经济领域建立了多种经济分析模型, 从演化(或进化)的观点重新探讨了许多经济理论问题^[1~9]. 通过对上述模型的分析与总结, 可以发现, 与原有的经济系统的控制与决策相比, 复杂经济系统的生存控制和生存决策在决策目标、控制规律和决策者等方面都发生了巨大的变化: 1) 没有任何事先给定的最优化目标, 这反映了复杂系统的无目的集体演化特征. 系统的演化除了服从内在的非确定性机制和服从人们的惯性行为准则外, 唯一的目标就是生存, 即遵从经济中的各种稀缺约束. 2) 没有任何先验的控制规律, 控制规律是在系统动态运行过程中为维持系统的生存性而涌现出来的. 3) 没有一个全能的决策者能够控制系统的演化, 决策者从一个控制者变为一个调节者, 甚至仅是一个解释者.

这些模型加深了对复杂系统演化的理解认识, 并达成了对复杂系统控制与决策的一些共识,

部分模型已经能够反映现实和提供决策帮助, 但目前的模型还有不完善的地方. 基本上目前国内文献上所有的实证模型都是二维的, 一维表示状态, 一维表示控制量. 这样做的原因有三个方面: 1) 因为系统的生存演化只受到资源约束(状态表示)和惯性约束(控量表示), 只需要二维就基本可以说明清楚问题; 2) 目前的计算程序用来计算低维的(特别是二维的)比较有效, 增加一维就有可能超出了计算机的计算能力(在三维计算中精度提高到 n 倍, 计算量将增加 n^3 倍); 3) 在二维系统中通常能够计算出解析解, 这样比较便于进行理论分析. 而本文认为: 复杂经济系统的演化和决策中还有一个不容忽视的力量——即人们趋利避害的共同期望. 复杂系统的决策将是资源、惯性和期望的三方约束共同制约作用的结果. 本文在生存决策基本模型上, 加入了期望约束, 建立起一个质量生存决策的基本框架模型.

1 生存决策的基本模型

首先讨论基于资源约束和惯性约束的生存决策基本模型^[2]. 假定经济系统中状态变量为稀缺

收稿日期: 2003-08-29; 修订日期: 2005-05-28.
基金项目: 国家自然科学基金资助项目(69874028).
作者简介: 叶明确(1974—), 女, 安徽人, 博士, 副教授.

商品 x , 它的资源集为 $k \triangleq [ka, kb]$. 决策变量为非负价格 $p \geq 0$. 假定商品的自然消费增长率为 $g(x)$. 价格机制用来控制消费的增长, 价格机制因子是 $h(x) \geq 0$. 则经济决策系统可以表示为

系统动态:

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= g(x(t)) - h(x(t)) \cdot p(t), \\ p(t) &\geq 0 \end{aligned} \quad (1a)$$

生存决策目标:

$$x(t) \in [ka, kb] \quad (1b)$$

则生存决策系统 (1a) ~ (1b) 的生存策略为 $\{ \forall t \geq 0, p(t) \in k(x(t)) \}$, 其中生存策略映射 $k(x)$ 为

$$k(x) = \begin{cases} [0, p_A] & x = ka \\ [0,] & ka < x < kb \\ [p_B,) & x = kb \end{cases} \quad (2)$$

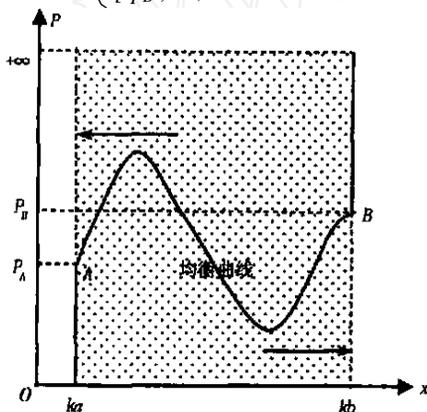


图1 生存策略映射的图(阴影部分)

Fig.1 Graph of the regulation map

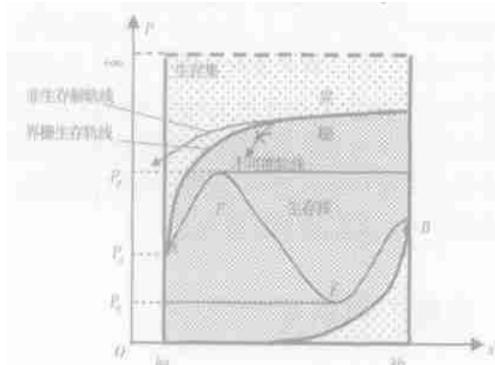


图2 生存集、生存核与界栅

Fig.2 Viability set, viability kernel and barrier

其中: p_A 是 $x = ka$ 点的均衡价格 $p_A = \frac{g(x)}{h(x)} \Big|_{x=ka}$, p_B

是 $x = kb$ 点的均衡价格 $p_B = \frac{g(x)}{h(x)} \Big|_{x=kb}$. 如图1所示, 在这种生存策略中, 当状态 x 将要到达上边界 kb 时, 必须一下子将价格提升到 p_B 以上才能保证系统的生存性, 而当状态 x 到达下边界 ka 时, 又必须一下子将价格降低到 p_A 以下才能保证系统的生存性. 即当消费到达稀缺区间边界时, 只有不连续(或脉冲)控制才能维持系统的生存性. 为了避免这种价格突变现象, 给控量一个缓冲机制, 在决策系统中加入了价格的速度限制条件, Aubin 中称为通货膨胀限制(bounds to inflation), 这里称为决策变量的惯性约束条件 $- \dot{p}(t) \leq c$. 此时, 复杂经济决策系统由如下的动态和约束构成

系统动态

$$\begin{aligned} \dot{x}(t) &= g(x(t)) - h(x(t)) \cdot p(t), \\ p(t) &\geq 0 \end{aligned} \quad (3a)$$

资源约束

$$x(t) \in [ka, kb] \quad (3b)$$

惯性约束

$$- \dot{p}(t) \leq c \quad (3c)$$

综合上述的动态与约束, 可用一个二维的消费 - 价格生存决策亚系统 (Metasystem) 表示为

亚系统动态

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = g(x(t)) - h(x(t)) \cdot p(t) \\ - \dot{p}(t) \leq c \end{cases} \quad (4a)$$

生存决策目标

$$\begin{cases} x(t) \in [ka, kb] \\ p(t) \geq 0 \end{cases} \quad (4b)$$

可以看出, 生存决策亚系统 (4a) ~ (4b) 中的二维状态变量 (x, p) 就是原生存决策系统 (1a) ~ (1b) 的状态变量和决策变量, 而生存决策亚系统的决策变量现在是价格速度量 $\dot{p}(t)$. 生存决策亚系统 (4a) ~ (4b) 就构成了复杂经济系统中生存决策的二维基本框架模型.

生存决策的目标是要让系统状态一直保持在生存集中, 根据生存定理^[1], 初始状态只有从生存核内出发, 才存在生存解. 在生存决策模型中, 生存集是 $\{ [ka, kb] \times R_+ \}$, 生存核就是消费量在 ka 和 kb 之间, 价格在 A 紧缩曲线和 B 膨胀曲线之间

的区域,记为 $B(A, B)$. 其中 A 紧缩曲线是指过 A 点且价格以速度 $p(t) = -d < 0$ 等速下降以促进消费的系统运行轨线, A 膨胀曲线是指过 A 点且价格以速度 $p(t) = c > 0$ 等速上升以减缓消费的系统运行轨线. 初始消费价格对 (x_0, p_0) 只有在 $B(A, B)$ 以内,才能维持系统的生存性. 生存集和生存核如图 2 所示.

在图 2 中, B 膨胀曲线和 A 紧缩曲线是生存核边界,根据 Quincampoix 的生存核边界的半透性定理^[10],生存核边界具有界栅特性:一旦消费-价格对轨线遇到这两条曲线,则此后的轨线不能再回到生存核内部(见图 2 中的不可能轨线). 也即在这两条曲线上,价格变化速度不是 $+c$ 就是 $-d$ (见图 2 中的界栅生存轨线),否则轨线就会离开生存核,尽管那时轨线还在生存集内,但一定会在有限时间内离开生存集,导致系统“死亡”(见图 2 中的非生存轨线). 为维持系统的生存性,生存解只能沿这两条曲线演化. 这表明当系统状态到达生存核边界时,系统的生存性就会变得极为脆弱,只要有点风吹草动,就会导致系统的“死亡”.

2 质量生存决策的基本模型和分析方法

2.1 质量生存决策的基本模型

复杂经济系统的质量生存决策(以下简称 Q-生存决策)模型应该至少具有如下的动态与约束:

系统动态

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = g(x(t)) - h(x(t)) \cdot p(t), \\ \dot{p}(t) = 0 \end{cases} \quad (5a)$$

资源约束

$$x(t) \in [ka, kb] \quad (5b)$$

惯性约束

$$-d < \dot{p}(t) < +c \quad (5c)$$

期望下限动态

$$\dot{w}(t) = -w(t) \quad (5d)$$

质量生存约束

$$\forall x(t) \in \text{Dom}(W), W(x(t)) \geq w(t) \quad (5e)$$

其中 $w(t)$ 是人们对生存质量的期望下限函数,

$W(x)$ 是生存质量函数. 质量生存约束是指在任意时刻,系统状态的生存质量都必须高于人们的期望下限. 式(5d)表明这个期望下限是时变的. 类似生存决策模型,令 (x, p) 为消费-价格亚系统的二维状态变量. 定义亚系统的质量生存函数 $W(x(t), p(t)) \triangleq W(x(t))$, 定义域为 $\text{Dom}(W) \triangleq [ka, kb] \times R_+$. 则上述的动态与约束可以用如下的 Q-生存决策亚系统概括表示

亚系统动态

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = g(x(t)) - h(x(t)) \cdot p(t) \\ -d < \dot{p}(t) < +c \end{cases} \quad (6a)$$

期望下限动态

$$\dot{w}(t) = -w(t) \quad (6b)$$

质量生存决策目标

$$\begin{cases} \forall (x(t), p(t)) \in \text{Dom}(W) \\ W(x(t), p(t)) \geq w(t) \end{cases} \quad (6c)$$

Q-生存决策亚系统(6a)~(6c)就构成了复杂经济系统中质量生存决策的三维基本框架模型.

在生存决策模型中,生存集是定义生存性的集合,生存核是保证生存性的集合,模型分析的基本任务是在生存集中找到生存核. 与生存决策类似,在质量生存决策模型中,质量生存核是保证系统质量生存性的集合^[11,12],模型分析的基本任务是确定质量生存集(简称 Q-生存集)中质量生存核(简称 Q-生存核)的大小、形状和位置.

2.2 Q-生存集与 Q-生存核

Q-生存集是用来定义 Q-生存性的集合. 给定一个生存质量的期望值 w ,则亚系统的消费-价格状态 (x, p) 相对于期望值 w 具有 Q-生存性是指:消费-价格对不仅是生存的,而且其上的生存质量还大于给定的期望值,即 (x, p) 满足 $x \in [ka, kb], p \in R_+$ 且 $W(x, p) \geq w$.

考察亚系统的生存质量函数 W 的定义域以及函数下图 $H_p(W)$ 的定义 $H_p(W) \triangleq \{(x, p) \in X \times R_+ \times R_+ \mid W(x, p) \geq w\}$, 可以将 Q-生存性进行如下的等价表述:

设 $z_1 = (x_1, p_1)$ 、 $z_2 = (x_2, p_2)$ 为 $x-p$ 空间上的两个点,本文以下使用符号 $B(z_1, z_2)$ 表示以 z_1 紧缩曲线、 z_2 膨胀曲线及 $x = x_1$ 直线、 $x = x_2$ 直线为边界围成的区域.

1) 称亚系统的消费 - 价格状态对 (x, p) 具有 w 水平的 Q - 生存性当且仅当 $(x, p, w) \in H_p(W)$;

2) 亚系统是质量生存的, 当且仅当 $\forall t \geq 0, (x(t), p(t), w(t)) \in H_p(W)$.

因而, 亚系统(6a)的 Q - 生存集就是生存质量函数下图 $H_p(W)$. 只要消费 - 价格 - 期望的演化轨线一直在 Q - 生存集中, 亚系统就是 Q - 生存的.

接下来确定 Q - 生存核. 设 $W^*(x, p)$ 为最大 Q - 生存函数, 根据 Q - 生存定理^[12], 亚系统是 Q - 生存的充要条件是亚系统的初值 (x_0, p_0) 和初始期望 w_0 满足 $(x_0, p_0, w_0) \in H_p(W^*)$. 因而亚系统(6a)的 Q - 生存核为最大质量生存函数下图 $H_p(W^*)$.

亚系统(6a)的 Q - 生存集和 Q - 生存核如图 3 所示. 质量生存决策模型的求解问题是: 在下图 $H_p(W)$ (即 Q - 生存集) 中确定下图 $H_p(W^*)$ (即 Q - 生存核) 的具体大小与形状, 或等价地, 找到小于生存质量函数 $W(x, p)$ 的最大 Q - 生存函数 $W^*(x, p)$.

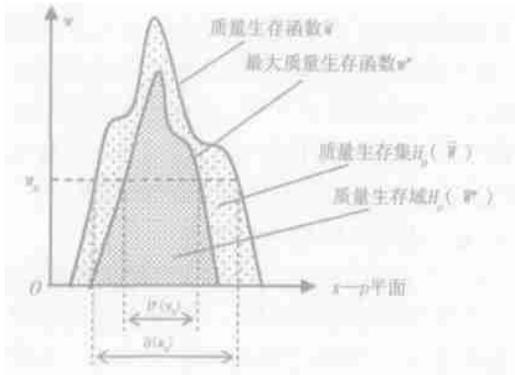


图 3 质量生存集与质量生存核示意图

Fig. 3 Quality viability set and quality viability kernel

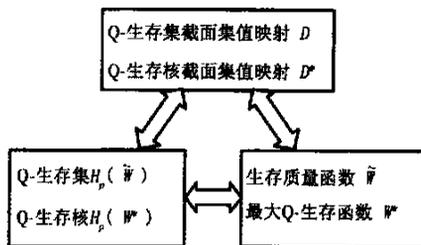


图 4 三组等价概念

Fig. 4 Equivalence of three conception groups

2.3 Q - 生存核分析方法

由于三维模型分析比二维模型分析复杂, 为便于讨论, 采用了分解(将三维动态分析转化为二维截面动态分析)和重组(将二维动态分析结果重组为三维结果)的方法. 因此对 Q - 生存集和 Q - 生存核还分别定义了截面集值映射 $D(w)$ 和 $D^*(w)$. 定义式如下:

$$D(w) \triangleq \{(x, p, \cdot) \in H_p(W) \mid \cdot = w\} \quad (7)$$

$$D^*(w) \triangleq \{(x, p, \cdot) \in H_p(W^*) \mid \cdot = w\} \quad (8)$$

由函数的下图定义可知, $(x, p, \cdot) \in H_p(W) \Leftrightarrow W(x, p) \geq \cdot$, 所以 $D(w)$ 就是所有生存质量大于等于 w 的消费 - 价格状态集合, 称 $D(w)$ 为 w 水平 Q - 生存集, 称 $D^*(w)$ 为 w 水平 Q - 生存核, 如图 3 所示.

在质量生存分析中涉及了三组等价概念, 如图 4 所示, 其中任意一组的值就可以推出其他两组的值, 它们的关系可以从图 3 中清楚地看出. 利用集值映射 $D(w)$ 和 $D^*(w)$ 定义, 就可以将三维模型(6a) ~ (6c)的分析转化为二维动态分析, 系统质量生存问题等价表达成

1) 系统是质量生存的是指: 在任一时刻 t , 状态 $(x(t), p(t))$ 必须属于 $w(t)$ 水平 Q - 生存集 $D(w(t))$ 中

$$\forall t \geq 0, (x(t), p(t)) \in D(w(t)) \quad (9a)$$

假定 $w(0) = w_0$, 令 $qka_0 \triangleq \inf\{x \mid W(x) = w_0\}$, $qkb_0 \triangleq \sup\{x \mid W(x) = w_0\}$, 则初始 Q - 生存集 $D(w_0) = \{(x, p) \mid x \in [qka_0, qkb_0]\} \times R_+$. 质量生存问题(9a)可写成

$$\begin{cases} (x(t), p(t)) \in D(w_0) = \{(x, p) \mid x \in [qka_0, qkb_0]\} \times R_+; \\ t = 0 \\ (x(t), p(t)) \in D(w(t)); \forall t > 0 \end{cases} \quad (9b)$$

2) 系统是质量生存的当且仅当状态初值 (x_0, p_0) 属于 w_0 水平质量生存核 $D^*(w_0)$ 中

$$(x_0, p_0) \in D^*(w_0) \quad (10)$$

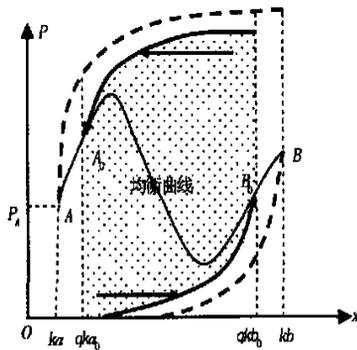
值得注意的是截面 Q - 生存集 D 是时变函数, 而截面 Q - 生存核 D^* 是初值集合, 是非时变函数. 因而本文 Q - 生存核的分析方法就是: 在二维平

函数 $V: x \in X \mid \cdot \in R_+$ 的函数下图 $H_p(V)$ 的定义为 $H_p(V) \triangleq \{(x, \cdot) \in X \times R_+ \mid V(x) \geq \cdot\}$.

面上分析集值映射 $D^*(w)$, 再根据等价关系, 得到了 Q- 生存核的三维图形.

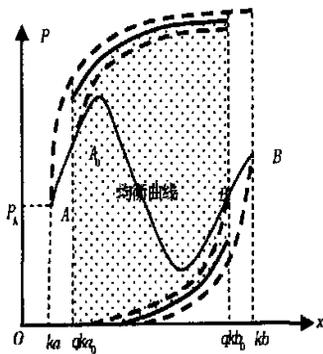
3 Q- 生存核的分析

Q- 生存核 $H_p(w^*)$ 的大小与形状与质量期望下限 $w(t)$ 的演化有密切关系, 下面分别讨论 $w(t)$ 持续不变、持续下降和持续上升等三种基本情况下的质量生存核. 无特别说明, 下面各命题中, A, B, A_0, B_0 都分别表示均衡曲线上对应于消费量 ka, kb, qka_0, qkb_0 的点, 符号 $B(A, B), B(A_0, B_0)$ 的含义如前, 参见脚注 1 和图 5.



(a) 期望下限不变时

(a) lower limit keep still



(b) 期望下限下降时

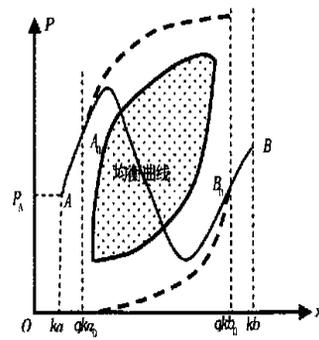
(b) lower limit keep declining

3.1 生存质量期望下限持续不变

假设初始期望下限给定后, 就不再改变. 即

$$w(t) = (w(t)) = 0, w(0) = w_0 \quad (11)$$

此种情况的含义是: 给定一个生存质量下限初值 w_0 后, 要求此后的系统的生存质量都大于定值 w_0 . 此时对 $D^*(w_0)$ 有如下命题.



(c) 期望下限上升时

(c) lower limit keep climbing

图 5 对应于 w_0 的质量生存核截面

Fig.5 w_0 -level section of quality viability kernel

命题 1 对于质量生存决策系统 (6a) ~ (6c), 假设生存质量期望下限持续不变即 $w(t) = (w(t)) = 0$, 则对于任意初值 w_0, w_0 水平 Q- 生存核 $D^*(w_0)$ 有

$$D^*(w_0) = B(A_0, B_0) \quad (12)$$

证明 由于质量生存集 $D(w(t))$ 不随时间改变, 有

$$\forall t \geq 0, D(w(t)) = D(w(0)) = D(w_0) = \{ [qka_0, qkb_0] \times R_+ \} \quad (13)$$

则时变的质量生存问题 (9b) 变成了一个特殊的非时变生存问题:

$$\forall t \geq 0, (x(t), p(t)) \in \{ [qka_0, qkb_0] \times R_+ \} \quad (14)$$

这正是二维生存模型中讨论的问题, 利用生存模型中的结论, 质量生存核的上边界是 A_0 紧缩曲线, 下边界是 B_0 膨胀曲线. 对于初始期望 w_0 , 消费 - 价格对 (x_0, p_0) 处于图 a 中的 $B(A_0, B_0)$ (阴影区域) 里, 才能保持系统的质量生存性. $B(A_0, B_0)$ 即是 w_0 水平 Q- 生存核 $D^*(w_0)$.

证毕.

由质量生存核截面 D^* 的定义可知, $D^*(W_0)$ 是最大质量生存函数 W^* 在高度为 w_0 的截面, 将不同高度的 D^* 截面信息合成就可以得到最大质量生存函数的大致形状 (三维示意图略), 每个质量生存核截面的边界都由膨胀和紧缩曲线构成, 当生存质量期望 w 提高时, 质量生存核截面变小.

3.2 生存质量期望下限持续下降

假定

$$w(t) = (w(t)) = 0, w(0) = w_0 \quad (15)$$

此种情况的含义是:给定一个生存质量下限值 w_0 后,此后不再升高生存质量期望.此时,对 w_0 水平 Q-生存核有如下命题.

命题 2 对于质量生存决策系统(6a)~(6c),假设生存质量期望下限持续下降即 $w(t) = (w(t)) < 0$,则对于任意初值 w_0, w_0 水平 Q-生存核 $D^*(w_0)$ 有

$$B(A_0, B_0) \subset D^*(w_0) \subset B(A, B) \quad (16)$$

证明 1)由于 $B(A_0, B_0)$ 是期望下限不变时的质量生存核,由上一小节可知,在这个区域上任取初始点 $(x_0, p_0) \in B(A_0, B_0)$,都至少存在系统的一个解满足

$$\forall t \geq 0, W(x(t)) \geq w_0 \quad (17)$$

再根据 $w(t) < 0, w(0) = w_0$,有质量生存约束条件

$$\forall t \geq 0, W(x(t)) \geq w_0 - w(t) \quad (18)$$

成立,所以有 $B(A_0, B_0)$ 属于期望下限持续下降时的质量生存核截面 D^* ,有下式成立:

$$B(A_0, B_0) \subset D^*(w_0) \quad (19)$$

2) $B(A, B)$ 是系统的生存核,起始于在这个区域以外的系统解都会在有限时间内违反资源约束

$$\forall (x_0, p_0) \notin B(A, B) \Rightarrow \exists T > 0, \text{所有} \\ x(T) \notin [ka, kb] \quad (20)$$

显然有质量生存核截面属于生存核 $B(A, B)$

$$D^*(w_0) \subset B(A, B) \quad (21)$$

综上所述,当生存质量期望下限持续下降时,对应于 w_0 的质量生存核二维截面 $D^*(w_0)$ 有式(16)成立. **证毕.**

在生存质量等于 w_0 的截面上,质量生存核截面如图 b 的阴影部分所示,它的上边界曲线位于 A 紧缩曲线和 A_0 紧缩曲线之间;下边界曲线位于 B 膨胀曲线和 B_0 膨胀曲线之间.将二维信息合成,就可得到质量生存核的三维示意图(图略).

3.3 生存质量期望下限持续上升

假定

$$w(t) > 0, w(0) = w_0 \quad (22)$$

此种情况的含义是:给定一个生存质量下限值 w_0 后,此后不断升高生存质量期望.此时,对 w_0 水平 Q-生存核有如下命题:

命题 3 对于质量生存决策系统(6a)~(6c),假设生存质量期望下限持续上升即 $w(t) =$

$(w(t)) > 0$,则对于任意初值 w_0, w_0 水平 Q-生存核 $D^*(w_0)$ 有

$$D^*(w_0) \subset B(A_0, B_0) \quad (23)$$

证明 因为 $B(A_0, B_0)$ 表示 A_0 紧缩曲线以下和 B_0 膨胀曲线以上的区域,

$$\forall (x_0, p_0) \in B(A_0, B_0) \Rightarrow \exists T > 0, \text{所有} \\ x(T) \in [qka_0, qkb_0] \quad (24)$$

因为期望下限不断上升,所以

$$D(w(t)) \subset D(w_0) = \{ [qka_0, qkb_0] \times R_+ \} \quad (25)$$

从而式(24)等价于

$$\forall (x_0, p_0) \in B(A_0, B_0) \Rightarrow \exists T > 0, \text{所有} \\ \{ x(T), p(T) \} \in D(w(T)) \quad (26)$$

即从 $B(A_0, B_0)$ 外起始的所有解都是非质量生存的.所以式(23)成立. **证毕.**

在生存质量等于 w_0 的截面上,质量生存核截面如图 c 的阴影部分所示,它的上边界曲线位于 A_0 紧缩曲线之下;下边界曲线位于 B_0 膨胀曲线之上.至于边界曲线的具体形状还要取决于生存质量函数的具体形式和生存质量下限的演化过程.质量生存核的三维示意图略.

4 决策空间的划分

根据上述分析,可将消费-价格-期望三维决策空间按不同质量生存特性进行划分.如图 6 所示,将决策空间划分为:

1) 非质量生存区

如图 6 所示,非质量生存区是质量生存区的余集.当系统初值 (x_0, p_0, w_0) 属于非质量生存核时,则不论怎样改变生存质量期望,微分包含系统(6a)必在有限时间内违反质量生存约束: $\exists T > 0$,所有微分包含(6a)的解都有 $W(x(T), p(T)) < w(T)$.

2) 质量生存区(包括生存质量上升区、生存质量保持面、生存质量下降区);

如图 6 所示,质量生存区包含三个分区:生存质量下降区、生存质量保持面和生存质量上升区.当系统初值 (x_0, p_0, w_0) 属于生存质量下降区时,生存质量期望下限必须有一个下降的过程才能维持系统的质量生存性;而当系统初值 (x_0, p_0, w_0) 属于生存质量保持面时,系统存在一个解,使得系

统的生存质量能够保持在初始质量水平 w_0 之上;当系统初值 (x_0, p_0, w_0) 属于生存质量上升区时,系统可以承受生存质量期望下限的某种程度的上升. 以上只讨论了生存质量期望下限变化的三种基本情况下的质量生存问题,具体的质量生存核的大小和形状还要视生存质量函数 w 的具体形式以及期望下限 w 演化而定. 图 6b 给出了决策空间在二维截面上的划分图,图中可以更清楚地看出各区的大小位置关系. 与二维生存决策的划分图 2 比较,可明显看出三维的二维截面划分有着更丰富的结构与内容.

图 7 是数值算法^[13,14]的仿真结果,结果不仅验证了数值算法的有效性,同时也验证和展示了

上述关于质量生存核的理论分析结果.

5 结束语

本文提出并建立了一个基于资源、惯性和期望约束的质量生存决策的三维基本模型. 通过对质量生存核的研究,将决策空间进行了定性划分成:非质量生存区、质量生存区、生存质量下降区、生存质量上升区等具有不同特性的区域,并且用命题形式确定了各个分区的大小、形状、位置.

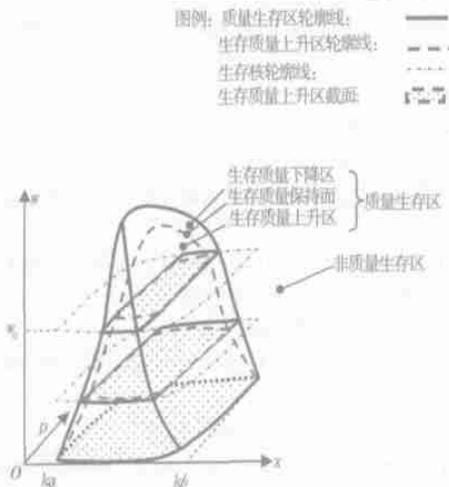


图 6a 质量生存决策空间三维划分图
Fig. 6a Space division of quality viable decision

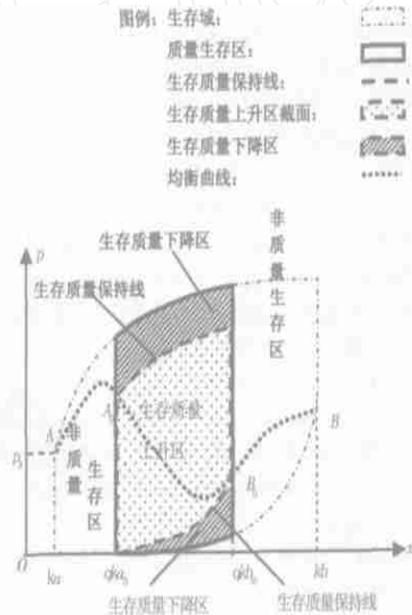


图 6b 质量生存决策空间二维截面划分图
Fig. 6b Section division of quality viable decision

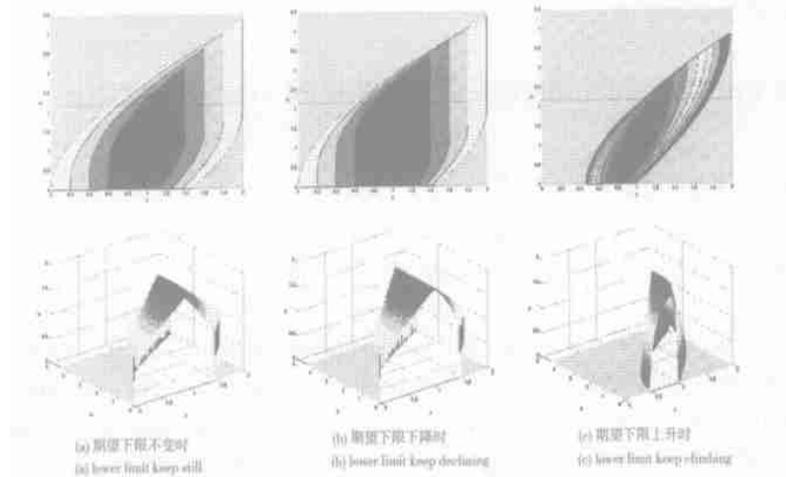


图 7 质量生存核的仿真结果图(等高线图和三维图)
Fig. 7 Emulation result of quality viability kernel (contour and 3-dimensional plots)

参 考 文 献:

- [1] Aubin J P. Dynamic Economic Theory: A Viability Approach[M]. Berlin: Springer-Verlag, 1997.
- [2] Aubin J P. Viability Theory, Systems and Control[M]. Boston: Birkhauser, 1991.
- [3] Bend C, Doyen L, Gabay D. A viability analysis for a bioeconomic model[J]. Journal of Ecological Economics, 2001, (36): 385—396.
- [4] Bene C, Doyen L. Storage and viability of a fishery with resource and market dephased seasonalities[J]. Journal of Environmental Resource Economics, 2000, 15: 1—26.
- [5] Bonneuil N, Mullers K. Viable populations in a predator-prey system[J]. Journal of Mathematical Biology, 1997, 35: 261—293.
- [6] Bonneuil N. Capital accumulation, inertia of consumption and norms of reproduction[J]. Journal of Population Economics, 1994, 7: 49—62.
- [7] Bonneuil N. Games, equilibria, and population regulation under viability constraints: An interpretation of the work of the anthropologist Fredrik Barth[J]. Population English Selection special issue “New Methods in Demography”, 1998, 10(1): 151—179.
- [8] 赵胜民, 王春峰, 李光泉. 房地产市场的生存均衡[J]. 管理科学学报, 2001, 4(2): 52—57, 62.
Zhao Sheng-min, Wang Chun-feng, Li Guang-quan. Viability equilibrium of real estate market[J]. Journal of Management Sciences in China, 2001, 4(2): 52—57, 62. (in Chinese)
- [9] 史树中. 生存理论和价格调整[J]. 系统工程, 1991, 9(1): 24—29.
Shi Shu-zhong. Viability theory and price regulation[J]. Systems Engineering, 1991, 9(1): 24—29. (in Chinese)
- [10] Quincampoix M. Playable differential game[J]. Journal of Mathematic Analysis and Applications, 1991, 161: 192—211.
- [11] 叶明确, 张世英. 复杂系统的质量生存交互决策[C]. 2002 中国控制与决策学术年会论文集, 沈阳: 东北大学出版社, 2002. 5, 722—726.
Ye Ming-que, Zhang Shi-ying. Interactive Quality Viable Decision of Complex System[C]. Proceedings of the 2002 Chinese Control and Decision Conference, Shenyang: Northeastern University Press, 2002, 5: 722—726. (in Chinese)
- [12] 叶明确, 张世英. 复杂系统的质量生存决策[J]. 控制与决策, 2001, 16(4): 398—403.
Ye Ming-que, Zhang Shi-ying. Quality viable decision of complex system[J]. Control and Decision, 2001, 16(4): 398—403. (in Chinese)
- [13] 叶明确, 张世英. 复杂系统的离散质量生存决策[J]. 系统科学与数学, 2004, 24(3): 369—381.
Ye Ming-que, Zhang Shi-ying. Discrete quality viable decision of complex system[J]. Journal of System Science and Mathematical Sciences, 2004, 24(3): 369—381. (in Chinese)
- [14] 叶明确, 王浣尘. 复杂系统的质量生存交互决策的算法研究[J]. 控制与决策, 2004, 19(8): 898—902, 919.
Ye Ming-que, Wang Huan-chen. Research on algorithm of highest viable quality function of complex system[J]. Control and Decision, 2004, 19(8): 898—902, 919. (in Chinese)

Research on quality viable decision modeling of complex system

YE Ming-que¹, ZHANG Shi-ying²

1. School of International Business and Management, Shanghai University, Shanghai 201800, China;

2. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China

Abstract: By adding the expectation restriction in the viable decision model to complex economic system, we construct a three-dimensional quality viable decision model with the resources, inertia and expectation restrictions. Though quality viability kernel can easily guarantee the quality viability of the decision, we can hardly obtain the analytic expression of it. So we make a qualitative analysis on its locations and shapes, as well as successfully divide the whole decision space into several zones with different quality viable capability. Finally, a simple simulation sample verifies the theoretical analysis.

Key words: complex system; quality viable decision; quality viability kernel