

DOI: 10.13718/j.cnki.xdzk.2014.11.024

农民合作经营组织中管理制度的演化博弈分析^①

蒋军利¹, 唐晓嘉²

1. 西南大学 经济与管理学院, 重庆 400715; 2. 西南大学 逻辑与智能研究中心, 重庆 400715

摘要: 就农民合作经营组织中农民和合作组织不同行为导致的生产管理合作困境, 建立了不同制度激励约束下参与者行为策略的演化博弈模型, 分析了博弈的动态演化过程. 研究表明: 农民与合作组织博弈的演化方向与双方的支付函数相关, 并受系统所处初始状态的影响. 提高合作组织在市场中的竞争力必须引入合理的管理机制, 并给出了走出生产管理合作困境的合理建议.

关键词: 合作经营管理制度; 复制动态方程; 演化稳定策略

中图分类号: S-01

文献标志码: A

文章编号: 1673-9868(2014)11-0151-06

目前, 我国农民合作组织绝大部分是产品类组织, 在产品类组织中, 种植业类组织占 56%, 养殖业类组织占 44%. 经营产品以蔬菜、水果及特色农作物产品和养殖产品为主^[1]. 这些产业都是劳动密集型产业, 农民合作经营组织成员间如何实现诚信合作以有效率地进行劳动生产就显得尤为重要. 某韭菜合作社就是因为内部治理困境而消亡^[2]: “该韭菜合作社与思念水饺食品公司签订了供货合同, 对方要求所销售的韭菜农药残留要达到一定的标准. 当时理事长向我提要求, 要求支持他们一台电脑, 我说: 可以, 条件是你得把合作社的社员管理好. 要求他把所有社员编号, 对农药残留进行治理和监管, 违规一次在名字后面标记, 一次怎么处罚、二次怎么处罚要制定标准, 超过多少次, 开除出合作社. 但理事长很为难, 他说都是叔叔大伯, 没法管理, 结果第二年思念水饺食品公司就不跟该合作社签合同了”.

由于在劳务管理中对农药残留达标和不达标的韭菜在收购上没有区别对待, 这大大挫伤了农民按绿色环保路线生产的积极性, 同时也会导致合作经营组织中其他成员对不诚信生产者的不满甚至效仿. 成员之间的这种恶性互动和相互影响, 必然会逐渐演化成全部农民都不生产绿色环保韭菜的格局, 进而影响合作经营组织的稳定发展, 导致合作失败. 因此, 以什么样的组织形式和制度保障实现诚信合作是合作组织管理者必须思考的问题, 该合作社的消亡印证了研究这一问题的迫切性.

1 问题的提出

我国在促进农村社会现代化转型和解决“三农”问题的进程中, 积极提倡农民适度规模经营, 组建合作组织. 截至 2008 年年底, 我国 20.8% 的村庄拥有农民合作组织, 农民合作经营组织管理机制的建立还很不完善. 即使每个合作者都知道只有在实现了集体目标后自己才能获得更多利益, 但仍然不能由此判断他们

① 收稿日期: 2013-10-29

基金项目: 国家社会科学基金重点资助项目(11AZD057); 中央高校基本科研业务费专项资金资助(SWU1209375).

作者简介: 蒋军利(1981-), 女, 河南新乡人, 博士, 主要从事合作组织管理和博弈论方面的研究.

会主动采取能实现集体目标的行动. 个体利益与集体利益的博弈始终存在. 成员采用欺骗或作弊等策略操纵手段获取不当利益, 是合作成功的最大困难. 合作经营组织如何妥善解决这些与合作相关的管理问题, 以促进农民合作经营组织良性循环发展是大家共同关心的问题. 本文将从演化博弈的角度对影响合作参与者策略选择的因素进行分析, 研究以什么样的组织形式和制度能推进诚信合作, 什么样的规范建设有利于农民合作经营组织的长期稳定和发展.

本文选择演化博弈论作为分析工具, 因为演化博弈关注的是这样的博弈现象: 有限理性主体由于受认知能力的限制, 对信息掌握、吸收和转化等能力有限, 并不确知自己所处的利害状态, 主体只能在不断博弈的过程中通过模仿当时最有利的策略, 逐渐寻找最优策略, 最终达到一种均衡状态. 农民合作经营组织的形成与发展恰好具有这样的博弈特点, 现实中的农民和其合作经营组织都只是具有有限理性的主体, 如果采用经典博弈中主体完全保持理性的假设来研究, 最终的研究结果必然会由于离现实太远而不适用于.

演化博弈理论是研究演化趋势的经典理论, 它以群体为研究对象, 主要研究群体中有限理性个体进行重复博弈的动态调整过程. 它利用动态分析方法把影响参与人行为的各种因素纳入模型中, 并以系统论的观点来考察各参与主体间冲突的形成机理、演化过程和趋势. 因此, 在对社会规范的形成、人类的利他行为和互惠行为以及合作的形成等问题的研究中有着广泛的应用. 文献[3]首次提出演化稳定策略(ESS, evolutionary stable strategy)概念, 标志着演化博弈理论的诞生. 文献[4]首次提出了复制动态(RD, replicator dynamic)概念, 复制动态与演化稳定策略构成了演化博弈理论的两个最核心基本概念, 它们分别表征演化博弈的稳定状态和向这种稳定状态的动态收敛过程.

演化博弈论基于有限理性建立的模型比标准博弈模型更现实、更准确. 因此, 本文应用以有限理性为基础的演化博弈理论, 对农民合作经营模式建立演化博弈模型, 研究影响局中人行为的相关因素及演化过程. 并基于此研究推进诚信合作的管理制度建设问题, 以有利于农民合作经营组织的长期稳定和发展.

2 理论基础概述

演化博弈论的思想源于生物进化论^[5-8]. 该理论的基本思路^[8-11]是: 给定群体所处的状态, 有限理性博弈主体从大的群体中随机抽取, 随着时间的演化更合适的策略会被更多参与者采用, 达到均衡的过程就是试错、模仿和学习的过程. 一般说来, 演化过程是由变异机制和选择机制这两个基本要素结合在一起作用的过程. 变异机制是产生多样性的机制, 而选择机制是趋向于某些种类的选择. 演化稳定性标准强调的是变异的作用, 而复制动态强调的是选择的作用. 下面我们引入演化稳定策略 ESS 和复制动态 RD 这两个基本概念.

假设博弈中的收益代表生物适应性. ESS 是不可被其他策略替代的策略. 当种群完全由 ESS 策略者组成时, 将不存在具有更高适应度的突变型策略. 假设种群完全由 x 策略者组成, 其中一小群改变其原有策略 x 而采用变异策略 y , 将这一小群变异者占种群总体的比例表示为 ϵ ($0 < \epsilon < 1$). 从这个存在两种不同策略者的总体中随机重复抽取成对的个体进行博弈, 每个个体被抽中的概率是相同的. 因此, 抽取一个个体, 其采用变异策略 y 的概率为 ϵ , 采用现有策略 x 的概率为 $(1-\epsilon)$. 抽取博弈对手, 当采取策略 x 的个体被抽取出来进行博弈, 其收益为 $U(x, \epsilon y + (1-\epsilon)x)$; 当采取变异策略 y 的个体被抽取出来进行博弈, 其收益为 $U(y, \epsilon y + (1-\epsilon)x)$. 生物演化的思想告诉我们, 演化的力量使个体不会选择变异策略 y , 当且仅当他的进入后收益(适应性) 低于原有策略 x 的收益, 即

$$U(x, \epsilon y + (1-\epsilon)x) > U(y, \epsilon y + (1-\epsilon)x) \quad (1)$$

因此, 当不等式(1)成立时, 策略 x 被称为演化稳定的. 如果当变异者占总体的比例足够小时, 这个不等式

对任何非 x 的变异策略都是成立的^[3,8]：

定义 1 如果对任何策略 $y(y \neq x)$ ，存在某个 $\delta \in (0, 1)$ 使得不等式(1)对所有的 $\epsilon \in (0, \delta)$ 都成立，那么策略 x 是一个演化稳定策略。

通过验证可以得出，每个演化稳定策略相对其自身一定是最优的。如果策略 x 对其自身不是最优的，那么必然相对 x 存在某个可以得到更高收益的策略 y 。因此，即使这个变异策略 y 在总体中的比例 ϵ 足够小，根据收益函数 U 的连续性，相对混合策略 $\epsilon y + (1 - \epsilon)x$ ，策略 y 将比策略 x 得到的收益高，即不等式(1)不成立，因此 x 不是演化稳定策略。

通过验证可以得出，每个演化稳定策略对其自身来说一定是最优的。如果策略 x 对其自身不是最优的，那么必然相对 x 存在某个可以得到更高收益的策略 y 。因此，即使这个变异策略 y 在总体中的比例 ϵ 足够小，根据收益函数 U 的连续性，相对混合策略 $\epsilon y + (1 - \epsilon)x$ ，策略 y 将比策略 x 得到的收益高，即不等式(1)不成立，因此 x 不是演化稳定策略。故每个演化稳定策略对其自身来说一定是最优的。

演化博弈论描述了局中人学习的过程，这种学习过程在生物学中与演化的概念相同：当局中人发现自己行为的策略所得到的收益比群体平均收益水平低，局中人就会试图放弃自己原有策略向取得更高收益的策略者学习，复制其策略。在这样的复制动态过程中，高收益策略使用人数就会不断增多。如果这种学习复制过程连续不断，就会出现连续时间的总体变动。复制动态方程^[8]就是通过比较一个策略的当前收益与当前群体平均收益的差值来描述在下一时期使用该策略的人数增长率。假设收益代表的是博弈对个人适应性的增量效应，该适应性是用单位时间的人数变动率来度量的，则复制动态的微分方程为：

$$dx_s(t) = x_s(t)(U_s - U)dt$$

(2)

其中： $x_s(t)$ 为在时间点 t 时，选择策略 s 的群体占种群的比例， U_s 为在下一时期选择策略 s 的群体的期望收益(适应度)， U 为种群的平均收益(适应度)。

根据该复制动态方程，我们可以得到，运用策略 s 的总体比例的增长率等于该策略的当前收益与总体的当前平均收益之差。因此，有着优于平均收益策略的群体的人数总量是增长的，而有着劣于平均收益策略的群体的人数总量是衰减的。

3 管理制度的演化博弈条件分析

假设农民合作经营管理者和农民之间的博弈满足前面提到的演化博弈的基本假设，他们都是有限理性的博弈参与者。大型农民合作经营组织采用劳务分包的管理模式，农民对农产品的生产管理有完全控制权，他们可以选择按时保质保量地完成生产管理任务(诚信完工 G) 或者玩忽职守偷奸耍滑(不诚信完工 D)。相应地，合作经营管理者可以选择的策略为对有生产管理任务的农民实行激励约束机制(S) 和不实行激励约束机制(N)。参与双方根据前期博弈中策略的平均收益，考虑自身的收益来选择和调整自己的策略。假设 W 和 w 分别表示农民选择不诚信完工且合作经营管理者不实行激励约束机制时农民和合作组织各自获取的收益； ΔW 和 Δw 表示在合作经营组织和农民精诚合作，管理者实行激励约束策略且农民采取诚信完工策略时，农民和合作组织各自收益的增加值； Δc 表示合作组织实行激励约束机制的成本； ΔC 表示农民选择诚信完工时的劳务成本。相应的支付矩阵如表 1 所示：

表 1 博弈模型

农民 F	合作组织 O	
	激励约束 S	不激励约束 N
诚信完工 G	$W + \Delta W, w + \Delta w$	$W - \Delta C, w$
不诚信完工 D	$W, w - \Delta c$	W, w

假设在时间 t 时，选择策略 G 的农民的比例为 $x(t)$ ，则选择策略 D 的农民的比例为 $(1 - x(t))$ ；合作

经营组织选择实行机制 S 的概率为 $y(t)$, 则其采用机制 N 的概率为 $(1-y(t))$. 基于本时期的概率 $x(t)$ 和 $y(t)$, 可计算出在下一时期选择不同策略时农民和合作组织各自的期望收益.

农民选择不同策略时的期望收益分别如下:

$$U_G = y(t)(W + \Delta W) + (1 - y(t))(W - \Delta C) = (W - \Delta C) + y(t)(\Delta W + \Delta C) \quad (1)$$

$$U_D = y(t)W + (1 - y(t))W = W \quad (2)$$

合作组织选择不同策略时的期望收益分别如下:

$$U_S = x(t)(w + \Delta w) + (1 - x(t))(w - \Delta c) = (w - \Delta c) + x(t)(\Delta w + \Delta c) \quad (3)$$

$$U_N = x(t)w + (1 - x(t))w = w \quad (4)$$

由此, 可分别计算出农民和合作组织的平均期望 $\bar{U}_F$ 和 $\bar{U}_O$:

$$\bar{U}_F = x(t)U_G + (1 - x(t))U_D = W + x(t)(y(t)(\Delta W + \Delta C) - \Delta C) \quad (5)$$

$$\bar{U}_O = y(t)U_S + (1 - y(t))U_N = w + y(t)(x(t)(\Delta w + \Delta c) - \Delta c) \quad (6)$$

根据(5)和(6)式中得出的平均收益, 当参与者发现自己当前的行为策略所得到的收益比群体平均收益水平低, 他们就会试图放弃自己当前采用的策略向取得更高收益的策略者学习以复制其策略. 在这样的复制动态过程中, 收益高的策略的使用人数就会不断增多.

假设这种学习复制过程是连续不断的, 这就导致连续时间上的动态复制. 复制动态方程就是通过比较一个策略的当前收益与当前群体平均收益的差值, 描述在下一时期使用该策略的人数增长率. 如果一个策略当前的收益优于平均水平, 那么选择该策略的人数在整个群体中的比重就会上升.

农民选择策略 G 的复制动态方程和合作组织选择策略 S 的复制动态方程分别为:

$$dx(t) = x(t)(U_G - \bar{U}_F)dt = x(t)(1 - x(t))((\Delta W + \Delta C)y(t) - \Delta C)dt \quad (7)$$

$$dy(t) = y(t)(U_S - \bar{U}_O)dt = y(t)(1 - y(t))((\Delta w + \Delta c)x(t) - \Delta c)dt \quad (8)$$

方程(7)和(8)描述了上述博弈演化的复制动态. 由此可知, 该演化系统在平面 $T = \{(x(t), y(t)) \mid 0 \leq x(t) \leq 1, 0 \leq y(t) \leq 1\}$ 上有 5 个局部稳定点: $O(0, 0)$, $A(1, 0)$, $B(1, 1)$, $C(0, 1)$ 和 $D\left(\frac{\Delta c}{\Delta c + \Delta w}, \frac{\Delta C}{\Delta C + \Delta W}\right)$. 显然, 该平面 T 上的任何一点 $(x(t), y(t))$, 代表在时间点 t 选择策略 G 和 S 的群体比例.

根据文献[12]提出的常微分方程稳定性理论, 演化系统稳定点的稳定性可由该系统的雅可比方程的局部稳定性分析得到. 方程(7)和(8)对应的雅可比矩阵:

$$J = \begin{pmatrix} (1 - 2x(t))[y(t)(\Delta C + \Delta W) - \Delta C] & x(t)(1 - x(t))(\Delta C + \Delta W) \\ (\Delta w + \Delta c)y(t)(1 - y(t)) & (1 - 2y(t))[(\Delta w + \Delta c)x(t) - \Delta c] \end{pmatrix} \quad (9)$$

根据雅可比矩阵(9)可得出该矩阵对应的行列式和迹, 由此可对这 5 个局部稳定点进行稳定性分析, 具体结果见表 2.

表 2 局部稳定点的稳定分析结果

稳定点	J 的行列式,		J 的迹		局部稳定性
	表达式	符号	表达式	符号	
$O(0, 0)$	$\Delta C \Delta c,$	+	$-\Delta C - \Delta c,$	-	ESS
$A(1, 0)$	$\Delta C \Delta w,$	+	$\Delta C + \Delta w,$	+	不稳定
$B(1, 1)$	$\Delta W \Delta w,$	+	$-\Delta W - \Delta w,$	-	ESS
$C(0, 1)$	$\Delta W \Delta c,$	+	$\Delta W + \Delta c,$	+	不稳定
$D\left(\frac{\Delta c}{\Delta c + \Delta w}, \frac{\Delta C}{\Delta C + \Delta W}\right)$	$-x(t)(1 - x(t))(\Delta C + \Delta W)$ $(\Delta w + \Delta c)y(t)(1 - y(t)),$	-	0		鞍点

由表 2 可知, 系统的 5 个局部稳定点中, 点 **O** 和 **B** 是演化稳定的, 相应的策略是演化稳定策略, 点 **D** 是鞍点, 另外两个点是不稳定点. 这说明从任何初始状态出发, 系统都将收敛到点 **O** 或 **B**, 具体收敛于哪个稳定点受博弈发生时的初始状态影响.

鞍点的位置取决于采取诚信完工的成本与收益的增减幅度的对比较量. 因此合作组织管理者若要提高要求使得劳务成本增加, 就需要相应地提高诚信完工下农民的收益, 以此来实现对农业生产进度和质量等的管理控制, 有效保证农民合作经营组织的健康稳定发展.

4 总结与建议

本文应用演化博弈理论的思想和方法对农民在合作经营模式下的生产管理进行了建模分析研究. 在建构的农民与合作组织之间的演化博弈分析模型框架下, 分析了参与者在不同的规范制度下策略选择的动态演化过程.

在本文假设的支付参数下, 对文中提到的韭菜合作社进行演化趋势分析: 从任何初始状态出发, 系统都将收敛到点 **O**(0, 0) 或点 **B**(1, 1). 也就是说, 系统必然会逐渐演化成全部农民都不信守农药残留标准生产韭菜的格局, 抑或逐渐演化成全部农民都诚信生产绿色环保韭菜的格局. 因此, 在使用农药机会成本一定的条件下, 作为合作组织的管理者可以通过动态复制方程的进化趋势来重新设置系统中激励惩罚数值来提高农民诚信生产的概率, 以此来实现对作物生产的质量控制, 有效提高产品的质量.

针对合作组织如何制定切实可行的管理规范机制, 以实现对农业生产进度和质量等的管理控制这一问题, 我们的建议是: 首先管理者应通过市场调研等方式准确把握各方支付函数相关参数的初始值; 然后根据文中建构的理论模型对动态演化趋势进行合理预测, 通过计算动态复制方程的进化趋势制定相应制度试行; 之后, 再根据市场反馈的信息来修改制度中相关参数的设定, 参数设定中应重点参照管理机制运行成本与收益之间的确切关系以及农民诚信完工的劳务成本与获利空间的比例关系, 从而使管理机制得到改进, 不断提高合作组织在市场中的竞争力.

目前, 无论是农业合作经营组织还是其他行业中的合作经营组织都普遍存在管理机制建设不完善的问题. 如何提高劳动者的劳动效率, 促进合作经营组织良性循环发展是各领域共同关心的问题. 以演化博弈方法研究合作经营组织的管理机制有着很好的理论前景, 对政策研究也很有参考价值.

参考文献:

[1] 邓衡山, 徐志刚, 黄季焜, 等. 组织化潜在利润对农民专业合作组织形成发展的影响 [J]. 经济学, 2011, 10(4): 1515—1532.

[2] 樊红敏. 新型农民专业合作经济组织内卷化及其制度逻辑——基于对河南省 A 县和 B 市的调查 [J]. 中国农村观察, 2011, 102(6): 12—21.

[3] SMITH J, PRICE G. The Logic of Animal Conflict [J]. Nature, 1973, 246: 15—18.

[4] TAYLOR P, JONKER L. Evolutionarily Stable Strategies and Game Dynamics [J]. Mathematical Bioscience, 1978, 40(1): 45—56.

[5] LEWONTIN C. Evolution and the Theory of Games [J]. Journal of Theoretical Biology, 1960, 1(1): 382—403.

[6] YOUNG H. The Evolution of Conventions [J]. Econometrica, 1993, 61(2): 57—84.

[7] YOUNG H. Conventional Contracts [J]. The Review of Economic Studies, 1998, 65(4): 773—792.

[8] SMITH J. The Theory of Games and the Evolution of Animal Conflicts [J]. Journal of Theoretical Biology, 1974, 47(1): 209—221.

[9] SAMUELSON L. Limit Evolutionarily Stable Strategies in Two-Player, Normal Form Games [J]. Games and Economic Behavior, 1991, 3(1): 110—128.

- [10] GILBOA I, MATSUI A. Social Stability and Equilibrium [J]. *Econometrica*, 1991, 59(3): 859—867.
- [11] BOYLAN R. Laws of Large Numbers for Dynamical Systems with Randomly Matched Individuals [J]. *Journal of Economic Theory*, 1992, 57(4): 473—504.
- [12] FRIDERNAN D. Evolutionary Games in Economics [J]. *Econometrica*, 1991, 59(6): 37—66.

An Evolutionary Game Theory-Based Analysis of the Management System in Farmer Cooperatives

JIANG Jun-li¹, TANG Xiao-jia²

1. School of Economics and Management, Southwest University, Chongqing 400715, China;

2. Institute for Logic and Intelligence, Southwest University, Chongqing 400715, China

Abstract: The management system is an important part in cooperatives. Since an unreasonable system would lead members to adopt dishonest behaviors, which would influence the stability and healthy development of the cooperatives. This paper, with farmer cooperatives as the case, sets up an evolutionary game model to reveal the cooperative dilemma between labor and managers in cooperatives. Through an analysis of the replicated dynamic equation, it gets the evolutionary stable strategies of all parties involved in the game model. The research shows that the evolution direction is related to the payment functions of the players, and is influenced by the initial state of the game system. A reasonable management system must be introduced to improve the organization's competitiveness in the market, and this paper gives some suggestions for this purpose.

Key words: management system in cooperatives; replicated dynamic equation; evolutionary stable strategy

责任编辑 张 枸

