

基于农产品质量安全的技术扩散博弈分析

李中东

(山东工商学院 经济学院,山东 烟台 264005)

摘要:在有限理性的假设下,本文采用演化博弈论方法,分析了生产者之间、生产者和消费者之间以及生产者和政府监管部门之间相互作用时的策略选择行为,揭示出经济利益是影响质量安全技术扩散的主要内在因素。因此,若要遏制不安全技术行为的发生,一是要减少生产者的违规收益,严厉处罚并提高其生产成本;二是引导消费者增加对安全农产品的需求;三是加强对监管者的再规制,提高其监测能力、监管频率等。

关键词:技术扩散;农产品质量安全;演化稳定策略;有限理性;动态复制

中图分类号:F062.4 **文献标识码:**A **文章编号:**1002-980X(2009)08-0060-06

当前,农产品质量安全已经成为人们特别关注的问题。随着农产品从“田间到餐桌”供给链条的延长,与农产品质量安全相关的环节越来越多。但从根本上说,源头的生产安全始终是保障农产品质量安全的基础。如果在农产品的生产环节,质量安全技术使用得不到保障,也就无从谈起整个链条的农产品质量安全。现实中的生产者、政府管理部门或者消费者一般只具有有限理性。如果农产品生产者在利益机制的驱动下,从个体行为理性出发,就会不重视质量安全技术的扩散使用,如果政府部门“监管失灵”,也会造成质量安全技术扩散的“控制缺位”等,这些是引发源头生产质量不安全的农产品的重要因素。为此,我们拟在参与主体具有有限理性的假设下,用演化博弈论的方法分析生产者之间、生产者和消费者之间以及生产者和政府监管部门之间相互作用时的策略选择行为,以揭示质量安全技术扩散使用不畅的深层次原因,为政府部门制订行之有效的技术扩散政策与措施提供依据。

1 博弈均衡策略形成分析

传统经济中的“完全理性人”假说认为人总是在约束条件下争取自身效用最大化,但在实际经济生活中,我们不可能假定参与者总是冷静地做出完全理性的决策,而是必须考虑博弈参与人在决策过程中可能会受到很多暂时性的“非理性”因素的干扰,这种暂时性的干扰可能会影响参与人的理性预期。另一方面,由于信息总是不完全的(这本身就是一

种约束条件),博弈的一方不可能对西蒙所谓的“潜藏在消费者(博弈的另一方)内心的影子般的效用函数”给予充分的关注并获得完备的信息,所以博弈参与人一般无法满足现代主流博弈论关于“完全理性”的前提假设。

在博弈中,如果参与人不满足完全理性的假设,那么将这类参与人称为有限理性的参与人(bounded rational player),存在有限理性参与人的博弈称为有限理性博弈^[1]。有限理性是指人的行为是“意欲合理,但只能有限达到”。有限理性是由两方面的原因引起的:一方面是由于人的感知认识能力限制,它包括个人在获取、储存、追溯和使用信息的过程中不可能做到准确无误;另一方面则是来自语言上的限制,因为个人在以别人能够理解的方式通过语句、数字或图表来表达自己的知识或感情时是有限制的(这或许是因为他们没有掌握到所必需的词汇,也或许是因为这些词汇尚不存在),不管多么努力,人们都将发现,语言上的限制会使他们在行动中感到挫折。我们所关心的是人类在特定问题中的行为和决策,此时的理性是人们在具体问题中的理性。在具体问题中的理性程度,除了上述限制而导致的个体差异外,与问题的复杂程度也有很大关系,参与人的理性程度与问题的复杂程度是负相关的,参与人的有限理性也是合作竞争关系复杂性的根源之一。有限理性意味着总会有部分参与人不会采用完全理性的均衡策略。有限理性的博弈过程是一个学习和选择的过程。有限理性的参与人在重复博弈的过程

收稿日期:2009-04-29

基金项目:国家自然科学基金项目“基于技术扩散的农产品质量安全控制研究”(70873075);山东省自然科学基金项目“农产品质量安全的技术控制机理研究”(Y2007H17)

作者简介:李中东(1964—),男,陕西蒲城人,山东工商学院经济学院院长、教授,管理学博士,研究方向:农产品质量安全。

中,不可能一开始就能找到最优的策略,而是在学习和选择中,通过不断的学习和模仿,逐步的试错与选择,寻找较好的稳定策略,最终达到一个动态的均衡,这种策略称为有效均衡策略^[2]。

演化博弈论以博弈方具有有限理性为基础,研究博弈方组成的群体成员采用特定策略比例的变化趋势和稳定性,对分析预测经济关系的长期趋势和解释各种普遍性社会现象具有重要的作用。有限理性的重复博弈过程是一个学习和选择的过程,博弈方通过不断学习和模仿调整策略,让自身利益能够得到改善,使最终的结构达到一个动态的均衡。由于涉及策略的动态调整过程,所以不完全信息演化稳定性的分析需要利用动态系统方法^[3]。我们采用 2×2 对称博弈方法,分析生产者之间在技术扩散过程中进行决策的稳定性过程;以非对称的 2×2 重复博弈方法,分析生产者和消费者、生产者和政府之间在技术扩散过程中的决策稳定性。

2 农产品质量安全技术在生产者之间扩散的演化策略稳定性分析

在农产品生产过程中,生产者对其使用的技术类型有两种策略选择:一种是选择采用质量安全技术生产农产品,也就是质量安全技术的扩散采用;另一种是选择传统技术生产农产品,也就是非安全技术的扩散采用。现假设有两个对称的生产者 A 和 B,在生产过程中,如果双方都采用质量安全技术生产,各得 a 单位的收益(或预期收益);双方都采用传统技术生产各得 d 单位的收益(或预期收益);当一方采用质量安全技术而另一方采用传统技术时,采用质量安全技术者得 b 单位的收益(或预期收益),采用传统技术者得 c 单位的收益(或预期收益)。这种博弈的特征是两个博弈方在策略和利益方面都是对称的,因此一个博弈方究竟是在博弈方 A 的位置博弈还是在博弈方 B 的位置博弈,这并没有区别。这种博弈适合于相似个体组成的群体成员之间随机配对的分析。双方的支付矩阵如表 1 所示。

表 1 生产者之间博弈的矩阵

		生产者 B	
		质量安全技术	传统技术
生产者 A	质量安全技术	a, a	b, c
	传统技术	c, b	d, d

在实际中,真正满足完全理性假设的生产者是很少的,大多只具有有限理性。假设在一个群体中,有比例为 x 的生产者采用质量安全技术进行生产,比例为 $(1 - x)$ 的生产者采用传统技术进行生产, x 是时间 t 的函数。如果用 π 表示生产者的收益,则

采用质量安全技术的生产者期望收益 π^H 、采用传统技术的生产者期望收益 π^L 和平均收益 π 可分别表示为:

$$\begin{aligned}\pi^H &= x \times a + (1 - x) \times b; \\ \pi^L &= x \times c + (1 - x) \times d; \\ \pi &= x \times \pi^H + (1 - x) \times \pi^L.\end{aligned}$$

根据复制动态方程,采用质量安全技术的生产者的比例动态变化速度可用下式表示:

$$dx/dt = x(\pi^H - \pi) = x(1 - x)[x(a - c) + (1 - x)(b - d)].$$

在给定的博弈中,各决策组合下的收益是常量,因此 dx/dt 仅为 x 的函数,于是上式可记为: $dx/dt = F(x)$ 。

要讨论该博弈的演化稳定策略,需要找出复制动态的稳定态,再讨论小的扰动对稳态的影响。令 $F(x) = 0$,解得的稳定态解分别为: $x_1^* = 0$; $x_2^* = 1$; $x_3^* = (d - b)/(a - b - c + d)$ 。

作为一个演化稳定决策 x^* 的稳定点须满足下面条件:给稳定点一个小的扰动,复制动态仍会使其回复到 x^* 。根据微分方程的稳定性定理:在 x^* 处, $F(x)$ 的导数必须小于 0,即当干扰使 x 低于 x^* 时, $F(x)$ 必须大于 0,当干扰使 x 高于 x^* 时, $F(x)$ 必须小于 0,此时 x^* 为相应博弈的复制动态进化稳定策略。即,令 $F(x) = dx/dt$,当 $F(x^*) < 0$ 时, x^* 为演化稳定策略(ESS)。三个稳定态随着支付结构的不同取值, x_3^* 可能与 x_1^* 或 x_2^* 相等或者 x_3^* 不存在($x_3^* \notin [0, 1]$),博弈由三个稳定态退化为两个稳定态^[4]。

值得注意的是,虽然 x_1^* 等稳定点意味着在该点博弈方采用策略比例不会再发生变化,但并没有说明复制动态过程究竟会趋向于哪个稳定点,这取决于博弈方采用策略比例的初始状态和动态微分方程在相应区间的正负情况,需要根据具体问题进行分析^[3]。由于每一个博弈方的收益不仅取决于自身的策略选择,也取决于其他博弈方的策略选择,即策略和收益有相互依存性,所以表 1 中 a, b, c, d 的值通常是不等的。当博弈双方满足完全理性假设时,博弈结果完全取决于 a, b, c, d 的值,但当博弈方理性层次很低时,一次博弈的结果可能与 a, b, c, d 的值无关,而经过多次反复博弈,博弈的结果才与 a, b, c, d 的值有关。

1) 若 $a > c$ 且 $b > d$,即采用质量安全技术生产的收益大于采用传统技术的收益。此时, $F(x_1^*) > 0$, $F(x_2^*) < 0$, x_3^* 不是稳定状态, $x_2^* = 1$ 是唯一演化稳定策略。博弈演化的结果为有限理性的生产者经过长期反复博弈均趋向于采用质量安全技术的策

略。

2) 若 $a < c$ 且 $b < d$, 即采用质量安全技术生产的收益小于采用传统技术的收益。此时, $F(x_1^*) < 0, F(x_2^*) > 0, x_3^*$ 不是稳定状态, $x_1^* = 0$ 是唯一演化稳定策略。博弈结果为有限理性的生产者经过长期反复博弈均趋向于不采用质量安全技术的策略。

3) 若 $a > c$ 且 $b < d$, 即已知一方采用质量安全技术生产时, 另一方采用质量安全技术来的收益大于采用传统技术时生产的收益; 而未知一方不采用质量安全技术时, 另一方采用质量安全技术来的收益小于采用传统技术时生产的收益。此时, $F(x_1^*) < 0, F(x_2^*) < 0, F(x_3^*) > 0, x_1^* = 0$ 和 $x_2^* = 1$ 都是演化稳定策略。博弈的结果取决于 x 的初始水平。当初始的 $x \in (0, x_3^*)$ 时, 有限理性的生产者经过长期反复博弈均趋向于不采用质量安全技术的策略; 当初始的 $x \in (x_3^*, 1)$ 时, 有限理性的生产者经过长期反复博弈均趋向于采用质量安全技术的策略。显然, $x_3^* = (d - b) / (a - c + d - b)$ 随着 $d - b$ 的增加而增加, 随着 $a - c$ 的增加而减少。特别地, 当 $d = b, a > c$ 时, 演化为 $x^* = 0$; 当 $d = b, a = c$ 时, 演化为 $x^* = 1$ 。

4) 若 $a < c$ 且 $b > d$, 即一方采用质量安全技术生产时, 另一方采用质量安全技术来的收益小于采用传统技术时生产的收益; 而一方不采用质量安全技术时, 另一方采用质量安全技术来的收益大于采用传统技术时生产的收益。此时, $F(x_1^*) > 0, F(x_2^*) > 0, F(x_3^*) < 0, x_3^* = (d - b) / (a - b - c + d)$ 是唯一演化稳定策略。博弈结果为: 在有限理性的生产者大群体中, 经过长期反复博弈有 $(b -$

$d) / (c - a + b - d)$ 比例的生产者趋向于采用质量安全技术的决策; $(c - a) / (c - a + b - d)$ 比例的生产者趋向于不采用质量安全技术的决策。

由上可知, 质量安全技术扩散受阻的主要原因是采用不安全技术生产者的收益(或期望收益)大于采用安全技术生产者的收益(或期望收益), 因此, 要实现质量安全技术的有效扩散, 就必须采取各种激励性措施, 增加采用安全技术的生产者收益(或期望收益), 降低非采用安全技术生产者的收益(或期望收益)。

3 生产者与消费者之间博弈对技术扩散的演化策略稳定性分析

由于农产品有信任品的特征, 所以消费者只能通过第三方(如政府)调查公布以及广告、新闻等途径获知安全农产品和非安全农产品, 其中主要通过产品认证标志的途径来确定。当然, 在无约束情况下, 由于信息不对称, 农产品供给方有可能以次充好, 违规贴标签, 企图获得超额利润。假设农产品消费者, 选择贴有安全标签(如遵循安全技术生产的无公害农产品等)农产品的消费者占 $(1 - x)$, 选择不贴有安全标签的一般农产品的消费者占 x 。假设同种农产品的基本功能效用是不变的, 购买一单位某种安全农产品和一般农产品的消费者分别获得的效用为 U^H, U^L 。考虑 2×2 非对称重复博弈, 其阶段博弈的矩阵式表述如表 2。其中, y 和 $1 - y$ 分别表示生产者在一次博弈中采取策略的概率。在这里概率也可以解释为群体博弈中选取该策略的参与人比例。

表 2 生产者、消费者之间的博弈矩阵

		消费者	
		质量安全农产品 $(1 - x)$	传统农产品 (x)
生产者	质量安全技术 (y)	a, e	b, f
	传统技术 $(1 - y)$	c, g	d, h

显然, 生产者采用质量安全技术、传统技术和分别以 y 与 $(1 - y)$ 的概率采用质量安全技术和传统技术的期望收益可以分别表示为:

$$U^H = a(1 - x) + bx;$$

$$U^L = c(1 - x) + dx;$$

$$U = y[a(1 - x) + bx] + (1 - y)[c(1 - x) + dx].$$

消费者采用不同决策的期望效用可分别表示为:

$$U^H = ey + g(1 - y);$$

$$U^L = fy + h(1 - y);$$

$$U = (1 - x)[ey + g(1 - y)] + x[fy + h(1 - y)].$$

根据复制动态方程, 采用质量安全技术的生产者的比例动态变化速度和消费者比例动态变化速度可以表示为:

$$Dy/dt = y[U^H - U];$$

$$Dx/dt = x[U^H - U].$$

动态复制系统则可表示为:

$$Dx/dt = x(1 - x)[(f - e + g - h)y - (g - h)];$$

$$Dy/dt = y(1 - y)[(a - c) - (a - c + d - b)x].$$

依据其动态系统的性质,对任意的初始点 $[x(0), y(0)] \in (0, 1) \times (0, 1)$, 有 $[x(t), y(t)] \in (0, 1) \times (0, 1)$, 因此, 动态复制系统的解曲线上任意一点 (x, y) 均对应着演化博弈的一个混合策略偶 $((1-x), x; y, (1-y))$ 。而动态复制系统平衡点所对应的策略组合为演化博弈的一个均衡, 简称为演化均衡^[5]。显然, 该动态复制系统有平衡点 $E1(0, 0)$ 、 $E2(1, 0)$ 、 $E3(0, 1)$ 、 $E4(1, 1)$, 又当 $0 < \frac{a-c}{a-c+d-b}$ 、 $\frac{g-h}{f-e+g-h} < 1$ 时, $E5(\frac{a-c}{a-c+d-b}, \frac{g-h}{f-e+g-h})$ 亦是系统的一个平衡点, 它们分别对应着一个演化博弈均衡。说明, 在本模型中, 消费者的效用期望和生产者收益期望之间虽然没有可比性, 但博弈参数仅用来做比较分析以及对经济行为进行预测, 因此并不影响结论。根据生产者在期望收益和消费者在期望效用之间的演化博弈关系, 我们这里仅以生产者采用质量安全技术所获取的期望收益作为演化的动力基础, 对动态复制系统平衡策略演化进行稳定性分析。这个系统平衡策略演化的稳定性分析的其他情况, 参见文献[6]。

针对生产者采用质量安全技术的期望收益, 根据表2的博弈矩阵分析, $a > c$ 是先决条件, 其稳定的平衡点有以下几种:

1) 稳定点 $E4(1, 1)$ 。

存在两种情况: 当 $a > c, b > d, e < f, g > h$ 时, 复制系统有4个平衡点 $E1 \sim E4$, 其中, $E4$ 为稳定的结点, $E2$ 为不稳定的结点, $E1$ 与 $E3$ 为鞍点。当 $a > c, b > d, e < f, g < h$ 时, 复制系统有4个平衡点 $E1 \sim E4$, 其中, $E4$ 为稳定的结点, $E1$ 为不稳定的结点, $E2$ 与 $E3$ 为鞍点。现实情况可能是, 生产者采用质量安全技术收益大于传统技术; 消费者理性, 消费质量安全农产品获得的效用大于传统产品, 因此市场机制的作用能够自动实现质量安全技术的稳定扩散。

2) 稳定点 $E3(0, 1)$ 。

存在三种情况: 当 $a > c, b > d$ 和 $e > f, g < h$ 时, 复制系统有4个平衡点 $E1 \sim E4$, 其中, $E3$ 为稳定的结点, $E1$ 为不稳定的结点, $E2$ 与 $E4$ 为鞍点。

当 $a > c, b > d, e > f, g > h$ 时, 复制系统有四个平衡点 $E1 \sim E4$, 其中 $E3$ 为稳定的结点, $E2$ 为不稳定的结点, $E1$ 与 $E4$ 为鞍点。当 $a > c, b < d, e > f, g > h$ 时, 复制系统有4个平衡点 $E1 \sim E4$, 其中, $E3$ 为稳定的结点, $E4$ 为不稳定的结点, $E1$ 与 $E2$ 为鞍点。生产者采用质量安全技术的收益大, 消费者存在不理智的行为。现实情况可能是, 农产品生产者采

用质量安全技术生产的农产品得到部分消费者认可, 从而使质量安全技术扩散有实现的可能性。但是由于消费者处于信息弱势地位, 部分消费者可能不认可质量安全农产品, 质量安全技术的扩散受到阻力。质量安全技术扩散有实现的动力, 但需要通过宣传来引导消费者的购买行为。

3) 稳定点 $E2(1, 0)$ 。

当 $a > c, b < d, e < f, g < h$ 时, 复制系统有4个平衡点 $E1 \sim E4$, 其中, $E2$ 为稳定的结点, $E1$ 为不稳定的结点, $E3$ 与 $E4$ 为鞍点。在这种情况下, 质量安全技术的扩散不能实现, 需要外界强有力的介入。现实情况可能是, 当一般农产品滥贴标签摇身变成“安全农产品”的比率过高时, 真正的安全农产品生产商利益受到侵害, 转而生产一般农产品, 并假冒成安全农产品, 最终所有农产品生产商都生产一般农产品并贴上“安全农产品”的标签。对于消费者而言, 虽然购买一般农产品获得的效用比购买假冒伪劣的“安全农产品”要高, 消费者知道受欺骗的可能性很大, 但不可能通过减少农产品消费来抵制假冒伪劣。此时消费者无法通过自身的效用偏好来引导市场的走向, 而是完全由农产品生产方决定农产品的安全状况, 最终的演化结果是农产品生产商采用虚假的“质量安全技术”生产假冒伪劣的“安全农产品”, 消费者接受假冒伪劣的“安全农产品”^[7]。

4) 例外。

存在两种情况: 当 $a > c, b < d, e > f, g < h$ 时, 复制系统有5个平衡点 $E1 \sim E5$, 其中, $E2$ 和 $E3$ 为稳定的结点, $E1$ 和 $E4$ 为不稳定的结点, $E5$ 为鞍点。这种情况根据遇到的实际数据分别归入2)和3)的分析。当 $a > c, b < d, e < f, g > h$ 时, 复制系统有5个平衡点 $E1 \sim E5$, 其中, $E1 \sim E4$ 为鞍点, $E5$ 为中心。这种情况下质量安全技术有扩散的可能, 但效率一般不高, 也没有稳定的结果。

4 生产者与监管者之间博弈对技术扩散的演化策略稳定性分析

质量安全农产品具有准公共产品的性质, 考虑到社会利益的最优化实现, 因此对质量安全技术的扩散采用需要生产者和政府共同作用。生产者是实现质量安全技术扩散的原动力, 政府管理部门则通过激励或者规制对质量安全技术的扩散形成推动力^[8-9]。在这里我们仅从规制的角度, 讨论生产者和监管者之间的博弈对质量安全技术扩散的影响。

在生产过程中, 生产者有两种可供选择的策略: 采用质量安全技术或不采用。监管部门面对生产过程技术的使用也有两种可供选择的策略: 对不采用

质量安全技术的行为疏于规制或进行规制。当监管部门选择规制策略时,就要对生产者的生产行为进行严格地监测,对不采用安全技术标准的就需对他们进行惩罚。监管部门这样做,不仅自身要花费人力、物力和财力,而且需要得到上级部门的有效支持和相关部门的协作配合。因此,监管部门选择规制

策略是要付出代价的,有时甚至是很高的。当然,理论上讲,选择规制也是有收益的,如罚款或奖励。如果不规制则要承担失职的惩罚^[10]。

生产者与监管部门进行博弈时的支付矩阵如表 3 所示。

表 3 生产者、规制者之间的博弈矩阵

		规制者	
		规制(1-y)	不规制(y)
生产者	质量安全技术(x)	a, -c1	a, 0
	传统技术(1-x)	a+ a-s, r-c1+s	a+ a, -c2

其中,生产者采用质量安全技术实现的预期收益为 a,由于采用安全技术提供质量食品安全需要额外的成本,这部分成本可以看作是那些不采用安全技术者的额外预期收益,所以传统技术采用者在不规制时的预期收益为 a+a;监管部门对不安全产品生产者的处罚为 s(s>0),监管者疏于对不安全产品规制的失职惩罚为 c2(c2>0),监管成本为 c1(c1>0),政府监管的投入和奖励为 r。

对于有限理性层次较低的监管者和生产者,如果假设在生产者群体中采用安全技术策略的比例为 x,在监管者群体中采用不规制策略的比例为 y,则生产者的复制动态方程为

$$F(x) = dx/dt = x [U^H - U] = x(1-x)(s-a-sy)。$$

监管者的复制动态方程为

$$G(y) = dy/dt = y(U^H - U) = y(1-y)[c1-c2-r-s+(c2+r+s)x]。$$

其中 U 代表生产者的收益,U 代表监管者的收益。

对于生产者,如果 $y = (s-a)/s$,则 $F(x)$ 始终为 0。这意味着所有 x 都是稳定状;如果 $y < (s-a)/s$,则 $x_1^* = 0$ 和 $x_2^* = 1$ 是两个稳定状态,且当 $y > (s-a)/s$ 时 $x_1^* = 0$ 是演化稳定策略,当 $y < (s-a)/s$ 时 $x_2^* = 1$ 是演化稳定策略。特别地,当 $s < a$,即生产者采用不安全技术受到的处罚小于其收益,亦即处罚力度较轻时, $y > (s-a)/s$ 显然成立,演化博弈的结果为生产者趋向于选择不安全技术策略。当处罚力度很重,比如 $s = 10a$,但只要 $y > 9/10$, $x_1^* = 0$ 仍是演化稳定策略,在长期演化中,生产者仍趋向于选择不安全技术。这就表明如果对违规者处罚力度不够,或者虽然处罚力度很重,但监管部门由于种种原因而进行严格监测的概率较小,那么经过长期反复博弈,质量安全技术扩散仍不能实现。因此,要实现有效扩散,在

加大对违规者严惩的同时,还必须加强监管队伍的建设,提高违规者被发现的概率。

对于监管者,如果 $x = (r+c2+s-c1)/(c2+r+s)$, $(r+c2-c1)$,则 $G(y)$ 始终为 0。这意味着所有 y 都是稳定状态;如果 $x < (r+c2+s-c1)/(c2+r+s)$,则 $y_1^* = 0$ 和 $y_2^* = 1$ 是两个稳定状态,且 $r+c2+s > c1$ 时,如果 $x < (r+c2+s-c1)/(c2+r+s)$, $y_1^* = 0$ 是演化稳定策略;如果 $x > (r+c2+s-c1)/(c2+r+s)$, $y_2^* = 1$ 是演化稳定策略。当 $r+c2+s < c1$ 时,对任意的 $x \in [0,1]$ 均有 $c1-c2-r-s+(c2+r+s)x > 0$, $G(y_1^*) > 0$, $G(y_2^*) < 0$, $y_2^* = 1$ 是演化稳定策略。因此,当监测成本过高,而投入、奖励力度不足或违规被发现而受到的处罚力度又过轻时,在长期演化中,监管部门趋向于选择不监测策略,质量安全技术扩散难于实现。此种情况下,降低检查成本是约束生产者违规的重要举措。影响监管部门检查成本的因素众多,针对生产经营与监管的具体情况,监督技术规范、统一的程度,不同监管部门的有效协调与否,不同生产经营环节检查的可追溯性程度,以及监管人员所拥有的人力资本与激励的程度等,是其主要的影响因素。技术标准越明确、规范、统一,监管部门之间的分工协调越有效,对生产经营不同环节的可追溯性越强,检查监督人员的技术熟练程度越高、对其实施的激励程度越高,则检查成本也就越低。

5 总结与思考

生产者技术策略选择行为系统是一个充分开放的系统,它总是在与外界进行物质、能量和信息的交换。环境的变化会影响博弈各方的策略选择,进而影响最终的均衡结果和均衡路径^[11]。从演化博弈的角度来看,生产者对技术扩散的选择本质上是一个不断试验的过程。通过对生产者、消费者和监管者对技术扩散采用的演化博弈分析,可以初步认为

质量安全技术扩散受阻的主要原因是:生产者采用不安全技术的收益(或期望收益)大于安全技术的收益(或期望收益);消费者由于信息不对称、处于弱势地位,因此其难以对生产者形成有效的诱导;农产品生产者是根据自身的利益来决定是否采用质量安全技术;监管者进行监测的成本过高,对不安全技术采用者处罚力度不够。

就生产者而言,生产者通过对经济利益的思考从而选择自己的行为。生产者采用技术行为形成的根源是经济利益驱动。在生产过程中,由于经济利益的驱动,生产者之间必然会通过学习、模仿达到自己认为的最优行为策略。然而生产者处于一个群体中,他的行为还受到与自身处境一样的其他生产者的影响,生产者群体之间存在相互认同、激励和学习的效应。经济利益诱因越强,行为效果越明显。生产者采用“安全技术行为策略”和“非安全技术行为策略”的动态均衡比例最终取决于两种行为的收益比例。采用非安全策略比例越大,则非安全策略示范性效应就越强;理性策略期望收益与平均期望收益差距越大,则越阻碍质量安全技术的扩散。

生产者和消费者之间,由于信息不对称天然分布。农产品质量安全具有经验品和信任品的特性,农产品安全品质为内在品质,消费者在购买之前不能判定想要购买的农产品是否是安全的,甚至当消费者购买农产品时,他们通常也不能识别该农产品是否会让他们染病,或者长期消费是否会对健康产生危害。消费者因为处于信息弱势地位,市场上技术扩散的演化趋势是由生产者主导的,而农产品生产者则是根据自身的利益来决定是否采用质量安全技术。同时,在市场上,提供质量安全农产品的生产者不在少数,区分劣质和安全农产品会增加其自我证明责任,也因此增加其成本^[12]。这种状况下,农产品生产者为了个人的利益最大化,缺乏动力采取质量安全技术和自控措施来提高安全水平,其必然会利用包括法律规范在内的一切可利用空间。信息不对称状况越严重,生产者对质量安全技术扩散的动力就越不足。

生产者和监管者之间,政府所构建的制度环境并不一定从一开始就能够促进安全技术的有效扩散,在生产者策略选择行为系统的演化过程中,政府基于公共安全的压力是促进安全策略实现的推动力,政府的行为必须根据生产者的反应加以调整,在不断的调整、试验过程中构建最优的制度环境、规制机制,从而促进生产者与监管者的良好互动,提高社会福利和政府效益。监管主要体现为监管部门与生产经营者之间的理性选择下的博弈行为。政府检查的程度

与生产者违规的程度之间存在内在联系。安全监督检查博弈的均衡取决于监管者对不安全技术采用者的惩罚力度,监督检查的成本,以及采用不安全技术而获得的额外预期收益。监管部门检查成本下降、监管频率增加,有助于减少生产者违规采用不安全技术;加大对生产经营者违规的惩罚,生产者违规的预期减少,其采用不安全技术的积极性就会下降。

人既有可能是规范遵循者,又有可能是最大化利益者,何时遵循规范,何时最大化自身利益,主要取决于法律对人的利益改变程度。在法律的框架下,经济人会不断地在最大化自身利益和遵循法律之间做出选择。因此,要控制不安全技术的采用行为,一是要严厉处罚违规者,加大其生产成本;二是实行监管者的长效机制的建设,加大对监管者的再规制,促使执法能力和检查概率的提高;三是要加大国家投资力度,改变监管部门管理体制和运行机制;四是要加强安全技术检测的科技水平,提高监测的能力,减少监管、监测的成本。

参考文献

- [1] HOFBAUER J, SIGMUND K. Evolutionary Games and Population Dynamics[M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1998.
- [2] 谢识予. 有限理性条件下的进化博弈理论[J]. 上海财经大学学报, 2001, 3(5): 3-9.
- [3] SYSFAHO M, SARANKI J, KASKI K. Invisible hand effect in an evolutionary minority game model[J]. Physica A, 2005, 347(6): 639-652.
- [4] 吴昊, 杨梅英, 陈良猷. 合作竞争博弈中的复杂性演化均衡的稳定性分析[J]. 系统工程理论与实践, 2004(2): 90-94.
- [5] BERNINGHAUS S K, EHRHART KARI M. The power of ESS: an experimental study[J]. Journal of Evolutionary Economics, 2003, 13(2): 161-181.
- [6] 孙庆文, 陆柳, 严广乐, 等. 不完全信息条件下演化博弈均衡的稳定性分析[J]. 系统工程理论与实践, 2003(7): 11-16.
- [7] 陈小霖, 冯俊文. 基于演化博弈论的农产品质量安全研究[J]. 技术经济, 2007(11): 29-84.
- [8] 王可山, 李秉龙, 刘哲. 论生产者自控与农产品质量安全[J]. 兰州学刊, 2007(8): 50-51.
- [9] BAUMANN H, BOONS F, BRAGD A. Mapping the green product development field: engineering, policy and business perspectives[J]. Journal of Cleaner Production, 2002, 10(5): 409-425.
- [10] 卢方元. 环境污染问题的演化博弈分析[J]. 系统工程理论与实践, 2007(9): 148-152.
- [11] 申亮. 绿色供应链演化博弈的政府激励机制研究[J]. 技术经济, 2008(3): 110-113.
- [12] 徐金海. 政府监管与食品质量安全[J]. 农业经济问题, 2007(11): 85-90.

(下转第 118 页)

(比较依据:期望值小于阈值时默认为风险不发生;简单来说,根据期望计算公式(8),若 λ 等于 0,则期望值为 0,风险未发生;若期望值小于阈值时,风险也未发生),并且发生改变的大小,即信用损失也可计算出,因此,模型 $\phi(t) = H_i^T(t) = \sum_{i=1}^{N(t)} Y_i e^{-(t-S_i)}$ 可以很好的预测信用风险及其损失,具有较高的实用价值。

4 结论

1) 本文从突发性事件发生的随机性出发,考虑供应链信用风险自身的特征,利用泊松分布函数、阶跃函数等来描绘供应链风险模型,进行检验分析,检验结果与实际中供应链风险是否发生以及信用损失大小等相吻合。

2) 将阶跃函数运用到模型(5)中,可以有效的识别各种突发性事件,辨析其是否对供应链信用产生影响。

3) 运用该模型对供应链信用风险进行分析,可以进行模拟分析,有效地预测风险大小,为寻求应急或解决方案提供基础,有助于最大程度的降低供应

链中成员企业的损失。

参考文献

- [1] 陈皓甲. 供应链风险分析与预警体系[J]. 科技情报开发与经济, 2008(1): 114-115.
- [2] 柏晓峰. 供应链风险与管理[J]. 合作经济与科技, 2008(4): 39-40.
- [3] 叶蜀君. 信用风险的博弈分析与度量模型[M]. 北京: 中国经济出版社, 2008.
- [4] 马天山, 王静. 基于供应商管理库存信用风险的供应链违约风险控制[J]. 经济经纬, 2008(5): 117-119.
- [5] 李超, 孙强. 浅议供应链风险管理[J]. 中国集体经济, 2008(8): 108-109.
- [6] 王燕. 基于 Stackelberg 博弈的供应链信用风险分析[J]. 物流技术, 2008(2): 89-91.
- [7] Xiaojun Shi. Simultaneous determination of threshold default risk criterion and credit term in two-staged supply chain [Z]. 2008 International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008: 1-4
- [8] GAONKARRS, VISWANADHAMN. Analytical framework for the management of risk in supply chains[J]. IEEE Transactions on automation science and engineering, 2007, 4(2): 265-273.

Model on Sudden Credit Risk in Supply Chain Based on Catastrophe Theory

Zou Huixia, Gao Xinyan

(Economics and Management School, Wuhan University, Wuhan 430072, China)

Abstract: This paper applies the catastrophe theory to the study on sudden credit risks in supply chain. Considering the characteristics of sudden credit issues and the supply chain itself, it constructs the sudden credit risks model in supply chain, and makes a simulation analysis, which aims to provide an efficient approach to analyze sudden credit risks in supply chain and lays the foundation for further researches.

Key words: sudden credit risk; supply chain; credit risk model; catastrophe theory; simulation analysis

(上接第 65 页)

Game Analysis on Technology Spread Based on Agro-products Quality and Safety

Li Zhongdong

(Department of Economics, Shandong Institute of Business and Technology, Yantai Shandong 264005, China)

Abstract: Under the hypothesis that producers, consumers, regulators and other major participants are under bounded rationality, this paper analyzes the strategy selections by using the method of evolutionary game theory when a producer interacts with other producers, consumers, and governmental regulators, and reveals that economic benefits is a main internal factor influencing technology diffusion of quality and safety. Finally, it suggests that, in order to restrain the behaviors of unsafe technologies, producers' illegal incomes should be cut down, and production costs should be increased, and consumers' demands for safe agricultural products should be guided and increased, and re-regulating the regulators should be strengthened strictly, and regulation frequency and supervision abilities should be improved.

Key words: technology diffusion; quality and safety of agricultural product; evolutionary stable strategy; bounded rationality; dynamic replication