

食品供应链中产品安全投入的博弈分析

王艳芳, 刘亚相

(西北农林科技大学 理学院, 陕西 杨凌 712100)

【摘要】 【目的】从产品安全投入的角度,对食品供应链中的安全问题进行分析,为相关企业的产品安全投入决策提供参考。【方法】根据博弈论、信息经济学的理论与方法,通过对食品供应链中企业的安全投入与收益间关系的分析,在恰当假设与简化的基础上,构建供应链中企业基于产品安全投入的非合作博弈模型、合作博弈模型与不完全信息博弈模型,对不同情况下企业的投入决策进行了分析。【结果】利用构建的博弈模型,求出了非合作与合作两种情况下的均衡解及相关的比较结果,结合不完全信息这一事实,给出了供应链中企业产品安全投入的算式。【结论】出于自身利益考虑,在非合作状态下,供应商和制造商也会进行安全投入,但由于社会虚度效应的存在,双方在非合作时的安全投入均低于合作时的安全投入。在更为符合实际情况的 Bayesian 均衡状态下,双方的安全投入水平与对方的合作概率成正比。

【关键词】 食品供应链;安全投入;博弈论

【中图分类号】 TS201.6

【文献标识码】 A

【文章编号】 1671-9387(2010)03-0155-05

Game analysis on product safety input of food supply chain

WANG Yan-fang, LIU Ya-xiang

(College of Science, Northwest A&F University, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: 【Objective】 This paper analyzed the security issues in food supply chain from the perspective of product safety input, so as to provide scientific reference to input decision-making on corporate product safety. 【Method】 According to game theory as well as information economics, different game models, based on proper supposition and simplification, were developed through the analysis of the relationship between safety input and profits. 【Result】 It offered the co-operation and non-cooperative equilibrium solution and the related comparison results. Furthermore, the product safety input expression of supply chain enterprise was given in combination with incomplete information. 【Conclusion】 The results show that suppliers and manufacturers in food supply chain, out of their own interests, will also conduct safety input in the non-cooperative status. However, incomplete information causes lower safety input in the non-cooperative status than that in the cooperative status. In the incomplete information situation, two sides of the safety input level are both proportional to the cooperation probability of the other party.

Key words: food supply chain; safety input; game theory

近年来,我国食品安全事件频频发生,从河北“红心鸭蛋”、山东“多宝鱼”及陈化粮事件等,到最近的三聚氰胺奶粉事件,均对人民群众的健康和生命造成了极大的危害。食品安全问题日益成为一个全

民关心、全球关注的重大问题,也对食品供应链中的企业提出了新的要求。食品供应链中的企业,尤其是原料供应商和产品制造商,加大产品安全投入乃大势所趋。

* [收稿日期] 2009-09-16

[作者简介] 王艳芳(1985—),女,河南台前人,在读硕士,主要从事经济数学研究。E-mail: wyanfang0203@163.com

[通信作者] 刘亚相(1962—),男,陕西扶风人,教授,硕士生导师,主要从事经济数学研究。

目前,有相当多的研究对供应链中的食品安全问题进行了相关探讨,夏英等^[1]、卫龙宝等^[2]、杨为民^[3]和周德翼等^[4]研究认为,通过构建和健全制度结构和政府监管体系,有利于食品安全的保障。事实上,在食品供应链中,各级企业的利益目标并不完全一致,也即管理目标存在一定的冲突,此时采用博弈论的方法来协调各方的利益不失为一种明智的选择。博弈论中的非合作博弈理论与合作博弈理论表明,在承认个体理性的前提下,可以通过某些机制的设置,达到既满足集体理性又满足个体理性的高效均衡。Mazé 等^[5]学者认为,合理利用博弈论能够全面提升农产品质量。此后,一些文献以博弈论为工具从以下两个方面对供应链中的食品安全问题展开了研究:其一是论证供应链纵向一体化与食品安全之间存在的关系^[6-8];其二是具体分析食品供应链中各成员间的相互作用对食品安全的影响^[9-13]。

应当说,食品安全问题的解决,需要政府相关部门与食品企业的合作来实现^[14]。但是,政府监管是外因,企业自身努力是内因,外因通过内因发挥作用。因此,食品安全问题的解决,主要还有赖于食品供应链上的有关企业自身的安全投入,但是目前还未见有相关的研究报道。鉴于此,又考虑到食品安全问题主要出现在供应链上原料生产与采集及产品生产与加工等环节,涉及到供应商和制造商双方的利益与冲突,本研究试图采用博弈理论对食品供应链中的上游制造商和供应商的产品安全投入进行分析,以期对相关企业的投入决策提供参考。

1 基本假设与模型描述

在食品供应链中,供应商通过种植、养殖等方式获得并向制造商提供原材料,而后制造商对其进行加工从而得到市场上流通的成品。为了保证产品质量,使自己的产品能够通过政府相关部门的检测与肯定,并获得较高的产品声誉,从而占有更高的市场份额,供应商和制造商都会进行一定量的安全投入。供应商的原材料决定了制造商产品质量的起点,而制造商产品质量高低在市场上的反响,又间接影响了供应商的声誉度。二者之间的这种依存关系,决定了他们在产品安全投入上存在着相互影响的关系。为了简单起见,本研究以一个供应商和一个制造商的二级供应链为例进行分析。

1.1 需求函数的确定

作为食品供应链的上中游企业,供应商和制造商对各自产品安全的监管决定了最终产品的质量,

可以理解为双方的安全投入决定了合格的产品数量,即最终的市场需求量。事实上,双方安全投入的增加将减少产品的安全问题,从而提高需求量,即具有生产函数递增性;但投入量达到一定水平,即产品无任何安全问题时,增加安全投入对产品质量作用不大,即具有边际递减性。如果供应商进行了较多的安全投入,保证了原材料的安全问题,制造商就可以省去检测原料质量安全的部分费用,从而进行较少的安全投入,即供应商的安全投入和制造商的安全投入具有替代性。

考虑投入水平与需求函数应该非线性的,而道格拉斯生产函数可以很好地描述可替代的生产要素与产量的关系,不妨假定需求函数为: $\bar{Q} = Ax_s^\alpha x_m^\beta + \epsilon$ 。其中, A 、 α 、 β 为大于 0 的常数,且 $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$ 。 A 也称效率参数,反映除了安全投入之外的能够影响产量的因素水平。 α 、 β 分别为供应商和制造商的安全投入 x_s 、 x_m 的产出弹性,即当 x_s 增加 1%,产出平均增加 $\alpha\%$,当 x_m 增加 1%,产出平均增加 $\beta\%$ 。假定双方的安全投入是规模递减的,则 $\alpha + \beta < 1$ 。 ϵ 是一个均值为 0 的随机变量,反映了外界环境的不确定性。从而可得期望需求为: $Q = Ax_s^\alpha x_m^\beta$ 。

1.2 预期利润

假定在市场营销阶段每销售一单位新产品,供应商和制造商获得的边际收益分别为 ρ_s 和 ρ_m ,可以得到供应商、制造商、供应链系统的预期利润函数为:

$$\pi_s = \rho_s Ax_s^\alpha x_m^\beta - x_s, \tag{1}$$

$$\pi_m = \rho_m Ax_s^\alpha x_m^\beta - x_m, \tag{2}$$

$$\pi = \pi_s + \pi_m = (\rho_s + \rho_m) Ax_s^\alpha x_m^\beta - x_s - x_m. \tag{3}$$

2 安全投入的博弈均衡分析

2.1 nash 均衡

在非合作博弈的 nash 均衡状态下,假设就食品供应链中的安全投入问题,供应商和制造商没有达成具有约束力的协议,双方各自选择一定的安全投入水平 x_s^* 、 x_m^* ,使自己的收益最大化^[15],即:

$$x_s^* = \arg_{x_s} \max \pi_s = \arg_{x_s} \max (\rho_s Ax_s^\alpha x_m^\beta - x_s), \tag{4}$$

$$x_m^* = \arg_{x_m} \max \pi_m = \arg_{x_m} \max (\rho_m Ax_s^\alpha x_m^\beta - x_m). \tag{5}$$

为此,将式(1)和式(2)分别关于 x_s 、 x_m 求一阶偏导数,并令其为 0,整理可以得到双方的最优反应函数为:

$$x_s = (\alpha A \rho_s x_m^\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}}, \tag{6}$$

$$x_m = (\beta A \rho_m x_s^a)^{\frac{1}{1-\beta}}. \quad (7)$$

联立求解,可以得到各自的 nash 最优安全投入水平为:

$$x_s^* = (A \alpha^{1-\beta} \beta^\beta \rho_s^{1-\beta} \rho_m^\beta)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}, \quad (8)$$

$$x_m^* = (A \alpha^a \beta^{1-a} \rho_s^a \rho_m^{1-a})^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}. \quad (9)$$

将式(6)、(7)分别关于 ρ_s 、 ρ_m 求偏导,有:

$$\frac{\partial x_s}{\partial \rho_s} = \frac{1}{1-\alpha} (\alpha A \rho_s^\beta x_m^\beta)^{\frac{1}{1-\alpha}} > 0, \quad (10)$$

$$\frac{\partial x_m}{\partial \rho_m} = \frac{1}{1-\beta} (\beta A \rho_m^\beta x_s^a)^{\frac{1}{1-\beta}} > 0. \quad (11)$$

从式(10)、(11)可以得到本文第1个结论:

结论1 供应商和制造商的安全投入水平与边际收益成正比。

该结论说明,从自身利益出发,食品供应链中供应商和制造商会自发进行安全投入。事实上,从长远考虑,只有进行必要的安全投入,使与自己有关的产品在市场上立足,供应商和制造商才可能获得预期的收益。

将式(6)、(7)分别关于 x_m 、 x_s 求偏导,有:

$$\frac{\partial x_s}{\partial x_m} = \frac{\beta}{1-\alpha} (\alpha A \rho_s x_m^{a+\beta-1})^{\frac{1}{1-\alpha}} > 0, \quad (12)$$

$$\frac{\partial x_m}{\partial x_s} = \frac{\alpha}{1-\beta} (\beta A \rho_m x_s^{a+\beta-1})^{\frac{1}{1-\beta}} > 0. \quad (13)$$

由式(12)、(13)可以得到本文第2个结论:

结论2 供应商和制造商的安全投入水平与对方的投入水平成正比。

该结论可以理解为,因为任何一方的产品出现安全问题,都会对最终的销售量造成不良影响。因此,只有在形式上的合作方增大安全投入时,己方增大安全投入才有意义。从而,双方可以根据公共信息,即对方的安全投入费用,决定自己的投入。

2.2 pareto 均衡

在合作博弈的 pareto 均衡状态下,假设此时供应商和制造商通过协同合作,双方以供应链整体收益最大为目标,选择各自的安全投入费用 x_s^{**} 、 x_m^{**} ,即:

$$x_s^{**} = \arg x_s \max \pi =$$

$$\arg x_s \max [(\rho_s + \rho_m) A x_s^a x_m^\beta - x_s - x_m], \quad (14)$$

$$x_m^{**} = \arg x_m \max \pi =$$

$$\arg x_m \max [(\rho_s + \rho_m) A x_s^a x_m^\beta - x_s - x_m]. \quad (15)$$

为求得均衡解,分别式(1)、(2)关于 x_s 、 x_m 求一阶偏导数,并令其等于零;联立求解后可得 pareto 均衡解为:

$$x_s^{**} = [A \alpha^{1-\beta} \beta^\beta (\rho_s + \rho_m)]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}, \quad (16)$$

$$x_m^{**} = [A \alpha^a \beta^{1-a} (\rho_s + \rho_m)]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}. \quad (17)$$

将两种均衡下的相关结论进行比较,可以得到结论3、4、5:

结论3 在 pareto 均衡状态下,供应商和制造商的投入水平均高于 nash 均衡状态下的投入水平。

证明:将式(16)与式(8)作商,有:

$$\begin{aligned} \frac{x_s^{**}}{x_s^*} &= \frac{[A \alpha^{1-\beta} \beta^\beta (\rho_s + \rho_m)]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}}{(A \alpha^{1-\beta} \beta^\beta \rho_s^{1-\beta} \rho_m^\beta)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}} = \\ &= \frac{[(\rho_s + \rho_m)]^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}}{(\rho_s^{1-\beta} \rho_m^\beta)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}}} = \\ &= \left(\frac{\rho_s + \rho_m}{\rho_s}\right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \times \left(\frac{\rho_s + \rho_m}{\rho_m}\right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}. \end{aligned} \quad (18)$$

显然,上式中: $\frac{\rho_s + \rho_m}{\rho_s} > 1$, $\frac{\rho_s + \rho_m}{\rho_m} > 1$, $\frac{1-\beta}{1-\alpha-\beta} > 0$, $\frac{\beta}{1-\alpha-\beta} > 0$ 。

根据指数函数的性质,有:

$$\left(\frac{\rho_s + \rho_m}{\rho_s}\right)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \times \left(\frac{\rho_s + \rho_m}{\rho_m}\right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} > 1. \quad (19)$$

即 $x_s^{**} > x_s^*$ 。

同理可得: $x_m^{**} > x_m^*$ 。

结论4 在 pareto 均衡状态下,供应链的整体收益高于 nash 均衡状态下的整体收益。

证明:对比式(3),不妨令:

$$f(x_s, x_m) = (\rho_s + \rho_m) A x_s^a x_m^\beta - x_s - x_m. \quad (20)$$

根据均衡解的求解过程, (x_s^{**}, x_m^{**}) 是函数 $f(x_s, x_m)$ 的极大值点,那么显然其他不同于 (x_s^{**}, x_m^{**}) 的收益 $f(x_s, x_m) < f(x_s^{**}, x_m^{**})$, 证毕。

结论5 pareto 均衡状态下,在 $\frac{\alpha}{k} + (1-\alpha)k^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \cdot (1-k)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} < 1$ 时,供应商的收益高于 nash 均衡状态下的收益;在 $\frac{\beta}{1-k} + (1-\beta)k^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}}(1-k)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} < 1$ 时,制造商的收益高于 nash 均衡状态下的收益(其中 $k = \frac{\rho_s}{\rho_s + \rho_m}$)。

证明:假定供应商在 nash 均衡状态下的收益与需求分别为 π_s^* 与 Q^* , 在 pareto 均衡状态下的收益与需求分别为 π_s^{**} 与 Q^{**} , 那么显然有:

$$\begin{aligned} \pi_s^{**} - \pi_s^* &= \rho_s Q^{**} - x_s^{**} - (\rho_s Q^* - x_s^*) = \\ &= \rho_s (Q^{**} - Q^*) - (x_s^{**} - x_s^*). \end{aligned} \quad (21)$$

从而供应商在两种均衡下的利润比较转化为安全投入收益与成本之间的比较。上式中:

$$\rho_s (Q^{**} - Q^*) = \rho_s (A \alpha^a \beta^\beta)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \times$$

$$[(\rho_s + \rho_m)^{\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}} - \rho_s^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \rho_m^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}]; \quad (22)$$

$$(x_s^{**} - x_s^*) = (A\alpha^{1-\beta}\beta^\beta)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} \times [(\rho_s + \rho_m)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} - \rho_s^{\frac{1-\beta}{1-\alpha-\beta}} \rho_m^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}]. \quad (23)$$

令

$$\frac{\rho_s(Q^{**} - Q^*)}{(x_s^{**} - x_s^*)} > 1. \quad (24)$$

则有:

$$\frac{\rho_s}{\alpha} \times \frac{(\rho_s + \rho_m)^{\frac{\alpha+\beta}{1-\alpha-\beta}} - \rho_s^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \rho_m^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}}{(\rho_s + \rho_m)^{\frac{1}{1-\alpha-\beta}} - \rho_s^{\frac{1-\beta}{1-\alpha-\beta}} \rho_m^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}}} > 1. \quad (25)$$

整理,有:

$$\alpha \times \frac{\rho_s + \rho_m}{\rho_s} + (1-\alpha) \left(\frac{\rho_s}{\rho_s + \rho_m} \right)^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}} \cdot \left(\frac{\rho_m}{\rho_s + \rho_m} \right)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} < 1. \quad (26)$$

为简单起见,不妨令 $k = \frac{\rho_s}{\rho_s + \rho_m}$,则有 $\frac{\alpha}{k} + (1-\alpha)k^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}}(1-k)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} < 1$ 。

同理可知,在 $\frac{\beta}{1-k} + (1-\beta)k^{\frac{\alpha}{1-\alpha-\beta}}(1-k)^{\frac{\beta}{1-\alpha-\beta}} < 1$ 时,制造商在 pareto 均衡状态下的收益也高于 nash 均衡状态下的收益。

上述命题说明,pareto 最优均衡是存在的,且满足总体收益与各方收益均大于 nash 均衡状态;同时,在一定条件下,供应商和制造商的安全投入水平也高于 nash 均衡状态下的投入水平。

较高的投入带来较大的收益,同时为企业产品带来较好的声誉,从而带来更高的后期收益。对于供应链上的企业而言,这应当是企业追求的理想状态。但在现实中,pareto 最优状态却难以达到,原因在于团队工作会导致个人偷懒行为,即存在社会虚度效应^[16]。供应商和制造商都存在偷懒的动机,供应商和制造商在合作过程中,总是指望对方进行更多的安全投入,从而自身可以“搭便车”。虽然各方的投入水平是公共信息,但是安全投入的成本(如人员投入、设备投入等)却是各方的私人信息;即使公开,也往往含有虚假成分。为此,自身的投入越大,所承担的风险也就越大。企业的宗旨是用最少的投入获得最大的收益,这就导致了社会虚度效应的存在,即 nash 均衡状态下的安全投入低于 pareto 均衡时的安全投入。

2.3 Bayesian 均衡

现实生活中,在考虑自身利益最大化的前提下,供应链各方都倾向于采取合作的策略。但同时由于社会虚度效应所导致的信息不完全,供应商和制造

商在不确定对方是否会采取积极合作态度的情况下,双方也难于采取完全合作的策略。最符合现实的情况是,供应商和制造商根据自己的认知,判断对方以概率 q 采取合作,以概率 $1-q$ 采取不合作,并据此决定自己的最优策略,从而得到不完全信息博弈的 Bayesian 均衡。

对制造商,其利润函数 π_m^{ba} 为:

$$\pi_m^{ba} = q\pi_m(x_s^{**}, x_m) + (1-q)\pi_m(x_s^*, x_m). \quad (27)$$

对 x_m 求一阶导数,并令其等于 0,有:

$$\frac{\partial \pi_m^{ba}}{\partial x_m} = \beta q A \rho_m (x_s^{**})^a x_m^{\beta-1} - 1 + \beta(1-q) A \rho_m (x_s^*)^a x_m^{\beta-1} - 1 = 0. \quad (28)$$

整理可得到制造商的 Bayesian 均衡投入 x_m^{ba} 为:

$$x_m^{ba} = \left(\frac{\beta A \rho_m}{2} \right)^{\frac{1}{1-\beta}} \{ (x_s^{**})^a + q[(x_s^{**})^a - (x_s^*)^a] \}^{\frac{1}{1-\beta}}. \quad (29)$$

由上式可得:

$$\frac{\partial x_m^{ba}}{\partial q} = \frac{1}{1-\beta} \left(\frac{\beta A \rho_m}{2} \right)^{\frac{1}{1-\beta}} \{ (x_s^*)^a + q[(x_s^{**})^a - (x_s^*)^a] \}^{\frac{1}{1-\beta}} \times [(x_s^{**})^a - (x_s^*)^a] > 0. \quad (30)$$

结论 6 制造商 Bayesian 均衡投入水平与对方合作概率的大小成正比。

也就是说,制造商通过收集以往合作的经验等信息,对供应商的合作概率进行估计,供应商的合作概率越大,则制造商的安全投入越高。这是合乎情理的,因为供应商越倾向于采取合作策略,pareto 最优均衡实现的可能性就越大,制造商面临的风险就越小,从而进行较高的安全投入是可行且有利的。

3 讨 论

本研究以博弈论为工具,对食品供应链中的食品安全问题进行了研究分析。结果表明:在非合作状态下,食品供应链中的供应商和制造商出于自身利益考虑,也会进行安全投入,并且各方的安全投入水平与各自的边际收益成正比,也与对方的投入水平成正比;在 pareto 均衡状态下,供应商和制造商投入水平均高于 nash 均衡状态下的投入水平,而供应商和制造商的收益在一定条件下高于 nash 均衡状态下的收益。

考虑到社会虚度效应造成的信息不完全,本研究在上述经典博弈分析的基础上,构建了更为符合实际的供应商和制造商的不完全信息静态博弈模型,并推求了制造商的 Bayesian 均衡投入水平,结

果表明,制造商的 Bayesian 均衡投入水平与对方合作概率的大小成正比,即制造商的投入水平取决于其对对方合作概率的判断。显然,该结论对于博弈的另一方,即供应商也成立。

4 结 论

由于食品生产的链式特性,其安全问题并非单由博弈的一方所能决定,保证食品安全,需要供应链上各级企业的共同努力。由于对方合作不确定性的存在,单方的高投入,并不一定会带来高的收益,却要承担更高的成本与风险,如何合理决定安全投入水平,是食品供应链上各企业共同面临的难题。本研究所得结论 6 为这种决策提供了科学参考与判断标准。该结论提示,在进行安全投入水平决策时,应首先评估合作企业的可信赖度,根据其可信赖度的高低决定本企业的安全投入水平,从而可以降低安全投入风险,提高投入回报率。

[参考文献]

- [1] 夏 英,宋伯生. 食品安全保障:从质量标准体系到供应链综合管理 [J]. 农业经济问题,2001,22(11):59-62.
Xia Y, Song B S. Food safety guarantee: From quality standard system to supply-chain management [J]. Issues in Agricultural Economy, 2001, 22(11): 59-62. (in Chinese)
- [2] 卫龙宝,卢光明. 农业专业合作组织对农产品质量控制的作用分析:以浙江省部分农业专业合作组织为例 [J]. 中国农村经济, 2004(7): 36-41.
Wei L B, Lu G M. An analysis of the functioning mechanisms of specialized agricultural cooperatives implementing quality control of agricultural products [J]. Chinese Rural Economy, 2004(7): 36-41. (in Chinese)
- [3] 杨为民. 农产品供应链一体化模式初探 [J]. 农村经济, 2007(7): 33-35.
Yang W M. Research on integration model of agricultural products supply chain [J]. Rural Economy, 2007(7): 33-35. (in Chinese)
- [4] 周德翼,吕志轩. 食品安全的逻辑 [M]. 北京:科学出版社, 2008:15-25.
Zhou D Y, Lü Z X. The logic of safety food [M]. Beijing: Science Press, 2008: 15-25. (in Chinese)
- [5] 吕志轩. 关于食品安全问题的研究综述:一个经济学视角 [J]. 德州学院学报, 2009, 25(1): 73-80.
Lü Z X. Research review of food safely: an angly of economics view [J]. Journal of Dezhou University, 2009, 25(1): 73-80. (in Chinese)
- [6] Hennessy D A, Roosen J, Miranowski J A. Leadership and the provision of safe food [J]. American Journal Agricultural Economics, 2001, 83(4): 862-874.

- [7] Emmanuel R, Loic S, Egizio V. Governance of the agri-food chains as a vector of credibility for quality signalization in eu-rope [DB/OL]. <http://www.ecsocman.edu.ru/images/pubs/2003/11/29/0000135303/091-185-raynaud-sauveevalceschini.pdf>. 2003-11-29/2009-09-16.
- [8] Vetter H, Karantininis K. Moral hazard, vertical integration, and public monitoring in credence goods [J]. European Review of Agricultural Economics, 2002, 29 (2): 271-279.
- [9] 张云华,孔祥智,罗 丹. 安全食品供给的契约分析 [J]. 农业经济问题, 2004, 24(8): 25-28.
Zhang Y H, Kong X Z, Luo D. Contract analysis on supply of safe food [J]. Issues in Agricultural Economy, 2004, 24(8): 25-28. (in Chinese)
- [10] 张云华,孔祥智,杨晓艳,等. 食品供给链中质量安全问题的博弈分析 [J]. 中国软科学, 2004(11): 23-26.
Zhang Y H, Kong X Z, Yang X Y, et al. Game analysis on quality and safety of food supply chain [J]. Soft Science of China, 2004(11): 23-26. (in Chinese)
- [11] 胡定寰, Gale Fred, Thomas Reardon. 试论“超市+农产品加工企业+农户”新模式 [J]. 农业经济问题, 2006(1): 36-39.
Hu D H, Gale Fred, Thomas R eardon. A new marketing model: supermarket + processing companies + farm households [J]. Issues in Agricultural Economy, 2006(1): 36-39. (in Chinese)
- [12] 邓淑芬,吴广谋,赵林度,等. 食品供应链安全问题的信号博弈模型 [J]. 物流技术, 2005(10): 135-137.
Deng S F, Wu G M, Zhao L D, et al. Game model of safety problem signaling in food supply chain [J]. Logistics Technology, 2005(10): 135-137. (in Chinese)
- [13] 周应恒,耿献辉. 信息可追踪系统在食品质量安全保障中的应用 [J]. 农业现代化研究, 2002, 23(6): 451-454.
Zhou Y H, Geng X H. Application of traceability in food safety [J]. Research of Agricultural Modernization, 2002, 23(6): 451-454. (in Chinese)
- [14] 李艳波,刘松先. 食品安全供应链中政府主管部门与食品企业的博弈分析 [J]. 工业工程, 2007, 10(1): 35-38.
Li Y B, Liu S X. A game analysis between director departments of the government and food corporations on food safety supply chain [J]. Industrial Engineering Journal, 2007, 10(1): 35-38. (in Chinese)
- [15] 张朋柱,叶红心,薛耀文,等. 合作博弈理论与应用 [M]. 上海:上海交通大学出版社, 2006.
Zhang P Z, Ye H X, Xue Y W, et al. Non-complete common interest group cooperation & game theory and application [M]. Shanghai: Shanghai Jiaotong University Press, 2006. (in Chinese)
- [16] 张维迎. 博弈论与信息经济学 [M]. 上海:上海人民出版社, 1996.
Zhang W Y. Game theory and information economics [M]. Shanghai: Shanghai People's Publishing House, 1996. (in Chinese)