

文章编号: 1000-5862(2017)01-0020-08

同时考虑损失厌恶和过度自信的 供应链 Stackelberg 博弈与决策

魏光兴¹, 唐 瑶¹, 覃燕红²

(1. 重庆交通大学经济与管理学院, 重庆 400074; 2. 重庆理工大学管理学院, 重庆 400054)

摘要: 在完全理性的供应商与具有损失厌恶和过度自信的零售商组成的供应链系统中, 构建 Stackelberg 博弈模型, 分析同时考虑损失厌恶和过度自信的供应链决策. 研究表明: 当仅考虑损失厌恶时, 供应商决定的收益分享比率、零售商选择的销售努力水平、供应商效用和零售商效用都小于完全理性情形, 且它们都随着损失厌恶增强而降低. 当仅考虑过度自信时, 结果正好相反, 这说明损失厌恶与过度自信各自对供应链决策的单独影响是相反的. 在同时考虑损失厌恶和过度自信时, 收益分享比率、销售努力水平、供应商效用和零售商效用仍然都随着损失厌恶增强而降低和随着过度自信程度增强而上升, 这说明损失厌恶和过度自信对供应链决策的影响是相对独立的; 而且, 供应商效用与零售商效用均大于仅考虑损失厌恶情形而小于仅考虑过度自信情形. 当损失厌恶程度大于某临界值时零售商效用与供应商效用均小于完全理性情形, 当损失厌恶程度小于某临界值时双方效用均大于完全理性情形, 这说明损失厌恶和过度自信对供应链决策的作用之间存在相互影响的交叉效应. 因此, 损失厌恶和过度自信都是影响供应链决策的重要因素, 忽略任何一种都是不完备的.

关键词: 供应链; 损失厌恶; 过度自信; Stackelberg 博弈

中图分类号: O 227; F 272.3 **文献标志码:** A **DOI:** 10.16357/j.cnki.issn1000-5862.2017.01.04

0 引言

随着经济环境复杂性和不确定性的不断增强, 在假设供应链成员均完全理性的前提下所进行的一系列研究已无法满足供应链运作管理的需要. 大量经济学与心理学实验研究表明行为主体在经济活动中是有限理性的, 不仅关注自身利益, 同时还表现出一些其他社会偏好如损失厌恶、过度自信、参考点依赖及公平偏好等^[1]. 其中, 损失厌恶与过度自信被认为是行为主体最普遍具有的行为偏好, 一些学者将这2种偏好考虑到对决策者的行为研究中, 认为损失厌恶与过度自信会影响人的判断与决策, 并最终导致行为主体产生决策上的偏差^[2-4]. H. Peters^[5]在期望理论的基础上假定决策者的偏好依赖于参照点收入, 对决策者的损失厌恶偏好进行了分析, 认为如果决策者最终收入小于参照点收入就会导致意外损失, 并且意外损失给决策者带来的负效用大于等量意外收入为其带来的正效用. Zhou Deqing^[6]研究了不完全信息下代理人过度自信对自身收益的作

用. 结果表明对掌握较多信息的代理人而言, 无论他是否过度自信, 其最终收益都一样. 但对于掌握较少信息的代理人而言, 过度自信能使他在与同样掌握较少信息的代理人的竞争中获胜, 无论他过度自信程度多高, 其收益都无法超过掌握较多信息的代理人. 不难看出, 分析供应链系统中成员的损失厌恶与过度自信对供应链决策的影响具有重要的理论价值和现实意义.

许多学者在供应链背景下研究了供应链成员的损失厌恶与过度自信对供应链决策的影响, 并且以研究由供应商与零售商组成的2级供应链系统中零售商行为偏好对供应链的影响为主. 一方面, 关于零售商损失厌恶的研究, 刘珩等^[7]探讨了在信息不对称时由风险中性供应商与损失厌恶零售商构成的供应链, 结果发现零售商决定的最优订货量比整个供应链系统的最优订货量小, 因此价格补贴契约无法实现供应链协调; 王勇等^[8]在市场需求不确定的基础上, 假定制造商和零售商之间关于风险态度的信息不对称, 运用 Stackelberg 博弈模型分析了由单个风险中性制造商和损失规避零售商组成的2级供应

收稿日期: 2016-10-10

基金项目: 国家社会科学基金(16CGL017)资助项目.

作者简介: 魏光兴(1977-), 男, 重庆万州人, 教授, 博士, 主要从事博弈论与行为供应链管理方面的研究. E-mail: wgx777@

126.com

链系统;邱国斌^[9]考虑了制造商不知道零售商损失厌恶信息的情形,并基于 Stackelberg 博弈方法探究了损失厌恶信息不对称对企业决策、企业之间的博弈关系、企业与供应链绩效的影响;肖迪等^[10]在假设零售商具有损失厌恶的前提下,讨论了由供应商与零售商组成的2级供应链中,使用基本合同与期权合同对供应链决策的作用,并对2种合同下的均衡结果进行比较分析得出,零售商订货量及供应商质量努力与零售商损失厌恶程度成反比,并且零售商损失厌恶偏好会造成自身利润减少、供应商利润增加;Hu Benyong 等^[11]通过收益共享契约研究了由损失厌恶零售商、完全理性批发商和完全理性制造商组成的3级供应链协调问题,并将该背景下各参与方的决策与零售商完全理性的情况进行比较得到,当零售商面对高的产品过剩成本时,其订货量会减少,当零售商面对高的缺货成本时,其订货量会增加,并且收益共享契约可以实现3级供应链协调。另一方面,关于零售商过度自信的研究,徐玉发等^[12]分析了零售商的过度自信对其自身努力程度和制造商收益的影响,以及与信息对称和信息不对称状况下零售商努力程度差别和制造商期望效用差别的关系;周永务等^[13]利用报童模型重点讨论了当过度自信零售商对期望需求与方差预测都出现偏差时其最优决策及利润与完全理性情况存在的差异,以及供应商采取契约机制能否实现有过度自信零售商的供应链利润最大化,结果发现零售商过度自信不仅会造成其自身利润的损失,而且还会给供应商利润带来偏差;陈其安等^[14]研究了代理人具有过度自信条件下的委托-代理关系,以及过度自信对委托-代理关系的作用机理,结果表明代理人过度自信可以改善传统的委托-代理关系,降低代理人的道德风险,从而减少委托人的监督成本;袁胡骏等^[15]对以报童模型为背景的2级供应链展开了探究,分析了在过度自信零售商对市场需求的信念存在偏差时的决策行为并将其与零售商完全理性的情况进行了比较,且进一步分析了零售商过度自信对供应链成员最优决策及整个供应链系统优化决策的影响,结果表明当零售商过度自信趋近于0时,决策偏差会线性递减;郝忠原^[16]基于行为运作管理的研究范式,假定成员具备损失规避或过度自信心理,对当成员具备损失规避时由单个零售商和供应商组成的供应链系统和当成员具备过度自信时的委托代理这2种情况下的供应链契约设计问题分别进行研究。

但是,上述文献只考虑了损失厌恶或者过度自信,而没有分析同时考虑损失厌恶和过度自信的供应链决策,也没有讨论损失厌恶和过度自信2种心理偏好因素影响供应链决策的交叉效应。本文设计

由单个完全理性供应商与具有损失厌恶程度和过度自信零售商构成的供应链系统,建立 Stackelberg 博弈模型,研究零售商损失厌恶和过度自信偏好对供应链决策的影响,并分析2者的交叉效应。

1 基本参数与模型

研究完全理性供应商与具有损失厌恶和过度自信零售商构成的供应链系统。其中,供应商 s 为主导方,零售商 r 为跟随方。供应商生产每单位产品的成本为 c ,零售商销售产品的单价为 p ($p > c > 0$)。假定零售商的产品销量刚好满足市场需求 $D = a + ke - bp$, a 为市场基本需求, k 为零售商努力产出系数, e 为零售商销售努力水平, b 为价格影响市场需求系数,且 $a > 0$, $k > 0$, $e \geq 0$, $b > 0$ 。零售商销售努力成本函数为 $c(e) = \varepsilon e^2/2$, ε 为销售成本系数,且有 $\varepsilon > 0$, $c'(e) > 0$, $c''(e) > 0$ 。

供应链系统的产品销售收入为 $(p - c)(a + ke - bp)$,由供应商进行分配,因为供应商是供应链的主导者。特别地,不妨设零售商从供应商处获得的收益为总收入的线性函数 $F + \theta(p - c)(a + ke - bp)$,其中 F 为供应商支付给零售商的固定报酬,以补偿零售商的销售努力成本, θ 为供应商决定的收益分享率,满足 $0 < \theta < 1$ 。当零售商完全理性时,供应商与零售商各自的利润函数为

$$\pi_s = (1 - \theta)(p - c)(a + ke - bp) - F, \quad (1)$$

$$\pi_r = F + \theta(p - c)(a + ke - bp) - \varepsilon e^2/2. \quad (2)$$

供应商和零售商之间的 Stackelberg 博弈顺序为:首先,供应商提供固定报酬 F 和收益分享率 θ ;其次,零售商根据供应商提供的收入分享率 and 市场需求情况,决定自己的销售努力水平 e 。其中,供应商的决策变量是固定报酬 F 和收益分享比率 θ ,零售商的决策变量为销售努力水平 e 。

符号说明:下标 s, r 分别表示供应商、零售商;上标 n^* 、 l^* 、 z^* 、 lz^* 分别表示零售商完全理性、仅考虑损失厌恶、仅考虑过度自信、同时考虑损失厌恶和过度自信的情形。

2 基于完全理性的供应链 Stackelberg 博弈与决策

以完全理性情形为基准,通过比较分析得出损失厌恶和过度自信对供应链决策的影响。当供应商和零售商都为完全理性行为人时,供应商作为主导方首先确定收益分享率 θ ,随后零售商作为跟随方决定自身销售努力水平 e 。于是,求解过程从零售商

开始,零售商决定其最优销售努力水平,以实现自身利润最大化,由(2)式得

$$\partial \pi_r / \partial e = \theta k(p - c) - \varepsilon e \partial^2 \pi_r / \partial e^2 = -\varepsilon,$$

显然 $\partial^2 \pi_r / \partial e^2 < 0$, 因此当零售商完全理性时,其最优销售努力水平满足 $\partial \pi_r / \partial e = 0$, 则 $e^{n*} = \theta k(p - c) / \varepsilon$. 将 e^{n*} 代入(1)式,对 π_s 关于 θ 求偏导得

$$\partial \pi_s / \partial \theta = (-(p - c)[(a - bp)\varepsilon + \theta(p - c)k^2] + (1 - \theta)(p - c)^2 k^2) / \varepsilon \partial^2 \pi_s / \partial \theta^2 = -2(p - c)^2 k^2 / \varepsilon,$$

显然 $\partial^2 \pi_s / \partial \theta^2 < 0$, 因此当零售商完全理性时,供应商决定的最优收益分享率满足 $\partial \pi_s / \partial \theta = 0$, 则

$$\theta^{n*} = [k^2(c - p) + \varepsilon(a - bp)] / [2k^2(c - p)],$$

将 θ^{n*} 代入 e^{n*} 得

$$e^{n*} = [k^2(p - c) - \varepsilon(a - bp)] / (2k\varepsilon).$$

再将 e^{n*} 、 θ^{n*} 代入(1)式和(2)式可得当零售商完全理性时,供应商与零售商的最优利润分别为

$$\pi_s^{n*} = [k^2(p - c) + \varepsilon(a - bp)]^2 / (4\varepsilon k^2) - F,$$

$$\pi_r^{n*} = F + ([k^2(p - c)]^2 - 3[\varepsilon(a - bp)]^2 + 2k^2\varepsilon(p - c)(a - bp)) / (8\varepsilon k^2),$$

其中供应商最优利润必须大于0,故固定报酬 F 应满足 $F < [k^2(p - c) + \varepsilon(a - bp)]^2 / (4\varepsilon k^2)$.

3 考虑损失厌恶和过度自信的供应链 Stackelberg 博弈与决策

采取文献[17-18]的研究方法,以完全理性情形为基准,首先分析损失厌恶对供应链决策的影响,然后探讨过度自信对供应链决策的影响,最后同时考虑损失厌恶与过度自信对供应链决策的影响并分析其交叉效应.

3.1 仅考虑损失厌恶

设零售商销售努力成本是其接受或拒绝供应商提供的交易契约的参考点^[19]. 因此,当零售商损失厌恶时的效用函数为 $U_r = F + \theta(p - c)(a + ke - bp) - l\varepsilon e^2/2$, l 为零售商损失厌恶程度($l > 1$),它表示零售商的损失负效用(付出的销售努力成本)与从供应商处获得的收入正效用的比值,即当零售商面对同等数量的意外损失和意外收益时,损失更令他难以忍受,则供应商与零售商效用函数分别为

$$U_s = (1 - \theta)(p - c)(a + ke - bp) - F, \quad (3)$$

$$U_r = F + \theta(p - c)(a + ke - bp) - l\varepsilon e^2/2. \quad (4)$$

对 U_r 关于 e 求1阶偏导得

$$\partial U_r / \partial e = \theta(p - c)k - l\varepsilon e,$$

然后令 $\partial U_r / \partial e = 0$ 得到 $e^{l*} = \theta k(p - c) / (l\varepsilon)$. 将 e^{l*} 代入(3)式并对其求关于 θ 的最优化解得

$$\theta^{l*} = [k^2(c - p) + l\varepsilon(a - bp)] / [2k^2(c - p)],$$

将 θ^{l*} 代入 e^{l*} 得

$$e^{l*} = [k^2(p - c) - l\varepsilon(a - bp)] / (2k\varepsilon l).$$

将 θ^{l*} 、 e^{l*} 代入(3)式和(4)式可得供应商的效用与零售商的效用分别为

$$U_s^{l*} = [k^2(p - c) + l\varepsilon(a - bp)]^2 / (4k^2\varepsilon l) - F,$$

$$U_r^{l*} = F + ([k^2(p - c)]^2 - 3[l\varepsilon(a - bp)]^2 + 2k^2l\varepsilon(p - c)(a - bp)) / (8k^2\varepsilon l).$$

定理1 当仅考虑损失厌恶时,零售商销售努力水平和供应商确定的收益分享率均小于完全理性的情况,且都随着损失厌恶增强而下降,即 $\theta^{l*} < \theta^{n*}$, $e^{l*} < e^{n*}$, $\partial \theta^{l*} / \partial l < 0$, $\partial e^{l*} / \partial l < 0$.

证 由于 $\theta^{n*} - \theta^{l*} = \varepsilon(a - bp)(1 - l) / [2k^2(c - p)]$, $e^{n*} - e^{l*} = k^2(p - c)(l - 1) / (2k\varepsilon l)$, $p - c < 0$, $l > 1$, 因此 $\theta^{l*} < \theta^{n*}$, $e^{l*} < e^{n*}$; 又 $\partial \theta^{l*} / \partial l = \varepsilon(a - bp) / [2(c - p)k^2]$, $\partial e^{l*} / \partial l = k(c - p) / (2\varepsilon l^2)$, 故 $\partial \theta^{l*} / \partial l < 0$, $\partial e^{l*} / \partial l < 0$.

当零售商具有损失厌恶时,供应商预测零售商会降低努力水平以避免损失,因此作为主导方的供应商会先提供小于零售商完全理性情况下的收入分享率给零售商,以实现自身效用最大化,并且零售商损失厌恶程度越高,供应商提供的收入分享率就越低;正如供应商预测的那样,零售商的销售努力水平会因其自身损失厌恶偏好的存在而降低,并且损失厌恶程度越高,其销售努力水平就越低;由于零售商销售努力水平同时受自身损失厌恶和供应商提供的收益分享率的影响,因此当损失厌恶程度增加时,其销售努力水平比收入分享率下降得更明显.

定理2 当仅考虑损失厌恶时,零售商效用与供应商效用均小于零售商完全理性的情况,且均随着损失厌恶增强而下降,即 $U_s^{l*} < \pi_s^{n*}$, $U_r^{l*} < \pi_r^{n*}$, $\partial U_s^{l*} / \partial l < 0$, $\partial U_r^{l*} / \partial l < 0$.

证 因为

$$\pi_s^{n*} - U_s^{l*} = (l - 1) \{ [k^2(p - c)]^2 - l[\varepsilon(a - bp)]^2 \} / (4k^2\varepsilon l),$$

$$\pi_r^{n*} - U_r^{l*} = (l - 1) \{ [k^2(p - c)]^2 + 3l[\varepsilon(a - bp)]^2 \} / (8k^2l\varepsilon),$$

而 $e^{l*} = [k^2(p - c) - l\varepsilon(a - bp)] / (2k\varepsilon l) > 0$, 所以 $1 < l < k^2(p - c) / [\varepsilon(a - bp)]$, 则 $k^2(p - c) > \varepsilon(a - bp)$, $l[\varepsilon(a - bp)]^2 < k^2(p - c)\varepsilon(a - bp) < [k^2(p - c)]^2$, 又 $l - 1 > 0$, 因此 $\pi_s^{n*} - U_s^{l*} > 0$, $\pi_r^{n*} - U_r^{l*} > 0$, 即 $U_s^{l*} < \pi_s^{n*}$, $U_r^{l*} < \pi_r^{n*}$.

又因为

$$\partial U_s^{l*} / \partial l = [k^2(p - c) + l\varepsilon(a - bp)] [l\varepsilon(a - bp) - k^2(p - c)] / (4k^2l^2\varepsilon),$$

$$\partial U_r^{l*} / \partial l = -([k^2(p - c)]^2 + 3l^2[\varepsilon(a - bp)]^2) / (8k^2l^2\varepsilon) < 0.$$

$$bp)]^2) / (8k^2 l^2 \varepsilon) ,$$

所以 $\partial U_s^{l^*} / \partial l < 0$ $\partial U_r^{l^*} / \partial l < 0$.

定理2说明,尽管供应商在预测零售商会降低销售努力水平的基础上,提供给零售商小于完全理性情况下的收入分享率以获得最优效用,但由于零售商销售努力比收入分享率下降的幅度更大,供应商降低收入分享率为自身带来的收入的增长部分无法弥补产品销售总收入下降给其效用带来的减少,因此供应商效用小于零售商完全理性的情况,零售商效用则由于自身销售努力的降低和供应商提供的收入分享率的降低而小于自身完全理性的情况.显然供应商与零售商效用都随零售商损失厌恶程度的增加而减小.

3.2 仅考虑过度自信

包晓英等^[20]通过对基于过度自信的供应链协调相关研究进行梳理后认为,在众多传统的非理性表现中,过度自信是行为人最显著的非理性表现之一.在认知心理学方面的许多文献也认为人是过度自信的,个体对自己知识所认为的准确性比实际的程度更高,即个体对自己的信息赋予的权重大于事实上的权重.其他有关主观概率衡量的研究也发现,个体在经济活动中确实存在过高估计自身知识准确性的情况.而关于过度自信的类型一般分为3种:过高估计、过高定位、过度精确.过高估计与过高定位主要强调具有过度自信的行为人会过高地估计自己的能力,并且认为自己比别人强;过度精确则强调具有过度自信的行为人往往过高地估计了自己预测的精准度^[21].于是,设当零售商仅具有过度自信时,他会过高地估计自己的销售能力,认为自己努力水平的提高一定能带来产品销量的增加,产品销量为 $D = a + (1 + \rho)ke - bp$,其中 ρ 为零售商的过度自信程度,且满足 $0 \leq \rho \leq 1$ $\rho = 0$ 表示零售商不具有过度自信偏好 $\rho = 1$ 表示零售商过度自信程度达到最大值,则供应商与零售商效用函数分别为

$$U_s = (1 - \theta)(p - c)(a + ke + \rho ke - bp) - F, \quad (5)$$

$$U_r = F + \theta(p - c)(a + ke + \rho ke - bp) - \varepsilon e^2 / 2. \quad (6)$$

由(6)式得

$$\partial U_r / \partial e = \theta(p - c)(\rho k + k) - \varepsilon e \quad \partial^2 U_r / \partial e^2 = -\varepsilon < 0,$$

则 e 的最优解满足 $\partial U_r / \partial e = 0$,从而 $e^{z^*} = \theta k(p - c)(\rho + 1) / \varepsilon$.将 e^{z^*} 代入(5)式可得 $\theta^{z^*} = 1/2 - \varepsilon(a - bp) / [2k^2(p - c)(\rho + 1)^2]$.于是 $\rho^{z^*} = [k^2(p - c)(\rho + 1)^2 - \varepsilon(a - bp)] / [2k\varepsilon(\rho + 1)]$,则供应商的效用与零售商的效用分别为

$$U_s^{z^*} = \frac{[k^2(p - c)(\rho + 1)^2 + \varepsilon(a - bp)]^2}{4k^2\varepsilon(\rho + 1)^2} - F,$$

$$U_r^{z^*} = F + [k^2(p - c)(\rho + 1)^2]^2 - 3[\varepsilon(a - bp)]^2 +$$

$$2k^2(p - c)(\rho + 1)^2\varepsilon(a - bp) / [8k^2\varepsilon(\rho + 1)^2].$$

定理3 当仅考虑过度自信时,零售商销售努力水平与供应商提供的收益分享率均大于完全理性的情况,且均随着过度自信增强而上升,即 $\theta^{z^*} > \theta^{n^*}$ $e^{z^*} > e^{n^*}$ $\partial \theta^{z^*} / \partial \rho > 0$ $\partial e^{z^*} / \partial \rho > 0$.

证 由于

$$\theta^{n^*} - \theta^{z^*} = \frac{\varepsilon(a - bp)[1 - (\rho + 1)^2]}{2k^2(p - c)(\rho + 1)^2},$$

$$e^{n^*} - e^{z^*} = \frac{-k^2(p - c)(\rho + 1)\rho - \rho\varepsilon(a - bp)}{2k\varepsilon(\rho + 1)},$$

$$0 < \rho \leq 1, \text{ 因此 } \theta^{z^*} > \theta^{n^*} \quad e^{z^*} > e^{n^*}.$$

又 $\partial \theta^{z^*} / \partial \rho = \varepsilon(a - bp) / [k^2(p - c)(\rho + 1)^3]$, $\partial e^{z^*} / \partial \rho = [k^2(p - c)(\rho + 1)^2 + \varepsilon(a - bp)] / [2k\varepsilon(\rho + 1)^2]$ 因此 $\partial \theta^{z^*} / \partial \rho > 0$ $\partial e^{z^*} / \partial \rho > 0$.

显然,当零售商仅具有过度自信时,他认为自身努力水平的提高可以增加产品销量,从而获得更多的收益,因此零售商销售努力会随其过度自信程度的增加而提高;而供应商知道零售商具有过度自信并且预测零售商会提高销售努力,于是供应商会提供略大于零售商完全理性情况下的收益分享率给零售商,以实现自身效用最大化,并且零售商过度自信程度越高,供应商提供的收益分享率越高;当零售商过度自信程度增加时,由于供应商先提高收益分享率,因此零售商销售努力水平同时受过度自信和收益分享率增加的影响,其增长趋势比收益分享率更明显.

定理4 当仅考虑过度自信时,零售商效用与供应商效用均大于零售商完全理性的情况,且均随过度自信增强而上升,即 $U_s^{z^*} > \pi_s^{n^*}$ $U_r^{z^*} > \pi_r^{n^*}$, $\partial U_s^{z^*} / \partial \rho > 0$ $\partial U_r^{z^*} / \partial \rho > 0$.

证 因为

$$\pi_s^{n^*} - U_s^{z^*} = \{[\rho + 1]^2 - 1\}[\varepsilon(a - bp)]^2 - (\rho + 1)^2 \cdot [k^2(p - c)]^2 / [4k^2\varepsilon(\rho + 1)^2],$$

$$\pi_r^{n^*} - U_r^{z^*} = \{(\rho + 1)^2[k^2(p - c)]^2 + 3[\varepsilon(a - bp)]^2\}[1 - (\rho + 1)^2] / [8k^2\varepsilon(\rho + 1)^2],$$

由 $\rho > 0$ 知 $(\rho + 1)^2 - 1 > 0$.又 $e^{z^*} = [k^2(p - c)(\rho + 1)^2 - \varepsilon(a - bp)] / [2k\varepsilon(\rho + 1)] > 0$ $k^2(p - c) > \varepsilon(a - bp)$,所以 $[k^2(p - c)]^2(\rho + 1)^2 > [\varepsilon(a - bp)]^2$,即 $[\varepsilon(a - bp)]^2 - [k^2(p - c)]^2(\rho + 1)^2 < 0$.因此 $U_s^{z^*} > \pi_s^{n^*}$ $U_r^{z^*} > \pi_r^{n^*}$.

又因为

$$\partial U_s^{z^*} / \partial \rho = [k^2(p - c)(\rho + 1)^2 + \varepsilon(a - bp)][k^2 \cdot (p - c)(\rho + 1)^2 - \varepsilon(a - bp)] / [2k^2\varepsilon(\rho + 1)^3],$$

$$\partial U_r^{z^*} / \partial \rho = ([k^2(p - c)]^2(\rho + 1)^4 + 3[\varepsilon(a - bp)]^2) / [4k^2\varepsilon(\rho + 1)^3],$$

$$\text{所以 } \partial U_s^{z^*} / \partial \rho > 0 \quad \partial U_r^{z^*} / \partial \rho > 0.$$

定理4说明,当零售商仅具有过度自信时,他认

为自己努力水平的提高能有效增加产品市场销量,因此市场总收入会随之增长,这时供应链整体收入的增加为供应商效用带来的效用增长部分大于供应商提高收入分享率给自身效用造成的损失,因此供应商效用大于零售商完全理性的情况,零售商效用则因自身销售努力水平和收入分享率的提高而大于完全理性时的情况.显然供应商与零售商效用均会随零售商过度自信程度的增加而增加,在某种程度上零售商过度自信对供应商与零售商双方均有利.

由定理 1 ~ 定理 4 可得如下结论.

定理 5 供应商的决策变量收益分享率、零售商的决策变量销售努力水平以及双方效用都会随零售商偏好的改变而改变.具体地,当仅考虑损失厌恶时,收益分享率和销售努力水平以及供应商效用和零售商效用均小于零售商完全理性的情况.当仅考虑过度自信时,这 4 者均大于零售商完全理性的情况;在完全理性、损失厌恶、过度自信 3 种情况下,当仅考虑损失厌恶时的收益分享率、销售努力水平及供应商效用、零售商效用的值最小,而当仅考虑过度自信时,这 4 者的值最大,即 $\theta^{l*} < \theta^{n*} < \theta^{z*}$, $e^{l*} < e^{n*} < e^{z*}$; $U_s^{l*} < U_s^{n*} < U_s^{z*}$, $U_r^{l*} < U_r^{n*} < U_r^{z*}$.

3.3 同时考虑损失厌恶和过度自信

目前,基于个体非完全理性、对个体在决策过程中所表现的各种行为偏好的影响进行研究的文献甚多,但极少有文献对成员同时具有多种偏好的情况展开讨论.孙经纬^[22]将过度自信与风险规避同时纳入了由单个制造商为主导、单个零售商为随从的 2 级供应链系统,对零售商单边同时具有过度自信与风险规避的情形进行了研究,分析零售商多种偏好对供应链运作策略的影响.由于个体不但是非理性的,而且他在决策过程中所表现出来的行为偏好往往不止一种,因此对个体同时具有多重偏好的情形进行探讨更具有研究价值和现实意义.正如前文归纳所得,个体在决策过程中所表现出来的众多行为偏好中以损失厌恶与过度自信尤为突出,因此考察零售商同时具有损失厌恶和过度自信对供应链成员决策与各自效用的影响.当零售商同时具有损失厌恶和过度自信时,根据假设易得供应商效用与零售商效用分别为

$$U_s = (1 - \theta)(p - c)(a + ke + \rho ke - bp) - F, \quad (7)$$

$$U_r = F + \theta(p - c)(a + ke + \rho ke - bp) - l\epsilon e^2/2. \quad (8)$$

由(8)式得

$$\partial U_r / \partial e = \theta(p - c)(\rho k + k) - l\epsilon e \quad \partial^2 U_r / \partial e^2 = -l\epsilon < 0.$$

故令 $\partial U_r / \partial e = 0$ 可得 e 的最优解为 $e^{l*} = \theta k(p - c)(\rho + 1) / (l\epsilon)$. 将 e^{l*} 代入(7)式可得 $\theta^{l*} = 1/2 - l\epsilon(a - bp) / [2k^2(p - c)(\rho + 1)^2]$. 于是 $e^{l*} =$

$[k^2(p - c)(\rho + 1)^2 - l\epsilon(a - bp)] / [2kl\epsilon \cdot (\rho + 1)]$, 则供应商效用与零售商效用分别为

$$U_s^{l*} = \frac{[k^2(p - c)(\rho + 1)^2 + l\epsilon(a - bp)]^2}{4k^2l\epsilon(\rho + 1)^2} - F,$$

$$U_r^{l*} = F + \frac{[k^2(p - c)(\rho + 1)^2]^2 - 3[l\epsilon(a - bp)]^2 + 2k^2(p - c)(\rho + 1)^2l\epsilon(a - bp)}{[8k^2l\epsilon(\rho + 1)^2]}.$$

定理 6 当同时考虑损失厌恶和过度自信时,2 种心理偏好中任意一种心理偏好的存在都不会改变收益分享率、销售努力水平及供应商效用、零售商效用与另一种心理偏好的关系,也就是供应商与零售商的决策变量及供应商效用、零售商效用都随着损失厌恶增强而降低和随着过度自信增强而上升,即 $\partial \theta^{l*} / \partial l < 0$, $\partial e^{l*} / \partial l < 0$, $\partial U_s^{l*} / \partial l < 0$, $\partial U_r^{l*} / \partial l < 0$, $\partial \theta^{l*} / \partial \rho > 0$, $\partial e^{l*} / \partial \rho > 0$, $\partial U_s^{l*} / \partial \rho > 0$, $\partial U_r^{l*} / \partial \rho > 0$. 这说明,损失厌恶和过度自信对供应链决策的影响是相对独立的.

证 因为

$$\partial \theta^{l*} / \partial l = \epsilon(bp - a) / [2k^2(p - c)(\rho + 1)^2],$$

$$\partial e^{l*} / \partial l = -k^2(p - c)(\rho + 1) / (2l^2k\epsilon),$$

$$\partial U_s^{l*} / \partial l = ([l\epsilon(a - bp)]^2 - [k^2(p - c)(\rho + 1)^2]^2) / [4l^2k^2\epsilon(\rho + 1)^2],$$

$$\partial U_r^{l*} / \partial l = -([k^2(p - c)(\rho + 1)^2]^2 +$$

$$3l^2[\epsilon(a - bp)]^2) / [8k^2l^2\epsilon(\rho + 1)^2],$$

$$\text{所以 } \partial \theta^{l*} / \partial l < 0, \partial e^{l*} / \partial l < 0, \partial U_s^{l*} / \partial l < 0,$$

$$\partial U_r^{l*} / \partial l < 0.$$

又因为

$$\partial \theta^{l*} / \partial \rho = l\epsilon(a - bp) / [k^2(p - c)(\rho + 1)^3],$$

$$\partial e^{l*} / \partial \rho = k^2(p - c) / (2kl\epsilon) + \epsilon(a - bp) / [2k\epsilon \cdot (\rho + 1)^2],$$

$$\frac{\partial U_s^{l*}}{\partial \rho} = \frac{[k^2(p - c)(\rho + 1)^2]^2 - [l\epsilon(a - bp)]^2}{2k^2l\epsilon(\rho + 1)^3},$$

$$\frac{\partial U_r^{l*}}{\partial \rho} = \frac{[k^2(p - c)(\rho + 1)^2]^2 + 3l^2[\epsilon(a - bp)]^2}{4k^2l\epsilon(\rho + 1)^3}.$$

$$\text{所以 } \partial \theta^{l*} / \partial \rho > 0, \partial e^{l*} / \partial \rho > 0, \partial U_s^{l*} / \partial \rho > 0,$$

$$\partial U_r^{l*} / \partial \rho > 0. \text{ 定理 6 得证.}$$

定理 7 当同时考虑损失厌恶和过度自信时,对零售商而言,由于销售努力水平随着过度自信增强而上升,并且供应商提供的收益分享率也会随过度自信的增加而有所提高,因此零售商效用必然大于仅考虑损失厌恶的情况;而销售努力水平随着损失厌恶增强而下降,收益分享率也会随着损失厌恶程度的增加而有所降低,所以零售商效用必然小于仅考虑过度自信情形.对供应商而言,同理可得供应商效用大于仅考虑损失厌恶情形,而小于仅考虑过度自信情形,即 $U_s^{l*} < U_s^{l*} < U_s^{z*}$ 和 $U_r^{l*} < U_r^{l*} < U_r^{z*}$. 这

说明损失厌恶和过度自信对供应商效用和零售商效用的影响存在交叉效应。

证 因为

$$U_s^{l^*} - U_s^{l^*} = \{[\rho + 1]^2 - 1\}[(\rho + 1)^2 [k^2(p - d)]^2 - l^2 [\varepsilon(a - bp)]^2] / [4k^2 l \varepsilon (\rho + 1)^2] > 0,$$

$$U_s^{l^*} - U_s^{z^*} = (1 - l) \{(\rho + 1)^4 [k^2(p - d)]^2 - l [\varepsilon(a - bp)]^2\} / [4k^2 l \varepsilon (\rho + 1)^2] < 0,$$

$$U_r^{l^*} - U_r^{l^*} = \{[\rho + 1]^2 - 1\}[(\rho + 1)^2 [k^2(p - d)]^2 + 3l^2 [\varepsilon(a - bp)]^2] / [8k^2 l \varepsilon (\rho + 1)^2] > 0,$$

$$U_r^{l^*} - U_r^{z^*} = (1 - l) \{(\rho + 1)^4 [k^2(p - d)]^2 + 3l [\varepsilon(a - bp)]^2\} / [8k^2 l \varepsilon (\rho + 1)^2] < 0,$$

因此 $U_s^{l^*} < U_s^{z^*} < U_s^{z^*}$, $U_r^{l^*} < U_r^{l^*} < U_r^{z^*}$.

定理7同时也反映了另外一个事实:当零售商过度自信偏好保持不变时,随着零售商损失厌恶程度不断增加,他在决策过程中的行为表现就会不断倾向于自身仅具有损失厌恶情况下的表现;当零售商损失厌恶偏好保持不变时,随着零售商过度自信程度不断增加,他在决策过程中的行为表现就会不断倾向于自身仅具有过度自信情况下的表现。

定理8 当同时考虑损失厌恶和过度自信时,若损失厌恶程度大于某临界值,则零售商效用与供应商效用均小于零售商完全理性时的情况;若损失厌恶程度小于某临界值,则结果相反;而且,当损失厌恶程度保持不变时,过度自信程度的增加会使零售商效用和供应商效用均得到提高。即当 $l - (\rho + 1)^2 > 0$ 时 $U_s^{l^*} < \pi_s^{n^*}$, $U_r^{l^*} < \pi_r^{n^*}$; 当 $l - (\rho + 1)^2 < 0$ 时 $U_s^{l^*} > \pi_s^{n^*}$, $U_r^{l^*} > \pi_r^{n^*}$ 。这进一步体现了损失厌恶和过度自信影响供应商效用和零售商效用的交叉效应。

证 由前文容易得到

$$\pi_s^{n^*} - U_s^{l^*} = [l - (\rho + 1)^2] \{(\rho + 1)^2 [k^2(p - d)]^2 - l [\varepsilon(a - bp)]^2\} / [4k^2 l \varepsilon (\rho + 1)^2],$$

$$\pi_r^{n^*} - U_r^{l^*} = \{(\rho + 1)^2 [k^2(p - d)]^2 + 3l [\varepsilon(a - bp)]^2\} [l - (\rho + 1)^2] / [8k^2 l \varepsilon (\rho + 1)^2].$$

于是当 $l - (\rho + 1)^2 > 0$ 时 $U_s^{l^*} < \pi_s^{n^*}$, $U_r^{l^*} < \pi_r^{n^*}$; 当 $l - (\rho + 1)^2 < 0$ 时 $U_s^{l^*} > \pi_s^{n^*}$, $U_r^{l^*} > \pi_r^{n^*}$ 。

正如定理7描述的那样,在同时考虑损失厌恶和过度自信情况下,随着零售商损失厌恶程度不断增加,他在决策过程中的行为选择就会不断向自身仅具有损失厌恶的情况靠拢。定理8表明,当损失厌恶大于某临界值时,供应商效用与零售商效用就会像仅具有损失厌恶时一样小于零售商完全理性的情况;随着零售商损失厌恶程度不断减小直至小于某临界值,供应商效用与零售商效用就会像仅具有过度自信时一样大于零售商完全理性的情况。

4 数值分析

为了更好地说明零售商损失厌恶和过度自信对供应链成员决策及各自效用的影响,将通过数值仿真进行比较分析,即以零售商完全理性的情况为基准,将与仅考虑损失厌恶、仅考虑过度自信、同时考虑损失厌恶和过度自信这3种情况相比较,从而对相关定理作进一步说明。令各参数的基本值为 $a = 100$, $p = 15$, $c = 6$, $k = 1$, $b = 5$, $\varepsilon = 0.2$, 由 $0 \leq \rho \leq 1$ 及文中各约束条件易得 $1 < l < 1.8$, 可取 $F = 200$ 。于是,对比分析如下:

1) 在其他参数保持不变的前提下,分析当零售商仅具有损失厌恶偏好时,收益分享率和销售努力水平与零售商完全理性情况下的差异,以及零售商损失厌恶偏好对收益分享率和销售努力水平的影响,结果如图1所示。

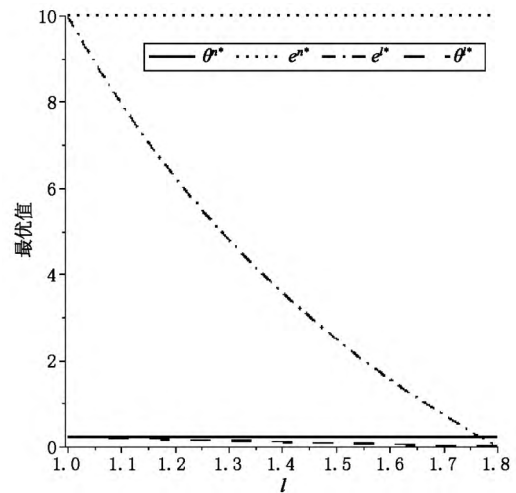


图1 零售商损失厌恶对 θ 和 e 的影响

由图1知 θ^{l^*} 与 e^{l^*} 均小于零售商完全理性的情况并随零售商损失厌恶程度 l 的增加而减小,但 θ^{l^*} 的减少幅度较小、下降速度较缓慢, e^{l^*} 同时受 θ^{l^*} 减小和零售商损失厌恶程度增加的影响,其减少幅度较大并呈急剧下降趋势,这与定理1一致。

2) 在其他参数保持不变的前提下,分析当零售商仅具有过度自信偏好时,收益分享率和销售努力水平与零售商完全理性情况下的差异,以及零售商过度自信偏好对收益分享率和销售努力水平的影响,结果如图2所示。

由图2知 θ^{ρ^*} 与 e^{ρ^*} 均大于零售商完全理性的情况并随零售商过度自信程度 ρ 的增加而增加,但 θ^{ρ^*} 的增加幅度非常小、上升速度非常缓慢, e^{ρ^*} 同时受 θ^{ρ^*} 的增加和零售商过度自信增强的影响,其增加幅度较大并呈显著上升趋势,这与定理3一致。

结合图1和图2容易发现,收益分享率 θ 随零售商偏好变化而变化的幅度始终小于同样情况下销售

努力水平 e 的变动幅度,所以供应商确定的收益分享率受零售商偏好的影响要小于零售商偏好对自身销售努力水平的影响,即零售商偏好程度的变化对自身决策变量的影响更大;并且由供应商决定的收益分享率在图 1 中随零售商损失厌恶程度改变而变动的幅度明显大于图 2 中随零售商过度自信程度改变而变动的幅度,因此零售商损失厌恶偏好对供应商提供的收益分享率的影响要大于零售商过度自信偏好对其产生的影响。

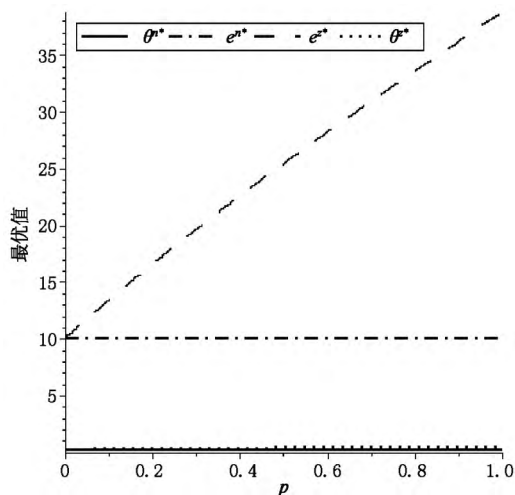


图2 零售商过度自信对 θ 和 e 的影响

3) 分析零售商同时具有损失厌恶与过度自信偏好对供应商效用的影响,结果如图 3 所示。由图 3 知,当零售商具有损失厌恶偏好时,供应商效用随着损失厌恶增强而下降,结果与定理 2 和定理 6 一致;在零售商完全理性、仅具有损失厌恶、仅具有过度自信 3 种情况下,供应商效用之间的关系为 $U_s^{l^*} < \pi_s^{n^*} < U_s^{z^*}$,结果与定理 5 一致;在零售商同时具有损失厌恶与过度自信时,供应商效用之间关系为 $U_s^{l^*} < U_s^{lz^*} < U_s^{z^*}$,且零售商损失厌恶程度的增加会缩小 $U_s^{lz^*}$ 与 $U_s^{l^*}$ 之间的差距、扩大 $U_s^{lz^*}$ 与 $U_s^{z^*}$ 之间的差距(当零售商过度自信程度增加时,结果相反),结果与定理 7 一致;当零售商损失厌恶程度小于某临界值时,供应商效用大于零售商完全理性的情况,即 $U_s^{lz^*} > \pi_s^{n^*}$,当零售商损失厌恶程度大于某临界值时,供应商效用小于零售商完全理性的情况,即 $U_s^{lz^*} < \pi_s^{n^*}$,并且零售商过度自信程度的增加会提高供应商效用 $U_s^{lz^*}$,结果与定理 8 一致。

4) 分析零售商同时具有损失厌恶与过度自信偏好对零售商自身效用的影响,结果如图 4 所示。由图 4 知,当零售商具有损失厌恶偏好时,零售商效用随着损失厌恶增强而下降,结果与定理 2 和定理 6 一致;在零售商完全理性、仅具有损失厌恶、仅具有过度自信 3 种情况下,零售商效用之间的关系为

$U_r^{l^*} < \pi_r^{n^*} < U_r^{z^*}$,结果与定理 5 一致;在零售商同时具有损失厌恶与过度自信时,零售商效用关系为 $U_r^{l^*} < U_r^{lz^*} < U_r^{z^*}$,且零售商损失厌恶程度的增加会扩大 $U_r^{lz^*}$ 与 $U_r^{z^*}$ 之间的差距,但对 $U_r^{lz^*}$ 与 $U_r^{l^*}$ 之间差距的影响不显著,结果与定理 7 一致;当零售商损失厌恶程度小于某临界值时,零售商效用大于自身完全理性的情况,即 $U_r^{lz^*} > \pi_r^{n^*}$,当零售商损失厌恶程度大于某临界值时,零售商效用小于自身完全理性的情况,即 $U_r^{lz^*} < \pi_r^{n^*}$,并且零售商过度自信程度的增加会提高自身效用 $U_r^{lz^*}$,结果与定理 8 一致。

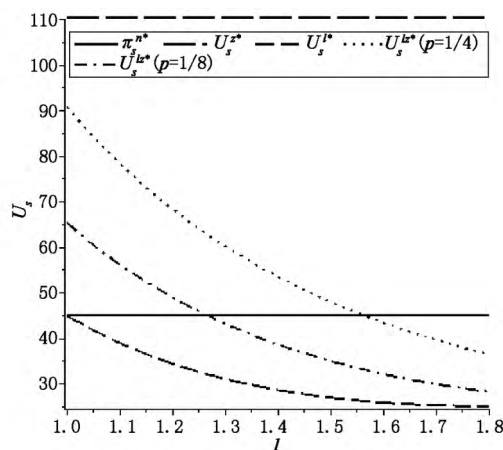


图3 供应商效用对比

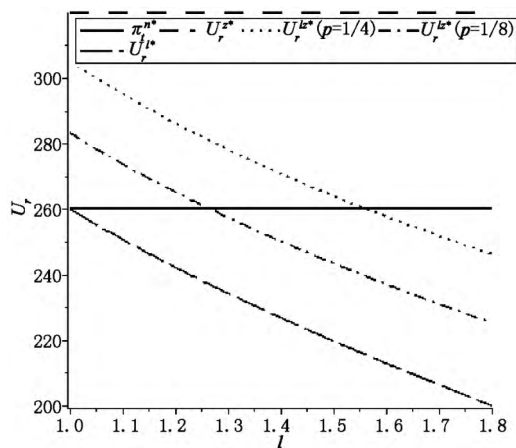


图4 零售商效用对比

5 结论

以供应商为主导者、零售商为跟随者的 2 级供应链为背景,将经济活动中行为人的损失厌恶与过度自信 2 种不同的心理偏好同时引入供应链中,以供应商与零售商完全理性的情况为基准,探究仅考虑损失厌恶、仅考虑过度自信以及同时考虑损失厌恶与过度自信 3 种情形下供应链决策受到的影响。研究发现:1) 当仅考虑损失厌恶时,收益分享率和

销售努力水平及供应商效用和零售商效用均小于零售商完全理性的情况,而且4者均随损失厌恶增强而下降;而当仅考虑过度自信时,所得结果相反;2) 损失厌恶和过度自信程度的变化对零售商销售努力水平的影响大于对收益分享率的影响,并且损失厌恶对收益分享率的影响大于过度自信对收益分享率产生的影响;3) 当损失厌恶和过度自信之间存在交叉效应,同时考虑损失厌恶和过度自信时,供应商效用与零售商效用均大于仅考虑损失厌恶情形而小于仅考虑过度自信情形,当损失厌恶程度大于某临界值时供应商效用与零售商效用均小于完全理性的情况,当损失厌恶程度小于某临界值时双方效用均大于完全理性的情况。因此,损失厌恶和过度自信都是影响供应链决策的重要因素,忽略任何一种都是不完备的。

6 参考文献

- [1] 仇民才. 不同行为因素影响下的供应链保险契约研究 [D]. 江苏: 江苏科技大学, 2015.
- [2] 王军. 管理决策中的个体认知偏差研究 [D]. 辽宁: 辽宁大学, 2009.
- [3] 刘文文. 证券市场异像、行为金融学及投资策略 [J]. 经济研究导刊, 2009(17): 61-62.
- [4] 王宁, 茅宁. 对有限理性个体投资者心理偏差的研究新进展 [J]. 经济理论与经济管理, 2005(6): 58-63.
- [5] Peters H. A preference foundation for constant loss aversion [J]. Journal of Mathematical Economics, 2012, 48(1): 21-25.
- [6] Zhou Deqing. The virtue of overconfidence when you are not perfectly informed [J]. Economic Modelling, 2015, 47(3): 105-110.
- [7] 刘珩, 潘景铭, 唐小我. 信息不对称时有损失厌恶零售商参与的价格补贴契约设计 [J]. 控制与决策, 2011, 26(1): 111-114.
- [8] 王勇, 朱龙涛. 信息不对称下具有损失规避者参与的供应链决策与协调 [J]. 工业工程, 2012, 15(6): 50-56.
- [9] 邱国斌. 基于信息不对称的损失厌恶供应链博弈研究 [J]. 价值工程, 2013, 32(11): 6-9.
- [10] 肖迪, 袁敬霞, 刘新华. 考虑零售商损失厌恶的供应链质量及库存决策 [J]. 中国管理科学, 2014, 22: 452-457.
- [11] Hu Benyong, Meng Chao, Xu Dong, et al. Three-echelon supply chain coordination with a loss-averse retailer and revenue sharing contracts [J]. International Journal of Production Economics, 2016, 179(9): 192-202.
- [12] 徐玉发, 刘哲睿, 王海娟. 信息不对称下具有过度自信零售商的供应链激励契约研究 [J]. 运筹与管理, 2014, 23(3): 113-118.
- [13] 周永务, 刘哲睿, 郭金森, 等. 基于报童模型的过度自信零售商的订货决策与协调研究 [J]. 运筹与管理, 2012, 21(3): 62-66.
- [14] 陈其安, 杨秀苔. 基于代理人过度自信的委托-代理关系模型研究 [J]. 管理工程学报, 2007, 21(1): 110-116.
- [15] 袁胡骏, 高冬, 杜少甫. 过度自信报童背景下的供应链优化 [J]. 经营管理者, 2012(16): 3-4.
- [16] 郝忠原. 考虑成员决策参考点的契约设计研究 [D]. 江苏: 南京大学, 2013.
- [17] 王勇, 朱龙涛. 考虑公平偏好的3级供应链 Stackelberg 博弈模型 [J]. 工业工程, 2012, 15(4): 28-34.
- [18] 徐文杰. 零售商具有损失厌恶和公平偏好时的渠道契约机制研究 [J]. 知识经济, 2012(7): 126-126.
- [19] Mabit S, Cherchi E, Jensen A, et al. The effect of attitudes on reference-dependent preferences: 3stimation and validation for the case of alternative-fuel vehicles [J]. Transportation Research Part A, 2015, 82(11): 17-28.
- [20] 包晓英, 唐小我. 基于过度自信的供应链协调研究理论综述 [J]. 软科学, 2011, 25(7): 124-125.
- [21] Moore D, Healy P. The trouble with overconfidence [J]. Psychological Review, 2008, 115(2): 502-517.
- [22] 孙经纬. 单边多行为偏好对供应链运作策略的影响研究 [J]. 物流技术, 2015, 34(23): 151-155.

The Stackelberg Game Model and Decision Making of Supply Chain Incorporating Loss Aversion and Overconfidence

WEI Guangxing¹, TANG Yao¹, QIN Yanhong²

(1. School of Economics and Management, Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;

2. School of Management, Chongqing University of Technology, Chongqing 400054, China)

Abstract: By developing a Stackelberg game model to describe the supply chain consisted of a rational supplier and a retailer with the preferences of loss aversion and overconfidence, the decision making of the supply chain incorporating the loss aversion and overconfidence simultaneously is analyzed. It is found that in the case of only considering

(下转第34页)

the Environment 2013 22(5):321-338.

[15] 李怡娜,叶飞. 高层管理支持,环保创新实践与企业绩

效:资源评估承诺的调节作用 [J]. 管理评论 2013 25 (1):120-128.

The Analysis of Evolutionary Game Model on Green Technology Innovation Cooperation in the Supply Chain

ZHOU Yongsheng, LIANG Shuhui

(Business School, Beijing Technology and Business University, Beijing 100048)

Abstract: For the supply chain system consisting of manufacturers and suppliers, it is studied that manufacturers and suppliers decide whether to choose green technology innovation cooperation strategy based on evolutionary game theory. The results show that the investment strategies used by both suppliers and manufacturers are directly related to the ratio of input-output. When the input-output ratios change in different scope, some evolutionary-balanced strategies will be found. The government will use punish mechanisms to punish the free rider behavior and force the supplier or manufacturer to choose green technology innovation cooperation strategy.

Key words: green technology innovation; free rider; the evolutionary game

(责任编辑: 曾剑锋)

(上接第 27 页)

the loss aversion, the revenue sharing rate decided by the supplier, the marketing effort chosen by the retailer and their respective utilities all are decreasing with the loss aversion, and all are less than the case of complete rationality. While in the case of only considering the overconfidence, the opposite results are obtained. So, the separate individual influence of the loss aversion and overconfidence are contrary. Moreover, in the case of considering both the loss aversion and overconfidence, the revenue sharing rate, the marketing effort and respective utilities all decrease with the loss aversion but increase with the overconfidence also. Hereby, the influences of the loss aversion and overconfidence is relatively independent. The utilities of the supplier and the retailer are less than the case considering only the overconfidence but more than the case considering only the loss aversion, and less than the case of complete rationality when the degree of loss aversion is greater than a certain critical value but more than the case of complete rationality when the degree of loss aversion is smaller than the certain critical value. Hereby, there exist a cross effect between the influences of the loss aversion and overconfidence, which will change each other. Therefore, both the loss aversion and overconfidence are two important factors influencing the decision making of the supply chain, and it is incomplete if ignoring any one.

Key words: supply chain; loss aversion; overconfidence; Stackelberg game

(责任编辑: 曾剑锋)