

基于不同研发模式的零售商需求信息共享策略

李 凯¹, 李 伟^{1,2}, 安 岗¹

(1. 东北大学工商管理学院, 辽宁 沈阳 110169; 2. 中国社会科学院工业经济研究所, 北京 100836)

摘要: 构建了集中决策、供应商独立研发决策、供应商和零售商合作研发决策三种模式下的信息共享模型, 研究了不同研发模式下零售商信息共享对供应链绩效的影响, 得出了信息共享的价值, 探讨了供应商研发模式选择以及零售商信息共享策略. 研究表明, 不管是独立研发模式还是合作研发模式, 需求信息共享总是有利于制造商, 但是只有在研发成本系数较低时, 才有利于零售商. 在研发成本系数较高时, 即使需求信息共享可以提高供应商和供应链整体绩效, 零售商也没有激励分享信息. 针对这一问题, 设计了一种基于谈判势力的信息共享补偿机制, 促使零售商分享需求预测信息, 使供应链达到帕累托最优状态.

关键词: 独立研发; 合作研发; 信息共享; 研发成本系数; 补偿机制

中图分类号: C934 文献标识码: A 文章编号: 1000-5781(2019)02-0186-13

doi: 10.13383/j.cnki.jse.2019.02.004

Retailer's demand information sharing strategy based on different R&D patterns

Li Kai¹, Li Wei^{1,2}, An Gang¹

(1. School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110169, China;

2. Institute of Industrial Economics of Chinese Academy of Social Science, Beijing 100836, China)

Abstract: Three information sharing models(the centralized decision-making model, non-cooperative RD model, and cooperative RD model)are constructed to study the effect of retailer information sharing on supply chain performance. The values of information sharing under different modes are obtained, and the retailer's information sharing strategies and supplier's RD patterns selection are studied. The study finds that whether the RD pattern is a non-cooperative model or cooperative model, information sharing is always beneficial to the supplier, and is beneficial to the retailer only when the RD cost coefficient is low. When the RD cost coefficient is high, the retailer does not have any incentive to share demand information, although it is beneficial to both the supplier and the total supply chain if it does so. To solve this problem, this paper designed an information-sharing compensation mechanism based on bargaining power which can motivate the retailer to share demand information and achieve supply chain Pareto optimality.

Key words: non-cooperative R&D; cooperative R&D; information sharing; R&D cost coefficient ; compensation mechanism

1 引言

信息在供应链运作过程中发挥着至关重要的作用, 它决定了企业能否做出最优决策, 供应链能否有效地

收稿日期: 2016-01-14; 修订日期: 2016-11-07.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71472032; 71473066).

运行。然而,由于企业在供应链中的分工不同以及企业本身信息获取能力的差异,供应链中的信息往往表现出较强的不对称性。例如,作为产品的分销者,零售商更接近消费者,拥有更多关于市场需求的信息。而作为产品的生产者,制造商往往拥有较多关于产品质量和特性的信息。供应链的高效运行需要不同节点企业突破信息不对称性,实现信息的有效传递和共享^[1]。因此,如何实现供应链的信息分享,提高供应链运作效率是学术界研究的重要课题。

现有关于信息分享的研究主要从信息分享决策、信息分享的影响和价值以及信息分享的协调机制等方面展开。在信息分享决策的研究方面,Li^[2]构建了上游垄断制造商,下游竞争零售商的市场结构模型,发现零售商分享需求信息和成本信息的激励不同。Li等^[3]在备货型供应链中考察了零售商的信息分享激励,发现当需求不确定程度适中时,零售商才愿意分享需求信息。Jain等^[4]在零售商竞争的市场环境中研究了批发价格定价机制对信息分享激励的影响。Shang等^[5]在制造商竞争背景下,考察了零售商分享信息的机理,认为零售商是否分享信息取决于生产成本、竞争程度等因素。张菊亮等^[6]假设生产商和销售商都拥有私人信息,证明了双方都不分享信息是唯一的均衡。以上这些文献在不同的市场环境下考察了企业的信息分享决策,揭示了信息分享的机理:即信息分享会影响供应链价格决策和企业的最优利润,进而影响企业是否分享信息。但是除了价格决策以外,非价格决策(如研发决策和服务决策)也是企业的重要决策变量,自然也会影响信息分享的决策机理。那么,当考虑企业的非价格决策时,信息分享激励会发生哪些变化呢?这些文献没有进行探讨。

在信息分享的影响和价值方面,Li等^[7]探讨了零售商信息分享对制造商批发价格决策的影响。Lee等^[8]认为零售商需求信息分享可以降低制造商的存货和成本。Shamir^[9]研究了信息分享的策略性效应,发现在某些情况下零售商与制造商分享信息可以提高利润。Zhang等^[10]比较了不同合约(批发价格合约以及利润分享合约)形式下,信息分享对制造商、零售商绩效的影响。以上这些文献都是在传统供应链背景下展开研究,还有一部分学者将信息分享问题引入到双渠道供应链和闭环供应链中。例如,Yue等^[11],艾兴政等^[12],李波等^[1]考察了双渠道供应链下的信息分享价值。聂佳佳^[13]则分析了预测信息分享对于制造商开通直销渠道决策的影响。聂佳佳^[14]考察了零售商信息分享对于闭环供应链回收模式选择的影响;聂佳佳等^[15]则在制造商负责回收的模式下,考察了信息分享对闭环供应链的绩效影响,发现零售商信息分享提高了整个供应链的绩效。与上一类研究类似,不管是传统供应链下的信息分享研究,还是双渠道或闭环供应链下的信息分享研究,大多都是考察信息分享对企业价格决策、渠道选择决策以及供应链绩效等方面的影响,较少探讨信息分享决策对企业非价格决策的影响。

虽然信息分享有利于提高供应链整体绩效,但是不一定有利于信息拥有方,那么如何设计契约机制促使企业分享信息呢?这也是以往研究关注的重点,Zhang等^[16]的研究发现收益共享合约可以促使制造商和零售商分享各自信息。但是Zhang等假设供应链的下游是垄断的市场结构,其结论在竞争市场环境下的适用性有待商榷。Zhang^[17]则引入了下游零售商的竞争,认为当信息漏出效应有利于零售商时,单边转移支付合约可以促使零售商分享信息。而Mishra等^[18]的研究认为单边转移支付合约不能达到帕累托最优的信息分享均衡,批发价格折扣合约可以得到帕累托最优的信息分享均衡。高洁^[19]比较了线性定价、两部收费制和菜单定价三种合同下的信息分享机制,发现某些条件下复杂合约并不能激励企业分享信息。肖群等^[20]的研究认为当供应商拥有成本的私人信息时,只有信息共享参与方投资建立安全的通信系统,并引入公平的利润划拨机制才能促使信息分享。

综上,尽管以往文献从不同角度对信息分享问题进行了探讨。但是,也存在一些不足之处,其中最重要的就是这些文献很少关注企业的非价格决策,尤其是企业的研发行为。现实经济中,企业通过研发获得核心竞争力的现象十分常见。例如,家电制造商格力会通过研发推出新的产品;汽车制造商丰田对生产流程进行改进,降低生产成本等。研发是一项复杂的系统性工程,它不仅需要专业的研发人员,还需要大量的产品和市场信息,也就是说信息分享对研发行为有着更为重要的作用。那么,在考虑供应链研发行为的情况下,企业的信息分享决策会发生哪些变化呢?信息分享会对研发决策和供应链绩效产生哪些影响?如何协调供应

链的信息分享决策? 这些问题即是本文所要探讨的主要问题.

以往学者对研发问题也进行了大量的研究, 其中与本文相关性最高的是纵向关系视角下的企业研发问题. 根据研发模式不同, 可以将这些研究分为独立研发^[21-23] 和合作研发^[24-27] 两种类型. 其中前者主要考察了不同纵向市场结构和竞争形式下企业的最优研发决策, 以及纵向独立研发决策的协调问题. Banerjee 等^[28] 在上游垄断下游竞争的纵向市场结构下, 考察了下游企业的研发决策和策略性动机. 与 Banerjee 等假设纵向结构外生不同, Chen 等^[29], 綦勇等^[30] 考察了不同纵向结构(纵向分离和纵向一体化)对上游企业创新决策的影响. 但是这些文献都没有关注研发决策的协调问题, 田巍等^[31] 在下游零售商竞争的结构下, 对这一问题进行了考察. Wang 等^[32] 则进一步考察了批发价格合约、基于质量的批发价格合约以及收益共享合约对研发的协调作用. 然而, 这些文献都暗含着信息对称的假设, 没有探讨信息不对称的情况.

在纵向合作研发方面, 以往的文献主要关注了纵向合作研发对供应链决策和供应链绩效的影响, 以及纵向合作研发的形成和协调机制等问题. Ishii^[25] 与骆品亮等^[33] 分别考察了不同形式的合作研发联盟对研发水平、竞争程度和社会福利的影响. Ge 等^[26] 考察了合作研发达到帕累托最优的条件. 景熠等^[34] 设计了合作研发的收益共享和成本分担机制. 同样地, 纵向合作研发方面的研究也很少对信息不对称和信息分享的问题给予关注.

通过以上分析可以发现信息在纵向研发中具有重要的意义, 但是鲜有文献将这二者结合起来分析. 鉴于此, 本文将需求信息不对称问题引入到企业研发决策中, 考察不同研发模式下企业的信息分享决策和价值, 从而完善信息分享和企业研发的理论研究. 此外, 本文还基于企业的谈判势力, 设计信息分享机制, 以促使零售商分享私人信息, 进而补充信息分享的契约补偿机制研究.

2 研发集中决策模型

考虑一个两层的供应链结构, 上游供应商 S 以边际成本 c 生产一种产品, 并由下游一家零售商 R 进行销售. 供应商可以进行研发, 降低自身的边际生产成本. 为了描述现实经济中的不同研发模式, 本文假设供应商可以进行独立研发, 也可以和下游零售商进行纵向合作研发.

此外, 假设市场需求存在不确定性, 而且供应商和零售商关于需求的信息不对称. 零售商可以根据以往的消费者购买行为、商业经验等对市场需求做出预测, 而供应商不能进行预测. 例如, 在零售行业中, 大型零售商沃尔玛就建立了公司专有数据库, 并且使用商业智能分析软件来对市场需求进行预测. 零售商可以和供应商分享关于市场需求的信息, 也可以不分享信息. 本文就考察在不同的研发模式下, 零售商信息分享的价值及策略. 值得指出的是本文供应商与零售商的市场结构假设只是一种代表, 也适用于上游中间产品供应商, 下游最终产品制造商的市场结构.

2.1 符号说明

本文将用到以下符号和变量:

c 表示供应商的边际生产成本, 是外生变量.

c_R 表示除批发价格以外零售商每单位产品的销售成本, 本文标准化为 0.

x 表示成本缩减量, 衡量了供应商的研发水平, 它表示供应商通过研发使边际生产成本降低的程度, 是供应商的决策变量. $kx^2/2$ 表示供应商研发水平为 x 时, 需要付出的研发成本, 其中 k 为研发的成本系数, 它衡量了企业的研发效率. k 越大研发效率越低.

λ_{IS} 表示信息分享时, 零售商合作研发分担的研发成本比例.

λ_{NIS} 表示无信息分享时, 零售商合作研发分担的研发成本比例.

w 示批发价格, 是供应商的决策变量.

p 表示零售价格, 是零售商的决策变量.

$Q(p) = \alpha - \beta p$ 表示产品的市场需求函数. 其中 α 为潜在市场需求, β 价格敏感系数.

π_{iNS}^j 表示零售商不进行信息共享时, i 在研发模式 j 下获得的利润, 其中 $i = S, R, T$ 分别表示供应商、零售商以及供应链, $j = D, C$ 分别表示供应商独立研发和零售商合作研发.

π_{iIS}^j 表示零售商进行信息共享时, i 在研发模式 j 下获得的利润, 其中 $i = S, R, T, j = D, C$.

V_i^j 表示研发模式 j 下信息共享对 i 的价值, 其中 $i = S, R, T, j = D, C$.

2.2 信息结构

根据 Li^[2]、艾兴政等^[12]和葛佳佳^[14]等的研究, 假设潜在市场需求 α 为随机变量, 且 $\alpha = \alpha_0 + \varepsilon$. 其中 α_0 为潜在市场需求的确定部分, $\alpha_0 > \beta c$; ε 是潜在市场需求的不确定性因素. 假设 ε 服从期望为 0, 方差为 σ 的分布. α_0 和 ε 的分布形式是供应商和零售商的共同信息.

零售商可以对潜在市场需求进行预测. 假设零售商对潜在市场需求的预测值为 f , $f = \alpha + \eta$, η 为误差项, 假设其服从均值为 0, 方差为 v 的分布. 随机变量 ε 和 η 相互独立. 根据以往的研究结论可知

$$E[\alpha|f] = \frac{v}{\sigma + v}\alpha_0 + \frac{\sigma}{\sigma + v}f, \quad (1)$$

$$E[(f - \alpha_0)^2] = \sigma + v. \quad (2)$$

记 $t = \frac{\sigma}{\sigma + v}$ 为市场信息预测精度的衡量指标, 且 $0 < t < 1$, t 越大表明零售商对市场需求预测得越准确, t 越小表明零售商预测得越不准确. 当 $v \rightarrow 0$ 时, $t = 1$, 此时预测值与实际值相同, 零售商的预测精度最高; 当 $v \rightarrow \infty$ 时, $t = 0$, 此时预测值与实际值差距无穷大, 零售商的预测精度最低.

2.3 集中决策时供应链的最优研发

在集中决策的模式下, 供应商和零售商具有共同的利益, 所以可以根据零售商对市场需求的预测信息进行决策. 其决策可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_{x,p} E[\pi|f] = (p - c + x)E[Q|f] - \frac{kx^2}{2} \\ \text{s.t.} \quad x > 0, p > 0. \end{cases} \quad (3)$$

为了保证利润最大化的二阶条件满足(即二阶海赛矩阵负定), 研发后供应商的边际成本大于 0, 本文假设 $k > \frac{\beta}{2}$, 这一假设表明供应商的研发成本较高. 现实经济中企业往往需要花费很大的成本才能研发成功, 所以这一假设符合现实情况.

根据利润最大化的一阶条件可以解得研发水平以及最终产品零售价格分别为

$$x = \frac{\alpha_0 - \beta c + t(f - \alpha_0)}{2k - \beta}, \quad (4)$$

$$p = \frac{\alpha_0(k - \beta) + \beta ck + t(k - \beta)(f - \alpha_0)}{\beta(2k - \beta)}. \quad (5)$$

根据期望规则, 可以得到供应链的无条件期望利润为

$$E[\pi] = \frac{k((\alpha_0 - \beta c)^2 + t\sigma)}{2\beta(2k - \beta)}. \quad (6)$$

从式(6)可以看出, 在集中决策的模式下零售商对需求的预测越准确, 供应链的期望利润越高.

3 独立研发模式下的信息共享策略

在独立研发的模式下, 供应商首先决定研发水平 x 和中间产品的批发价格 w , 然后零售商按照这一价格进行订货, 并根据预测的市场需求制定产品的零售价格 p . 以下分别考察零售商不分享信息和分享信息两

种模式下的均衡结果.

3.1 无信息分享

在无信息分享的情况下, 零售商根据市场需求信息以及自身的预测信息进行决策, 而供应商只能根据市场信息进行决策. 零售商的决策模型可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_p \text{ E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{D}} | f] = (p - w) \text{E}[Q | f] \\ \text{s.t. } p > 0. \end{cases} \quad (7)$$

对式(7)求解期望利润最大化的一阶条件可得

$$p_{\text{NIS}}^{\text{D}} = \frac{\alpha_0 + \beta w + t(f - \alpha_0)}{2\beta}. \quad (8)$$

由于不存在信息分享, 供应商只能根据自身关于市场的需求信息进行决策, 以达到期望利润最大化. 其决策可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_{w,x} \text{ E} [\pi_{\text{SNIS}}^{\text{D}}] = (w - c + x) \text{E}[Q] - \frac{kx^2}{2} \\ \text{s.t.} \\ w > 0, x > 0 \\ \text{E}[Q] \in \arg \max \text{ E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{D}}]. \end{cases} \quad (9)$$

可以求得无信息分享情况下, 供应商的批发价格、研发水平以及供应链期望利润, 见表 1.

表 1 独立研发模式下不同信息分享策略的均衡结果

Table 1 The equilibrium outcomes of different information sharing strategies under non-cooperative innovation

	无信息分享	信息分享
x	$\frac{\alpha_0 - \beta c}{4k - \beta}$	$\frac{\alpha_0 - \beta c + t(f - \alpha_0)}{4k - \beta}$
w	$\frac{2k(\alpha_0 + \beta c) - \alpha_0 \beta}{\beta(4k - \beta)}$	$\frac{2k(\alpha_0 + \beta c) - \alpha_0 \beta + t(2k - \beta)(f - \alpha_0)}{\beta(4k - \beta)}$
p	$\frac{2\alpha_0(3k - \beta) + 2\beta ck + t(4k - \beta)(f - \alpha_0)}{2\beta(4k - \beta)}$	$\frac{\alpha_0(3k - \beta) + \beta ck + t(3k - \beta)(f - \alpha_0)}{\beta(4k - \beta)}$
$\pi_{\text{S}}^{\text{D}}$	$\frac{k(\alpha_0 - \beta c)^2}{2\beta(4k - \beta)}$	$\frac{k(\alpha_0 - \beta c)^2 + kt\sigma}{2\beta(4k - \beta)}$
$\pi_{\text{R}}^{\text{D}}$	$\frac{4k^2(\alpha_0 - \beta c)^2 + (4k - \beta)^2 t\sigma}{4\beta(4k - \beta)^2}$	$\frac{k^2(\alpha_0 - \beta c)^2 + k^2 t\sigma}{\beta(4k - \beta)^2}$
$\pi_{\text{T}}^{\text{D}}$	$\frac{2k(6k - \beta)(\alpha_0 - \beta c)^2 + (4k - \beta)^2 t\sigma}{4\beta(4k - \beta)^2}$	$\frac{k(6k - \beta)(\alpha_0 - \beta c)^2 + t\sigma}{2\beta(4k - \beta)^2}$

3.2 信息分享

在零售商进行信息分享的情况下, 零售商的决策不变, 仍为式(7). 而此时供应商可以根据市场信息以及零售商分享的预测信息进行决策. 所以供应商的决策模型可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_{w,x} \text{ E} [\pi_{\text{SIS}}^{\text{D}} | f] = (w - c + x) \text{E}[Q | f] - \frac{kx^2}{2} \\ \text{s.t.} \\ w > 0, x > 0 \\ \text{E}[Q | f] \in \arg \max \text{ E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{D}} | f]. \end{cases} \quad (10)$$

根据零售商的预测以及零售价格决策, 可知

$$\text{E}[Q | f] = \frac{\alpha_0 - \beta w + t(f - \alpha_0)}{2}. \quad (11)$$

同样, 可以求得信息分享情况下供应链的最优决策和均衡利润, 结果参见表 1.

3.3 独立研发模式下的信息分享价值

结论 1 在供应商独立研发的模式下, 当 $f > \alpha_0$ 时, 信息分享提高了供应商的研发水平; 当 $f < \alpha_0$ 时,

信息分享降低了供应商的研发水平.

结论 1 表明在独立研发模式下, 信息分享对研发水平的影响取决于零售商对需求的预测值. 这是因为在零售商进行信息分享的情况下, 供应商可以根据零售商预测的需求信息 f 进行研发决策. 而在零售商不进行信息分享时, 供应商只能根据市场的需求信息 α_0 进行研发决策. 市场需求越大, 供应商研发的收益越高, 所以 $f > \alpha_0$ 时, 供应商会提高研发水平. 反之则会降低研发水平.

推论 1 在零售商分享信息的情况下, 集中决策时的研发水平高于供应商单独研发时的研发水平.

在本文的模型结构下, 有三种因素会影响供应商的研发决策: 信息分享、双重边际化效应和研发的纵向外部性. 零售商是否分享信息会影响供应商对市场需求的预期, 进而会改变供应商研发的收益, 从而影响供应商的研发水平. 双重边际化是供应链分散决策下最为常见的一种问题, 它会降低供应商研发的预期收益, 进而降低研发水平. 研发的纵向外部性是指供应商的研发决策会影响零售商的利润. 这是因为供应商通过研发降低边际生产成本后, 可以以更低的批发价格向零售商销售产品. 这一方面降低了零售商的成本, 另一方面也使得零售商可以制定更低的零售价格, 从而增加市场份额, 提高利润. 也就是说制造商的研发决策对零售商产生了正的外部性, 但是供应商在进行研发决策时, 没有考虑到零售商的利润, 所以会导致研发水平低于考虑零售商利润时的研发水平.

在集中决策的情况下, 供应商和零售商作为整体进行决策, 消除了这三种因素的影响, 所以研发水平最高. 在供应商单独研发的情况下, 双重边际化和研发纵向外部性都会影响供应商的研发决策, 进而导致了最优研发水平低于集中决策时的研发水平.

在独立研发模式下, 信息分享对供应链各主体的价值是信息分享条件下的期望利润减去信息不分享条件下的期望利润. 具体地, 信息分享对零售商、供应商以及供应链的价值分别为

$$V_S^D = E[\pi_{SIS}^D] - E[\pi_{SNIS}^D] = \frac{kt\sigma}{2\beta(4k - \beta)} > 0, \quad V_R^D = E[\pi_{RIS}^D] - E[\pi_{RNIS}^D] = -\frac{(6k - \beta)(2k - \beta)t\sigma}{2\beta(4k - \beta)} < 0,$$

$$V_T^D = E[\pi_{TIS}^D] - E[\pi_{TNIS}^D] = -\frac{(4k^2 - 6\beta k + \beta^2)t\sigma}{4\beta(4k - \beta)^2}, \quad \text{当 } \frac{\beta}{2} < k < \frac{(3 + \sqrt{5})\beta}{4} \text{ 时, } V_T^D > 0, \text{ 当 } k > \frac{(3 + \sqrt{5})\beta}{4} \text{ 时, } V_T^D < 0.$$

结论 2 在供应商独立研发的模式下: 1) 信息分享会提高供应商的期望利润; 2) 信息分享会降低零售商的期望利润; 3) 当 $\frac{\beta}{2} < k < \frac{(3 + \sqrt{5})\beta}{4}$ 时, 信息分享会提高供应链总利润; 当 $k > \frac{(3 + \sqrt{5})\beta}{4}$ 时, 信息分享会降低供应链总利润.

从结论 2 可以看出, 在供应商进行独立研发的模式下, 信息分享不利于零售商, 而有利于供应商. 这是因为当零售商分享信息时, 供应商可以根据零售商分享的信息进行更好的决策, 降低决策的风险损失, 从而可以提高供应商的期望利润. 但是由于零售商处于决策的跟随者地位, 只能跟随供应商被动地进行决策, 这样就使得零售商处于不利的地位. 例如, 从表 1 中可以看出零售商分享信息时的零售价格要高于不分享信息下的零售价格, 这就是被动决策导致的结果. 因此, 如果零售商分享信息是无偿的, 那么零售商就不会和供应商分享信息, 即使分享信息在一定条件下有利于整个供应链. 在这种情况下, 就需要为零售商设计一种信息分享的补偿机制, 激励零售商进行信息分享, 下文将对这一问题进行详细考察.

4 合作研发下的信息分享策略

在合作研发的模式下, 供应商与零售商之间存在三阶段的博弈: 第一阶段根据供应链总利润最大化制定最优的研发水平 x ; 第二阶段供应商根据自身利润最大化制定批发价格 w ; 第三阶段零售商根据自身利润最大化制定零售价格 p .

4.1 无信息分享

在无信息分享的情况下, 博弈第三阶段零售商根据自身对市场需求的预测信息制定最优的零售价格, 其决策可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_p \text{ E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{C}} | f] = (p - w) \text{E}[Q | f] \\ \text{s.t.} \quad p > 0, \end{cases} \quad (12)$$

而博弈第二阶段供应商只能根据自身的市场信息进行批发价格决策, 其决策可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_w \text{ E} [\pi_{\text{SNIS}}^{\text{C}}] = (w - c + x) \text{E}[Q] \\ \text{s.t.} \quad w > 0, \\ \text{E}[Q] \in \arg \max \text{ E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{C}}]. \end{cases} \quad (13)$$

在供应商与零售商的合作研发决策阶段, 企业根据供应链总利润最大化制定最优的研发决策. 但是由于零售商不进行信息分享, 所以研发时所考虑的零售商的利润只可能是供应商预测的零售商利润. 具体的研发决策可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_x \text{ E} [\pi_{\text{TNIS}}^{\text{C}}] = \text{E} [\pi_{\text{SNIS}}^{\text{C}}] + \text{E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{C}}] - \frac{kx^2}{2} \\ \text{s.t.} \quad x > 0. \end{cases} \quad (14)$$

用逆向递推法进行求解, 可以得到供应链的研发水平如表2所示.

表2 合作研发模式下不同信息分享策略的均衡结果

Table 2 The equilibrium outcomes of different information sharing strategies under cooperative innovation

	无信息分享	信息分享
x	$\frac{3(\alpha_0 - \beta c)}{8k - 3\beta}$	$\frac{3(\alpha_0 - \beta c) + t(f - \alpha_0)}{8k - 3\beta}$
w	$\frac{4k(\alpha_0 + \beta c) - 3\alpha_0\beta}{\beta(8k - 3\beta)}$	$\frac{4k(\alpha_0 + \beta c) - 3\alpha_0\beta + t(4k - 3\beta)(f - \alpha_0)}{\beta(8k - 3\beta)}$
p	$\frac{6\alpha_0(2k - \beta) + 4\beta ck + t(8k - 3\beta)(f - \alpha_0)}{2\beta(8k - 3\beta)}$	$\frac{3\alpha_0(2k - \beta) + 2\beta ck + 3t(2k - \beta)(f - \alpha_0)}{\beta(8k - 3\beta)}$
$\pi_{\text{S}}^{\text{C}}$	$\frac{k(320k^2 - 180\beta k + 27\beta^2)(\alpha_0 - \beta c)^2}{2\beta(8k - 3\beta)(10k - 3\beta)(16k - 3\beta)}$	$\frac{k(320k^2 - 180\beta k + 27\beta^2)[(\alpha_0 - \beta c)^2 + t\sigma]}{2\beta(8k - 3\beta)(10k - 3\beta)(16k - 3\beta)}$
$\pi_{\text{R}}^{\text{C}}$	$\frac{k^2(80k - 27\beta)(\alpha_0 - \beta c)^2}{\beta(8k - 3\beta)(10k - 3\beta)(16k - 3\beta)} + \frac{t\sigma}{4\beta}$	$\frac{k^2(80k - 27\beta)[(\alpha_0 - \beta c)^2 + t\sigma]}{\beta(8k - 3\beta)(10k - 3\beta)(16k - 3\beta)}$
$\pi_{\text{T}}^{\text{C}}$	$\frac{6k(\alpha_0 - \beta c)^2 + (8k - 3\beta)t\sigma}{4\beta(8k - 3\beta)}$	$\frac{3k(\alpha_0 - \beta c)^2 + 3kt\sigma}{2\beta(8k - 3\beta)}$

但是以上只考虑到合作研发水平的决策问题, 没有考虑合作研发成本分担问题. 根据以往的研究, 本文假设供应商和零售商采用利润比例分担法对研发成本进行分摊. 这种成本分担的基本思想是: 根据企业在合作研发中获得的收益进行研发成本分担, 收益越多, 分担的研发成本也应该越多^[35,36].

在利润比例分担法下, 零售商分担的研发成本比例为

$$\lambda_{\text{NIS}} = \frac{\text{E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{C}}] - \text{E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{D}}]}{\text{E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{C}}] - \text{E} [\pi_{\text{RNIS}}^{\text{D}}] + \text{E} [\pi_{\text{SNIS}}^{\text{C}}] - \text{E} [\pi_{\text{SNIS}}^{\text{D}}]}. \quad (15)$$

考虑研发成本分担以后, 可以计算出供应商的期望利润、零售商的期望利益以及供应链总利润, 参见表2第2列.

4.2 信息分享

在合作研发的模式下, 若零售商进行信息分享, 零售商的决策不变, 仍为式(12). 此时供应商则可以根据

零售商分享的预测信息进行批发价格决策, 其决策模型可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_w \ E[\pi_{\text{SIS}}^C|f] = (w - c + x)E[Q|f] \\ \text{s.t.} \\ w > 0 \\ E[Q|f] \in \arg \max E[\pi_{\text{RIS}}^C|f] \end{cases} \quad (16)$$

同时, 在合作研发时考虑的供应商利润和零售商利润均是零售商需求预测条件下的期望利润, 因此合作研发决策可以表示为

$$\begin{cases} \text{Max}_x \ E[\pi_{\text{TIS}}^C|f] = E[\pi_{\text{SIS}}^C|f] + E[\pi_{\text{RIS}}^C|f] - \frac{kx^2}{2} \\ \text{s.t.} \quad x > 0 \end{cases} \quad (17)$$

同样采用利润比例分担法进行研发成本分摊, 则在信息共享的情况下, 零售商分担的研发成本比例为

$$\lambda_{\text{IS}} = \frac{E[\pi_{\text{RIS}}^C|f] - E[\pi_{\text{RIS}}^D|f]}{E[\pi_{\text{RIS}}^C|f] - E[\pi_{\text{RIS}}^D|f] + E[\pi_{\text{SIS}}^C|f] - E[\pi_{\text{SIS}}^D|f]} \quad (18)$$

求得信息共享情况下, 供应链的均衡结果如表 2 的第 3 列。

4.3 合作研发模式下的信息共享价值

结论 3 在供应商和零售商合作研发的模式下, 当 $f > \alpha_0$ 时, 信息共享提高了供应商的研发水平; 当 $f < \alpha_0$ 时, 信息共享降低了供应商的研发水平。

结论 3 与结论 1 类似, 通过这两个结论可以发现不管是在供应商独立研发还是在供应商与零售商合作研发的模式下, 信息共享对研发水平的影响都取决于零售商对潜在市场需求的预测值。此外, 对结论 1 和结论 3 进一步分析还可以发现: 不管是在独立研发还是在合作研发的模式下, 当 $f > \alpha_0$ 时, 预测精度 t 的提高会增加企业的研发水平; 当 $f < \alpha_0$ 时, 预测精度 t 的提高会降低企业的研发水平。这是因为在企业预测市场需求较高的情况下, 这种预测越准确, 企业获得更高利润的可能性就越大, 进而进行研发的激励就越大。反之, 当企业预测市场需求较低时, 这种预测越准确, 企业获得的更低利润的可能性就越大, 所以研发激励就越小。

推论 2 在相同的信息分享策略下, 集中决策下的研发水平高于合作研发下的研发水平, 合作研发下的研发水平高于供应商独立研发下的研发水平。

从推论 1 的解释中可以发现, 信息共享、双重边际化以及研发纵向外部性会影响供应商的最优研发决策。推论 2 中相同的信息分享策略排除了信息共享对研发决策的影响, 所以只有剩余的两种因素发挥作用。在集中决策下, 不存在双重边际化和研发的外部性, 所以研发水平最高。在独立研发下, 双重边际化和研发外部性会同时影响供应商研发决策, 所以此时研发水平最低。在合作研发情况下, 供应商在进行研发决策时考虑了零售商的利润, 也就是说将研发的外部性内部化了, 所以此时研发外部性不再影响供应商研发决策, 但是双重边际化问题仍然会影响研发决策。因此, 这种情况下, 研发水平低于集中决策时的水平, 高于独立研发时的水平。

和独立研发情况相同, 在合作研发模式下, 信息共享对供应链各主体的价值仍然是信息共享条件下的期望利润减去信息不分享条件下的期望利润。具体地, 在合作研发模式下, 信息共享对零售商、供应商以及供应链的价值分别为

$$\begin{aligned} V_{\text{S}}^{\text{C}} &= E(\pi_{\text{SIS}}^{\text{C}}) - E(\pi_{\text{SNIS}}^{\text{C}}) = \frac{k t \sigma (320 k^2 - 180 \beta k + 27 \beta^2)}{2 \beta (8 k - 3 \beta) (10 k - 3 \beta) (16 k - 3 \beta)} > 0; \\ V_{\text{R}}^{\text{C}} &= E(\pi_{\text{RIS}}^{\text{C}}) - E(\pi_{\text{RNIS}}^{\text{C}}) = \frac{3 (9 \beta^3 - 102 \beta^2 k + 332 \beta k^2 - 320 k^3) t \sigma}{4 \beta (8 k - 3 \beta) (10 k - 3 \beta) (16 k - 3 \beta)}, \text{ 当 } \frac{\beta}{2} < k < \hat{k} \text{ 时, } V_{\text{R}}^{\text{C}} > 0, \text{ 当 } k > \hat{k} \text{ 时, } V_{\text{R}}^{\text{C}} < 0; \end{aligned}$$

$$V_T^C = E(\pi_{TIS}^C) - E(\pi_{TNIS}^C) = \frac{(2k-3\beta)t\sigma}{4\beta(8k-3\beta)}, \text{ 当 } \frac{\beta}{2} < k < \frac{3\beta}{2} \text{ 时, } V_T^C > 0, \text{ 当 } k > \frac{3\beta}{2} \text{ 时, } V_T^C < 0.$$

结论 4 在合作研发的模式下, 1) 信息分享会提高供应商的期望利润; 2) 当 $\frac{\beta}{2} < k < \hat{k}$ 时, 信息分享会提高零售商的期望利润; 当 $k > \hat{k}$ 时, 信息分享会降低零售商的期望利润. 3) 当 $\frac{\beta}{2} < k < \frac{3\beta}{2}$ 时, 信息分享会提高供应链总利润; 当 $k > \frac{3\beta}{2}$ 时, 信息分享会降低供应链总利润. 其中

$$\hat{k} = \frac{83\beta}{240} + \frac{\sqrt[3]{180\sqrt{13\,479}\beta^6 + 4\,247\beta^3}}{240} + \frac{769\beta^2}{240\sqrt[3]{180\sqrt{13\,479}\beta^6 + 4\,247\beta^3}} = \frac{23}{40}\beta.$$

从结论 2 和结论 4 的对比中可以看出, 不管是在供应商独立研发模式下, 还是在供应商和零售商合作研发的模式下, 信息分享都有利于供应商. 但是对零售商的影响存在差异: 在供应商独立研发的模式下, 信息分享总是不利于零售商的; 在合作研发的模式下, 若研发成本系数较小, 信息分享也有利于零售商. 此外, 还可以发现当信息分享价值为正时(即信息分享可以提高利润), 预测精度越高, 这种正的价值就越大, 即此时预测精度的提高会使利润增加得更多; 当信息分享价值为负时(即信息分享会降低利润), 预测精度越高, 这种负的价值就越大, 即此时预测精度的提高会使利润降低得更多.

比较独立研发以及合作研发两种研发模式下, 信息分享的价值可以得到如下结论.

结论 5 1) $V_S^C > V_S^D > 0$; 2) 当 $\beta/2 < k < \hat{k}$ 时, $V_R^C > 0 > V_R^D$; 当 $k > \hat{k}$ 时, $0 > V_R^C > V_R^D$; 3) 当 $\beta/2 < k < \frac{(3+\sqrt{5})\beta}{4}$ 时, $V_T^C > V_T^D > 0$; 当 $\frac{(3+\sqrt{5})\beta}{4} < k < 3\beta/2$ 时, $V_T^C > 0 > V_T^D$; 当 $k > 3\beta/2$ 时, $0 > V_T^C > V_T^D$.

结论 5 表明不同研发模式下, 信息分享的价值存在很大差异. 对于供应商而言, 不管是独立研发还是合作研发, 信息分享都有利于供应商, 但是在合作研发的模式下, 信息分享对供应商的价值更大. 对于零售商而言, 不同研发模式下信息分享的价值与研发成本系数有关: 当研发成本系数较小时, 合作研发模式下信息分享有利于零售商, 但是独立研发模式下信息分享不利于零售商; 当研发成本系数较大时, 不管是合作研发还是独立研发, 信息分享都不利于零售商. 同样地, 对于整个供应链来说, 当研发成本系数较小时, 无论是合作研发还是独立研发, 信息分享都有利于整个供应链; 当研发成本系数较大时, 不论哪种研发模式, 信息分享都不利于供应链; 当研发成本系数取中间值时, 合作研发下信息分享有利于供应链, 但是独立研发下信息分享不利于供应链.

5 策略选择及信息分享补偿机制

前文分别分析了在独立研发和合作研发两种模式下, 信息分享对于供应链的价值. 本节主要考察供应商和零售商的研发模式以及信息分享策略选择, 在此基础上, 设计一种信息分享补偿机制以激励零售商进行信息分享.

5.1 合作研发模式下的信息分享价值

现实经济中供应商往往是研发活动的主导者, 具有研发模式的选择权, 而零售商具有信息分享与否的决定权, 不同研发模式以及信息分享策略实际上是供应商和零售商互相博弈的结果. 记供应商的策略空间为 $\{D, C\}$, 分别代表独立研发与合作研发. 记零售商的决策空间为 $\{NIS, IS\}$, 分别代表无信息分享和信息分享. 将研发模式及信息分享策略模型化为两个局中人同时行动的纳什博弈, 可以得到如下结论.

结论 6 当 $\beta/2 < k < \hat{k}$ 时, 存在纯策略纳什均衡为 $\{C, IS\}$; 当 $k > \hat{k}$ 时, 存在纯策略纳什均衡 $\{C, NIS\}$.

从结论 6 可以看出, 无论零售商是否分享信息, 合作研发都是供应商的占优策略均衡. 而零售商策略选择则与研发的成本系数有关, 当研发成本系数较小时, 零售商的最优策略是分享信息. 反之, 则不分享信息.

5.2 基于谈判势力的信息共享补偿机制

5.1 节的分析表明, 当 $\hat{k} < k < 3\beta/2$ 时, 零售商不会进行信息分享. 但是从结论 5 可以看出, 在这种情况下信息分享不但有利于供应商, 而且还有利于整个供应链. 所以如果设计一种信息共享的补偿机制促使零售商进行信息分享, 那么就可以使得供应链达到帕累托改进. 与以往研究不同, 本文基于谈判势力来设计供应链信息补偿机制.

谈判势力是供应链中最重要的因素之一, 它衡量了上下游企业交易过程中一方对一方的讨价还价能力以及获取更多利润的能力. 现实经济中, 企业的谈判势力在不同情况下存在较大差异. 例如, 沃尔玛等大型零售商相对于小型制造商来说, 谈判势力较强, 但是相对于可口可乐、宝洁等大型制造商来说, 其谈判势力就较弱. 谈判势力的差异会影响供应链的价格决策、利润分配和供应链的协调策略等, 以往有很多文献对这些问题进行了考察^[37,38]. 但是, 很少有文献关注谈判势力和谈判模式在信息共享补偿机制中的作用. 信息共享在一定条件下会提高供应链的总利润, 企业之所以不能自发地进行信息分享就是因为不能对增加的利润(利润增量)进行合理的分配, 只要解决了利润增量分配问题, 使得双方利润都提高, 那么就可以促使信息分享. 谈判势力恰好提供了分配利润增量的标准, 所以可以基于企业的谈判势力设计信息共享补偿机制.

假设供应商和零售商通过纳什讨价还价的谈判方式确定利润的再分配方式, 且在信息共享补偿机制下零售商分配的利润为 $E[\pi_R^B]$, 那么供应商分配的利润则为 $E[\pi_{TIS}^C] - E[\pi_R^B]$. 供应商和零售商之间的谈判可以表示为

$$\text{Max}_{E[\pi_R^B]} \Omega = (E[\pi_R^B] - E[\pi_{RNIS}^C])^\gamma (E[\pi_{TIS}^C] - E[\pi_R^B] - E[\pi_{SNIS}^C])^{(1-\gamma)}, \quad (19)$$

其中 $E[\pi_{RNIS}^C]$ 和 $E[\pi_{SNIS}^C]$ 表示谈判失败时, 零售商和供应商获得的利润, 也称为各自的谈判威胁点. 由于利润分配谈判失败后, 零售商不会进行信息分享, 所以谈判威胁点就是不进行信息分享时零售商和供应商获得的利润. γ 表示零售商的谈判势力, 且 $0 < \gamma < 1$, γ 越大, 零售商的谈判势力越强.

求解式(19), 可以解得零售商分配的利润为

$$E[\pi_R^B] = \gamma (E[\pi_{TIS}^C] - E[\pi_{TNIS}^C]) E[\pi_{RNIS}^C] = \gamma V_T^C + E[\pi_{RNIS}^C]. \quad (20)$$

式(20)中 $E[\pi_{TIS}^C] - E[\pi_{TNIS}^C]$ 表示信息共享带来的供应链利润增量, 也就是信息共享对供应链的价值. 零售商的利润由两部分构成, 前一项 $\gamma (E[\pi_{TIS}^C] - E[\pi_{TNIS}^C])$ 是零售商在利润增量中的分成比例, 与其谈判势力 γ 有关, 谈判势力越大, 分成比例越高. 后一项 $E[\pi_{RNIS}^C]$ 是零售商获得的利润底线, 是零售商必须满足的利润要求. 从式(20)可以看出谈判势力条件下的利润分配机制的基本原理是: 首先满足供应商和零售商在无信息分享条件下的利润, 然后再根据供应商和零售商的谈判势力对利润增量进行分配.

基于谈判势力的信息共享补偿机制就是要给予零售商一定的补偿, 使其获得的利润达到式(20)的水平, 所以供应商给予零售商的信息分享补偿为

$$\Delta V_M = \gamma V_T^C + E[\pi_{RNIS}^C] - E[\pi_{RIS}^C]. \quad (21)$$

结论 7 存在一种信息共享补偿合约, 供应商给予零售商式(21)所示的信息分享补偿费用, 可以促使零售商分享信息, 进而使供应链达到帕累托改进.

6 算例分析

为了更加直观地反映本文的结论, 本部分进行算例分析. 在满足前文参数假设的条件下, 令 $\alpha_0 = 20, \beta = 1, c = 0.5, t = 0.8, \sigma = 50$, 图 1 到图 3 分别给出了供应商、零售商以及供应链在不同研发模式及信息共享策略下的利润.

从图1可以看出不管是在独立研发模式还是在合作研发模式下, 供应商在信息分享情况下获得的利润都高于无信息分享情况下获得的利润. 在四种策略组合中, 合作研发信息分享下供应商的利润最高, 独立研发无信息分享下供应商的利润最低, 合作研发无信息分享与独立研发有信息分享两种情况下的利润关系不确定. 在相同的研发模式下, 随着研发成本系数 k 的增加, 供应商的利润趋于相同.

从图2中可以看出在独立研发模式下, 零售商无信息分享时获得的利润高于信息分享时获得的利润. 但是在合作研发模式下, 则取决于研发成本系数, 当研发成本系数较低时, 信息分享可以提高零售商的利润. 反之, 则会降低零售商的利润. 图3则表明无论是在独立研发还是在合作研发模式下, 当研发成本系数较低时, 信息分享都有利于整个供应链. 反之亦然.

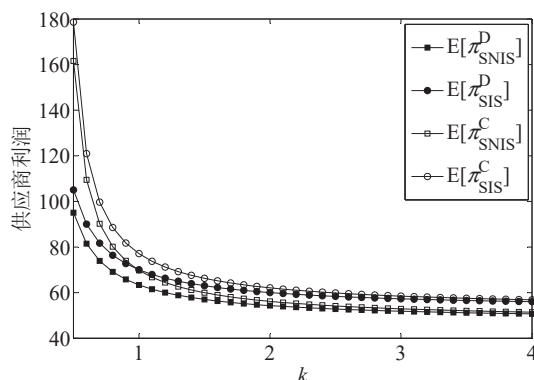


图1 不同策略组合下供应商利润

Fig. 1 The profits of supplier under different strategy combinations

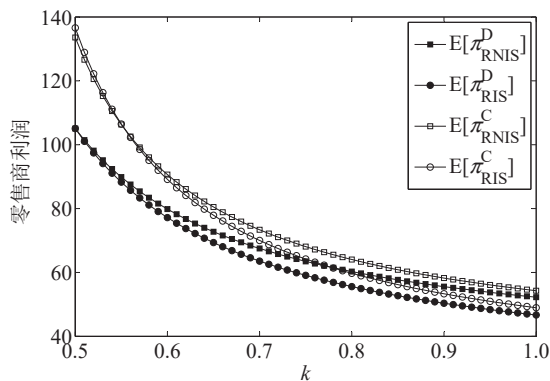


图2 不同策略组合下零售商利润

Fig. 2 The profits of retailer under different strategy combinations

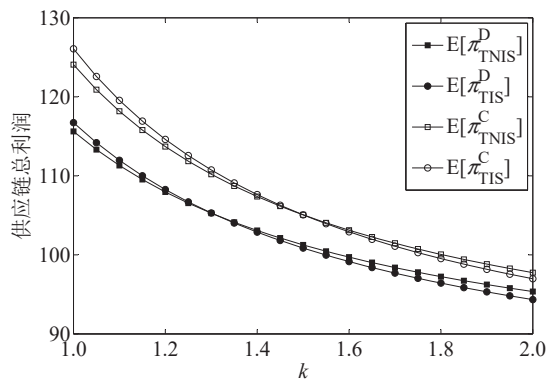


图3 不同策略组合下供应链总利润

Fig. 3 The total profits of supply chain under different strategy combinations

7 结束语

基于独立研发以及合作研发这两种常见的研发模式, 本文考察了信息分享对供应链的影响. 研究发现, 信息分享一方面会影响最优研发水平, 另一方面也会影响企业和供应链整体绩效. 在最优研发水平的影响方面, 不论是独立研发还是合作研发, 如果零售商预测市场需求较高, 信息分享都会提高研发水平, 反之则会降低研发水平. 在供应链绩效影响方面, 信息分享总是可以提高供应商利润, 但是能否提高零售商利润则取决于研发成本系数. 在此基础上, 本文还考察了供应商的研发策略选择和零售商的信息分享策略选择, 发现供应商最优的研发策略是合作研发. 但是, 零售商是否采用信息分享策略则与研发成本系数有关, 尤其是存在一种均衡结果: 信息分享有利于供应链整体绩效的提高, 但是出于自身利益零售商不会分享信息. 本

文识别了出现这种均衡的条件,并设计了一种基于谈判势力的信息共享补偿机制,促使零售商分享预测信息,使得供应链达到帕累托改进。

参考文献:

- [1] 李 波, 孙 鹏, 李庆华. 双渠道供应链中信息共享价值研究. 系统工程学报, 2015, 30(4): 530–538.
Li B, Sun P, Li Q H. Information sharing value in dual-channel supply chain. Journal of Systems Engineering, 2015, 30(4): 530–538. (in Chinese)
- [2] Li L. Information sharing in a supply chain with horizontal competition. Management Science, 2002, 48(9): 1196–1212.
- [3] Li T, Zhang H. Information sharing in a supply chain with a make-to-stock manufacturer. The International Journal of Management Science, 2015, 50(1): 115–125.
- [4] Jain A, Seshadri S, Sohoni M. Differential pricing for information sharing under competition. Production and Operations Management, 2011, 20(2): 235–252.
- [5] Shang W, Ha A Y, Tong S. Information sharing in a supply chain with a common retailer. Management Science, 2016, 62(1): 245–263.
- [6] 张菊亮, 章祥荪. 供应商和销售商拥有部分信息的信息共享. 中国管理科学, 2012, 20(1): 109–116.
Zhang J L, Zhang X S. Information sharing in a supply chain with supplier and retailer's partial information. Chinese Journal of Management Science, 2012, 20(1): 109–116. (in Chinese)
- [7] Li L, Zhang H. Confidentiality and information sharing in supply chain coordination. Management Science, 2008, 54(8): 1467–1481.
- [8] Lee H L, So K C, Tang C S. The value of information sharing in a two-level supply chain. Management Science, 2000, 46(5): 626–643.
- [9] Shamir N. Strategic information sharing between competing retailers in a supply chain with endogenous wholesale price. International Journal of Production Economics, 2012, 136(2): 352–365.
- [10] Zhang J, Chen J. Information sharing in a make-to-stock supply chain. Journal of Industrial and Management Optimization, 2014, 10(4): 1169–1189.
- [11] Yue X, Liu J. Demand forecast sharing in a dual-channel supply chain. European Journal of Operational Research, 2006, 174(1): 646–667.
- [12] 艾兴政, 唐小我, 马永开. 传统渠道与电子渠道预测信息共享的绩效研究. 管理科学学报, 2008, 11(1): 12–21.
Ai X Z, Tang X W, Ma Y K. Performance of forecasting information sharing between traditional channel and electronic channel. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(1): 12–21. (in Chinese)
- [13] 聂佳佳. 预测信息共享对制造商开通直销渠道的影响. 管理工程学报, 2012, 26(2): 106–112.
Nie J J. The effect of forecast information sharing on manufacturer's launching direct channels. Journal of Industrial Engineering Management, 2012, 26(2): 106–112. (in Chinese)
- [14] 聂佳佳. 零售商信息共享对闭环供应链回收模式的影响. 管理科学学报, 2013, 16(5): 69–82.
Nie J J. Effects of retailer information sharing on collecting modes of closed-loop supply chain. Journal of Management Sciences in China, 2013, 16(5): 69–82. (in Chinese)
- [15] 聂佳佳, 熊中楷. 信息共享对制造商负责回收闭环供应链的影响. 工业工程与管理, 2009, 14(5): 1–7.
Nie J J, Xiong Z K. The effect of information sharing on manufacturer take-back closed-loop supply chain. Industrial Engineering and Management, 2009, 14(5): 1–7. (in Chinese)
- [16] Zhang J, Chen J. Coordination of information sharing in a supply chain. International Journal of Production Economics, 2013, 143(1): 178–187.
- [17] Zhang H. Vertical information exchange in a supply chain with duopoly retailers. Production and Operations Management, 2002, 11(4): 531–547.
- [18] Mishra B K, Raghunathan S, Yue X. Demand forecast sharing in supply chains. Production and Operations Management, 2009, 18(2): 152–166.
- [19] 高 洁. 企业间信息共享的激励问题研究. 运筹与管理, 2015, 24(5): 245–250.
Gao J. Incentive issues on information sharing between firms. Operation Research and Management Science, 2015, 24(5): 245–250. (in Chinese)

- [20] 肖 群, 马士华. 基于信息共享的供应商协同产品设计机制. 系统工程, 2015, 32(6): 10–16.
Xiao Q, Ma S H. The mechanism of supplier collaborative product design based on information sharing. Systems Engineering, 2015, 32(6): 10–16. (in Chinese)
- [21] Chen Y, Sappington D E. Designing input prices to motivate process innovation. International Journal of Industrial Organization, 2009, 27(3): 390–402.
- [22] Banerjee S, Lin P. Downstream R & D, raising rivals costs, and input price contracts. International Journal of Industrial Organization, 2003, 21(1): 79–96.
- [23] Gilbert S M, Cvsa V. Strategic commitment to price to stimulate downstream innovation in a supply chain. European Journal of Operational Research, 2003, 150(3): 617–639.
- [24] Silipo D B. Incentives and forms of cooperation in research and development. Research in Economics, 2008, 62(2): 101–119.
- [25] Ishii A. Cooperative R&D between vertically related firms with spillovers. International Journal of Industrial Organization, 2004, 22(8): 1213–1235.
- [26] Ge Z, Hu Q, Xia Y. Firms' R&D cooperation behavior in a supply chain. Production and Operations Management, 2014, 23(4): 599–609.
- [27] 李 纲. 考虑垂直溢出的三级产业链纵向研发合作模型. 科学学与科学技术管理, 2014, 35(7): 49–58.
Li G. A model of vertical R&D collaboration in a three-level industrial chain based on vertical spillovers. Science of Science and Management of Science and Technology, 2014, 35(7): 49–58. (in Chinese)
- [28] Banerjee S, Lin P. Downstream R&D, raising rivals' costs, and input price contracts. International Journal of Industrial Organization, 2003, 21(1): 79–96.
- [29] Chen Y, Sappington D E. Innovation in vertically related markets. The Journal of Industrial Economics, 2010, 58(2): 373–401.
- [30] 綦 勇, 周霄雪, 李 凯. 纵向结构对下游产品质量创新激励的影响. 系统工程学报, 2012, 27(5): 626–632.
Qi Y, Zhou X X, Li K. Impact of vertical structure on downstream innovation incentive of product quality. Journal of Systems Engineering, 2012, 27(5): 626–632. (in Chinese)
- [31] 田 巍, 张子刚, 刘宁杰. 零售商竞争环境下上游企业创新投入的供应链协调. 系统工程理论与实践, 2008, 28(1): 64–70.
Tian W, Zhang Z G, Liu N J. Study on supply chain coordination of upstream innovation investment when retailers compete. Systems Engineering: Theory & Practice, 2008, 28(1): 64–70. (in Chinese)
- [32] Wang J, Shin H. The impact of contracts and competition on upstream innovation in a supply chain. Production and Operations Management, 2015, 24(1): 134–146.
- [33] 骆品亮, 吴一静, 刘明宇. 纵向研发联盟的竞争效应: 基于有效市场规模增长率的分析. 研究与发展管理, 2013, 25(4): 1–9.
Luo P L, Wu Y J, Liu M Y. Competition effects of vertical research alliance: analysis based on the growth rate of efficient market size. Research & Development Management, 2013, 25(4): 1–9. (in Chinese)
- [34] 景 熠, 王 旭, 李文川. 纵向研发合作的收益分配与成本分担机制研究. 科技进步与对策, 2011, 28(21): 1–5.
Jing Y, Wang X, Li W C. Income distribution and cost sharing mechanism in vertical R&D cooperation. Science & Technology Progress and Policy, 2011, 28(21): 1–5. (in Chinese)
- [35] 王秋菲, 李 凯. 纵向RJVs研发成本分担机制. 系统工程, 2007, 25(5): 104–107.
Wang Q F, Li K. On cost sharing mechanism of vertical RJVs. Systems Engineering, 2007, 25(5): 104–107. (in Chinese)
- [36] 李卫红, 陈 圻, 王 强. 基于 NASH 谈判模型的上下游企业 R&D 合作与协调机制研究. 管理工程学报, 2012, 26(2): 65–71.
Li W H, Chen Q, Wang Q. R&D cooperation and benefit coordination between upstream and downstream firms based on Nash negotiation model. Journal of Industrial Engineering and Engineering Management, 2012, 26(2): 65–71. (in Chinese)
- [37] Iyer G, Villas-Boas J M. A bargaining theory of distribution channels. Journal of Marketing Research, 2003, 40(1): 80–100.
- [38] Dukes A J, Gal-Or E, Srinivasan K. Channel bargaining with retailer asymmetry. Journal of Marketing Research, 2006, 43(1): 84–97.

作者简介:

李 凯(1957—), 男, 辽宁昌图人, 教授, 博士生导师, 研究方向: 供应链管理, 产业组织理论, 企业管理等, Email: likai@mail.neu.edu.cn;

李 伟(1989—), 男, 安徽六安人, 助理研究员, 研究方向: 供应链管理, 产业组织理论, Email: 15040398378@126.com;

安 岗(1970—), 男, 陕西富平人, 讲师, 研究方向: 供应链管理, 产业组织理论, Email: gan@mail.neu.edu.cn.