

为 Q 和 q_0 。

第二,假设制造商与零售商之间信息共享程度越高,二者所获得的需求预测值越接近,反之亦然。

第三,考虑到时间差效应,制造商与零售商在预测市场需求时所采用的时间段并不一致,因此制造商并不能从事按订单生产这一生产方式,而是以 Q 作为标准进行生产,零售商则依然按 q 向制造商发出订单请求。

第四,实际的市场需求量为 q_0 ,亦是零售商的实际销售量, q_0 是产品的需求函数,随着零售商产品售价 p 的增大而减少,假设 $q_0 = a - bp$,其中 a, b 为系数, $a > 0, b > 0$ 。

第五,假设 Q, q, q_0 之间的数量关系为 $Q = \alpha q, q = \beta q_0$,其中 α, β 为系数, $\alpha > 0, \beta > 0$ 。

第六,基于弹性系数方法^[6],用弹性系数 S_{xy} 表征制造商与零售商之间的风险传染强度及趋势,其中假定 x, y 为2个风险点,且 y 为初始风险点,则 x 对 y 的风险弹性系数为:

$$S_{xy} = \frac{\partial x}{x} / \frac{\partial y}{y} = \frac{\partial x}{\partial y} \cdot \frac{y}{x} \quad (1)$$

式中: S_{xy} 表示当 x 的其他条件不变时, y 变动1%会使 x 变动的百分数。进一步,可将风险的弹性系数划分为3个区域: $0 < |S_{xy}| < 1$,风险传染减弱; $|S_{xy}| > 1$,风险传染加强; $|S_{xy}| = 1$,风险传染相当。

二、考虑信息共享的两级供应链风险传染模型

(一) 信息共享程度与零售商产品交易变量的数学关系

第一,假定零售商与制造商之间的信息共享程度用 k 来表示, $k \in (0, \infty)$;需求预测量 Q, q 与信息共享程度之间的数学关系为 $Q = q(1 \pm \frac{1}{k})$,即制造商与零售商之间的信息共享程度越大,两者的需求预测量就越接近。因此,又可用 $|Q - q| = \frac{q}{k}$ 来表示因信息共享程度变动而造成制造商与零售商之间市场需求预测量的差值。

第二,假设 w 为零售商的产品成本与制造商的产品售价($w \leq p$)。

第三,假设零售商预测的高出市场实际需求量的部分为完全成本损失,不计其残值。

根据以上假设可得零售商的收益函数 R_s 为:

$$R_s = \begin{cases} (p - w)q_0 - w(q - q_0) & \beta \geq 1 \\ (p - w)q & 0 < \alpha < 1 \end{cases} \quad (2)$$

(二) 信息共享程度与制造商产品交易变量的数学关系

第一,假设制造商生产单位零售商订单产品的成本为 c ,结合上述假设可知 $c \leq w \leq p$ 是零售商与制造商交易成功的必备条件。

第二,制造商预测的高出市场实际需求量的部分亦视为完全成本损失,不计其残值。

根据以上假设可得制造商的收益函数 R_p 为:

$$R_p = \begin{cases} (w - c)q - (Q - q)c & \alpha \geq 1 \\ (w - c)q & 0 < \alpha < 1 \end{cases} \quad (3)$$

三、模型分析

(一) 制造商与零售商同时低估市场实际需求的情况

当制造商与零售商同时低估市场实际需求时(即 $0 < \alpha < 1, 0 < \beta < 1$),市场处于供小于求的状态,制造商所生产的全部商品以及零售商的订单都会全部销售,两者不会因彼此之间信息共享程度低而产生实际的收益损失。为简化分析过程,本文不考虑因低估市场实际需求而产生的机会损失。

(二) 制造商与零售商都不低估市场实际需求的情况

第一,当制造商与零售商都不低估市场实际需求,且因两者之间信息共享程度低而使制造商的市场需求预测值低于零售商的市场需求预测值(即 $0 < \alpha < 1$,且 $\beta \geq 1$)时,在不计机会损失的前提下,两者同样不会因信息共享程度低而产生实际的收益损失。

第二,当制造商与零售商都不低估市场实际需求,且因两者之间信息共享程度低而使制造商的市场需求预测值高于零售商的市场需求预测值(即 $\alpha \geq 1$,且 $\beta \geq 1$)时,制造商与零售商的收益函数如下:

$$R_p = (w - c)q - (Q - q)c = (w - c - \frac{c}{k})\beta q_0 \quad (4)$$

$$R_s = q_0(p - w\beta) \quad (5)$$

进一步,采用Stakelberg模型求最优解策略^[7],可得零售商的最优选择为:

$$\max R_s = q_0(p - w\beta) = (p - w\beta)(a - bp) \quad (6)$$

$$\frac{\partial R_s}{\partial p} = 0 \quad (7)$$

$$p = \frac{a}{2b} + \frac{w\beta}{2}$$

考虑到供应链的可持续发展以及上下游企业间长久的战略合作伙伴关系,在此假设零售商会将其预测的价格无保留地告知制造商,则制造商的最优选择为:

$$\max R_p = (w - c - \frac{c}{k})\beta q_0 \quad (8)$$

$$\max R_p = \beta(w - c - \frac{c}{k})(a - pb) \quad (9)$$

$$\frac{\partial R_p}{\partial w} = 0 \quad (10)$$

$$w = \frac{a}{2b\beta} + \frac{c}{2}(1 + \frac{1}{k})$$

把式(10)代入式(7)得到:

$$p = \frac{3a}{4b} + \frac{c\beta}{4}(1 + \frac{1}{k}) \quad (11)$$

$$q_0 = \frac{a}{4} - \frac{bc\beta}{4}(1 + \frac{1}{k}) \quad (12)$$

$$R_p = \frac{a^2}{8b} - \frac{ac\beta}{4}(1 + \frac{1}{k}) + \frac{bc^2}{8}\beta^2(1 + \frac{1}{k})^2 \quad (13)$$

$$R_s = \frac{a^2}{16b} - \frac{ac\beta}{8}(1 + \frac{1}{k}) + \frac{bc^2}{16}\beta^2(1 + \frac{1}{k})^2 \quad (14)$$

第一,在信息共享程度与价格风险关系的情况下,基于弹性系数原理,对式(11)两边分别取自然对数再求导,可得:

$$\frac{dp}{dk} \frac{k}{p} = \frac{(3a + bc\beta)k}{(3a + bc\beta)k + bc\beta} - 1 = S_{pk} \quad (15)$$

可见, $0 < |S_{pk}| < 1$, 即制造商与零售商之间信息共享程度每增加 1 个单位,零售商产品销售价格风险变动不足 1 个单位。如上文所述, $c \leq w \leq p$ 是零售商与制造商交易成功的必备条件,三者之间必定存在一种线性关系,即制造商与零售商之间信息共享程度每增加 1 个单位,制造商销售价格风险、原材料销售价格风险变动都不足 1 个单位。因此,此处价格风险呈减弱的方式向供应链上游企业传染。

同理,对式(10)两边分别取自然对数再求导,可得:

$$\frac{dw}{dk} \frac{k}{w} = \frac{(a + bc\beta)k}{(a + bc\beta)k + bc\beta} - 1 = S_{wk} \quad (16)$$

可见, $0 < |S_{wk}| < 1$, 即制造商与零售商之间信息共享程度每增加 1 个单位,制造商产品销售价格风险变动不足 1 个单位,根据制造商与零售商交易的必备条件 $w \leq p$ (与 p 必定是线性关系),可知零售商的销售价格风险变动亦不足一个单位,即此处

价格风险呈减弱的方式向供应链下游企业传染。

综合以上分析,两级供应链企业间的价格风险会随着信息共享程度的增大而减弱,且由信息共享所导致的价格风险会向供应链上下游企业同时传递,即价格风险在供应链关联企业间有双向传染的特征。

第二,在信息共享程度与收益风险关系的情况下,由式(13)、(14)可知,当 $\beta = 1$, 且信息共享程度 $k \rightarrow \infty$ 时,即零售商能够准确预测市场需求并与制造商完全共享信息,则零售商、制造商的收益分别为 $(\frac{a^2}{16b} - \frac{ac}{8} + \frac{bc^2}{16})$ 、 $(\frac{a^2}{8b} - \frac{ac}{4} + \frac{bc^2}{8})$, 此时收益值达到最大。如果再将制造商与零售商之间的信息共享程度考虑在内,假定零售商能够准确预测市场需求,则两者的收益函数如下:

$$R_s = \frac{a^2}{16b} - \frac{ac}{8}(1 + \frac{1}{k}) + \frac{bc^2}{16}(1 + \frac{1}{k})^2 \quad (17)$$

$$R_p = \frac{a^2}{8b} - \frac{ac}{4}(1 + \frac{1}{k}) + \frac{bc^2}{8}(1 + \frac{1}{k})^2 \quad (18)$$

$$\text{令 } A = \frac{bc^2}{16}, B = \frac{ac}{8}, C = \frac{a^2}{16b}; x = (1 + \frac{1}{k}), \text{ 有:}$$

$$R_s = Ax^2 - Bx + C \quad (19)$$

$$R_p = 2R_s \quad (20)$$

整理后得:

$$R_s = A(x - \frac{B}{2A})^2 - \frac{B^2}{4A} + C \quad (21)$$

可见,当 $x = \frac{B}{2A} = \frac{a}{bc} = (1 + \frac{1}{k})$, 即信息共享程度 $k = \frac{bc}{a - bc}$ 时,零售商与制造商有共同的最低收益 ($\min R_L = \min R_s = 0$); 当 $0 < k < \frac{bc}{a - bc}$, 制造商与零售商的收益呈递减趋势,收益风险则呈递增趋势; 当 $k > \frac{bc}{a - bc}$ 时,制造商与零售商的收益总是呈同比率递增趋势 ($R_p = 2R_s$), 收益风险则呈同比率递减趋势。

进一步,对制造商、零售商收益函数两边分别取自然对数再求导,可得:

$$\frac{dR_p}{dk} \frac{k}{R_p} = \frac{dR_s}{dk} \frac{k}{R_s} = \frac{2bc}{ak - bck(1 + \frac{1}{k})} = S_{R_pK} = S_{R_sK} \quad (22)$$

由式(12)可知, $a > bc$ 始终成立。当 $0 < k < \frac{3bc}{a - bc}$ 时,有 $S_{R_pK} = S_{R_sK} > 1$, 即制造商与零售商之间信息共享程度每增加 1 个单位,收益风险变动

大于 1 个单位,风险传染强度增大;当 $k = \frac{3bc}{a-bc}$ 时,则有 $S_{R_sK} = S_{R_pK} = 1$,意味着在此点使得制造商与零售商风险传染相当;当 $k > \frac{3bc}{a-bc}$ 时,有 $S_{R_pK} = S_{R_sK} < 1$,即制造商与零售商之间信息共享程度每增加 1 个单位,收益风险变动不足 1 个单位,风险传染强度减弱。

四、结语

本文以信息不完全共享的两级供应链为背景,利用零售商与制造商交易行为中的价格与收益作为风险的度量媒介,并结合弹性系数,研究了信息共享程度变动对风险在供应链节点间传染的影响。研究结果表明,在以销售价格作为风险的度量媒介时,两级供应链上下游企业间的信息共享程度变动会导致价格风险呈减弱方式在供应链上传染;在以收益作为度量风险的媒介时,不同的信息共享程度对应不同的收益,但制造商与零售商之间的收益变动率始终一致,且存在两个信息共享程度阈值:第一, $k = \frac{bc}{a-bc}$,使制造商与零售商收益同时达到最低;第二, $k = \frac{3bc}{a-bc}$,当信息共享程度小于这一阈值时,收益风险传染强度随着信息共享程度增大而增大,当信息

共享程度大于这一阈值时,收益风险传染强度随着信息共享程度增大而减弱。

供应链成员企业之间的信息共享是一个复杂的过程,本文仅以简单的两级供应链为例分析了信息共享程度对零售商与制造商之间风险传染效应的影响,后续可以在更为复杂的多级供应链情境下,也可以以成本、库存为度量媒介,深入分析信息共享与供应链风险传染之间的关系。

参考文献:

- [1] 董琳. 供应链上的信息共享[J]. 中山大学研究生学刊:社会科学版,2008,29(2):80-91.
- [2] 葛慧敏,陈龙. 基于按需物流机制的供应链信息共享模式研究[J]. 中国流通经济,2010(8):32-34.
- [3] 邓明然,夏喆. 企业风险传导及其载体研究:学术版[J]. 财会通讯,2006(1):20-22.
- [4] 张圣忠,庞春媛,李倩. 供应链违约风险传染的形成机理及影响因素研究[J]. 商业时代,2013(29):51-52.
- [5] 张圣忠,喻冬冬,李洋. 知识共享对供应链信用风险传染的影响研究[J]. 统计与信息论坛,2013,28(11):27-32.
- [6] 陈剑辉,徐丽群. 弹性系数在供应链风险传导研究中的应用[J]. 安徽农业科学,2007,35(1):313-314.
- [7] 梁冬寒,李刚,孙林岩. 基于确定性效应的推式和拉式价格促销研究[J]. 运筹与管理,2012,21(2):126-132.

Impact of information sharing on two echelon supply chain risk contagion

ZHANG Sheng-zhong, YANG Bo

(School of Economics and Management, Chang'an University, Xi'an 710064, Shaanxi, China)

Abstract: Based on the incomplete information sharing in a two echelon supply chain, this paper established models to show the relationship between the degree of information sharing and the sales price and revenue of manufacturers and retailers and employed elastic coefficient to quantize the impact of information sharing on supply chain risk contagion. The results show that the changes of the degree of information sharing between upstream and downstream enterprises will lead to price risk contagion in a weakening trend in the two echelon supply chain; there is a threshold of the degree of information sharing, and the intensity of revenue risk contagion will change in different trends when the degree of information sharing deviates from the threshold.

Key words: supply chain; risk management; information sharing; risk contagion; elastic coefficient