

# The Response Mode of Supply Chain under Horizontal Competition

Can Jin

Glorious Sun School of Business & Management, Donghua University, Shanghai  
Email: 348945829@qq.com

Received: May 28<sup>th</sup>, 2019; accepted: Jun. 13<sup>th</sup>, 2019; published: Jun. 20<sup>th</sup>, 2019

---

## Abstract

There are two types of response modes from which the supply chains can choose: responsive supply chain and efficient supply chain. This paper builds a model of single supply chain and of two supply chains under horizontal competition. Then the demand information accuracy is mathematically described and the interaction between information accuracy and production cost is quantified. On this basis, this paper studies the influence of cost effect and information effect on the mode selection of the supply chain. We show that when there is only one supply chain and ignoring the cost factor, responsive supply chain is the unique equilibrium. When there are two competing supply chains, the coupling effect between their demand information should be taken into consideration besides the cost effect and precision effect. The results suggest that because of the coupling of information, responsive supply chain isn't always the equilibrium strategy even if the production cost is not high or the information is more accurate. This is because the competition intensity will be intensified when competitors adopt the same supply chain mode, which will affect the overall profits of the supply chain on the contrary.

## Keywords

Responsive Supply Chain, Efficient Supply Chain, Horizontal Competition, Cost, Demand Information

---

# 水平竞争条件下的供应链模式研究

金 臻

东华大学旭日工商管理学院, 上海  
Email: 348945829@qq.com

收稿日期: 2019年5月28日; 录用日期: 2019年6月13日; 发布日期: 2019年6月20日

---

## 摘 要

目前的供应链模式主要有响应型供应链和效率型供应链等。本文分别构造了单一供应链以及水平竞争的

双供应链模型，对需求信息的准确性进行了数学描述，由此量化了信息准确度与生产成本的相互作用，研究了成本效应和信息效应对供应链决策模式时的影响。研究发现，当市场中仅有单一供应链并忽略成本要素时，响应型供应链是最优供应链模式；当市场中有两条供应链存在水平竞争时，除考虑成本效应和精度效应外，还需考虑双方所获需求信息间的耦合效应；由于信息耦合作用，哪怕不需要提高成本且信息精度更高，响应型供应链也并不总是供应链的最优模式选择，这是由于当双方都采用同种供应链类型时会加剧水平竞争的激烈程度，反而影响供应链整体收益。

## 关键词

响应型供应链，效率型供应链，水平竞争，成本，需求信息

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

21 世纪的企业必须应对各种行业竞争及市场变化，以满足顾客对高质量、低价格产品的需求。为此目的，企业需要对顾客独特并快速变化的需求做出响应，其中一项供应链管理措施即对企业所处的供应链进行模式的决策。目前的供应链模式主要有响应型供应链和效率型供应链等。企业在选择供应链模式时往往面临两个方面的决策，一是采用较长的生产准备期，从而降低生产成本，但是准备提前期越长，对市场需求的把握就越不准确，容易产生供需不匹配；另一方面若缩短生产准备期，则可以在需求明朗时再精准地响应市场，但是由于生产期短，往往会面临比较高的生产成本。因此企业在决策采取响应型或效率型供应链时，会面临降低生产成本与采集精准需求信息的权衡。

本文其余章节安排如下：第二章对本文研究内容进行相关文献综述；第三章对供应链问题展开描述；第四章假设市场中仅有单条供应链，对生产成本和需求信息精度进行权衡，分别考虑成本效应和信息效应对供应链模式决策的影响；第五章考虑市场中存在两条水平竞争供应链，分别得出生产商订货量、供应链批发价及各参与者期望收益，再对供应链整体收益展开分析，将信息效应分为精度效应和耦合效应，对比两种不同信息效应对供应链模式决策及整体收益的影响；第六章对本文进行总结。

## 2. 相关研究

本文的研究主要涉及供应链模式及需求信息共享与处理两个方面。Gunasekaran 等[1]基于对敏捷制造和供应链管理的策略行为、技术方法的梳理，对响应型供应链的定义及建立展开分析。Randall 等[2]分析了影响企业选择响应型或效率型供应链的多个因素，如行业增长率、边际贡献、产品种类和需求或技术不确定性等。Fu 等[3]研究了制造商在面对随机需求时的库存决策问题。制造商可以在响应型供应链下实现二次订货，通过对报童模型的改进及比较，得出制造商面临单期库存决策问题时的最优策略。杨文胜[4]等在建立供应链整体与局部节点企业计划协同机制的基础上，对供应链响应时间进行了优化建模研究，并提出相应算法。张英和王乐乐[5]对响应型供应链展开绩效评价的指标体系设计，分别从内外部因素对供应链进行评价。

由于本文引入了需求信息的数学描述，因此也涉及需求信息共享与处理方面的相关文献。例如，Zhang [6]研究了零售商在不同水平竞争类型下，对需求信息采取不同的垂直共享策略，其结果表明，在自利歧

视下零售商更倾向于不采取信息共享,然而当需求信息精度较低时,可以通过信息共享策略使供应链整体受益。Wu 和 Zhang [7]研究了竞争企业采购决策的博弈,通过采购成本和需求信息精确度间的权衡,发现企业为减弱竞争,选择降低其与竞争者所获需求信息间的相关性,从而仍旧采取需求信息精度较低的效率型采购。Ha、Tong 和 Zhang [8]从需求信息精度、生产规模经济程度、竞争强度等要素出发,探讨在不同竞争类型下,各要素对供应链信息共享决策产生的影响。宋华明、杨慧等[9]则从对需求信息的预测及更新等角度考虑,研究了易逝品供应链间的合作策略问题,论证了供应链间合作的必要性。此外,部分学者还考虑了将信息共享与处理技术应用于供应链物流管理、库存管理等方面。如 Anand 和 Goyal [10]提出在水平竞争下,物流和信息流通过需求(或订单)信息泄露至竞争方,导致原企业不愿意获取市场信息,因而提出供应链为使利润最大化,应加强信息流与物流间的权衡与管理。

本文与已有文献的不同之处主要体现在两方面。首先,现有研究主要是从响应型供应链下可以得到更准确的需求信息,从而获得更有竞争力的补货速度、配给率等角度入手,而本文从生产成本和需求信息两个要素的博弈来讨论供应链模式的决策,对信息精度如何影响企业决策进行了清晰地分析;其次,现有研究主要都是从单一企业(供应链)是否采用响应型供应链模式的角度展开研究,而本文研究了市场处于竞争条件下时,除了考虑需求信息精度要素外,还将竞争者之间需求信息的耦合度纳入供应链模式的决策范围,从而得到了有价值的结论。

### 3. 问题描述

设在市场需求不确定环境下,分别由一个上游供应商和一个下游生产商组成的两条供应链,相互独立并存在水平竞争关系,各参与者风险中性。为了更好地进行生产决策,供应链需要提前了解市场需求,故假设其在销售季来临前会向市场进行需求信息采集。

本文考虑两种采集及响应信息的供应链模式,一种是在离销售季更早的时间点采集信息,获取的信息精度较差,但有比较从容的时间进行生产准备,因此生产成本  $c_e$  较低,本文称该类型为“效率型供应链”,用  $X_i = e$  表示;另一种则在临近销售旺季时再采集信息,获得的需求信息更为精确,且必须以高成本  $c_q$  组织生产(即  $c_e < c_q$ ),以即时提供给市场,本文称之为“响应型供应链”,用  $X_i = q$  表示。两种方案的不同选择,将导致两条供应链之间基于生产成本和需求信息展开水平竞争。

本文设同一条供应链中的供应商和生产商之间需求信息共享。潜在的市场容量为  $a + \theta$ ,其中  $a$  为市场需求的确定部分, $\theta$  为随机变量,表示市场不确定性因素导致的随机波动,均值为 0,方差为  $\eta$ 。

不失一般性,假设生产商边际成本为零,供应商的生产成本为

$$bq_i + \frac{c_{X_i}}{2} q_i^2$$

其中,线性项  $bq_i$  表示边际成本;二次项  $\frac{c_{X_i}}{2} q_i^2$  反映了供应链对市场需求的响应速度, $c_{X_i}$  越大,对市场需求的响应速度越快。由于边际成本只作用于与市场确定性需求  $a$  有关的确切收益,而不影响因市场需求波动造成的不确定收益[6],为简便起见,本文假定  $b = 0$ 。

#### 3.1. 博弈时序

主要事件和决策顺序如图 1 所示:

- 1) 两条供应链首先选择各自模式  $(X_i, X_j)$ , 同时确定其相应的生产成本。
- 2) 销售季来临前,双方根据各自的供应链模式,通过观测得到需求信息  $Y_{X_i}, Y_{X_j}$ , 并在己方供应链成员间共享。

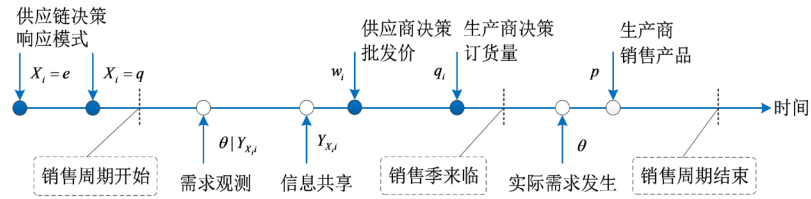


Figure 1. Game sequence diagram  
图 1. 博弈时序图

- 3) 各供应商制定配件的批发价  $w_i, w_j$ ，并向己方生产商发布。
- 4) 各生产商决策订货量  $q_i, q_j$ ，供应商按照生产商的订货量满足相应配件需求。
- 5) 销售季来临，实际需求发生，各生产商按市场统一价格  $p$  出售所有产品；销售周期结束，各供应商获得收益  $\Pi_{S_i}, \Pi_{S_j}$ ，各生产商获得收益  $\Pi_{M_i}, \Pi_{M_j}$ ，供应链的系统收益为  $\Pi_i = \Pi_{M_i} + \Pi_{S_i}$  和  $\Pi_j = \Pi_{M_j} + \Pi_{S_j}$ 。

一方面，同一供应链中的供应商和生产商通过垂直信息共享进行交易，两条供应链间存在水平竞争的关系，各参与者以自身利润最大化进行决策。另一方面，根据以上分析所得的三阶段博弈，可采用逆向归纳法进行博弈均衡求解。

### 3.2. 需求信息结构

设双方各自通过观测获得关于市场随机变化量  $\theta$  的一个观测信号  $Y_{X_i}, Y_{X_j}$ 。假设  $Y_{X_i}$  是  $\theta$  的无偏估计量，即  $E[Y_{X_i} | \theta] = \theta$ ， $Y_{X_j}$  同理。延用文献 Wu [7] 做相似的假定，可得  $\theta$  条件下  $Y_{X_i}$  的期望条件方差为  $E[Var[Y_{X_i} | \theta]] = m_{X_i}$ ，用  $1/m_{X_i}$  表示  $Y_{X_i}$  的信息精度， $m_{X_i}$  越大，则该观测信号波动越大，精度越低，显然有  $m_e > m_q$ 。

得到如下信息结构：

$$E[\theta | Y_{X_i}] = \frac{\eta}{\eta + m_{X_i}} Y_{X_i} \tag{1}$$

进一步地，延用文献 Wu [7] 考虑各供应链获取的需求信息  $Y_{X_i}, Y_{X_j}$  之间具有一定耦合性，当两条供应链采取同一种模式时，信息间耦合程度为系数  $\rho$ ，有

$$E[Y_{X_j} | Y_{X_i}] = \frac{\eta + \rho m_{X_i}}{\eta + m_{X_i}} Y_{X_i}, \quad i, j = 1, 2; i \neq j \tag{2}$$

同理，当两条供应链采取不同模式时，信息间耦合程度为系数  $\rho_{12}$ ，有

$$E[Y_{X_j} | Y_{X_i}] = \frac{\eta + \rho_{12} \sqrt{m_{X_i} m_{X_j}}}{\eta + m_{X_i}} Y_{X_i}, \quad i, j = 1, 2; i \neq j \tag{3}$$

### 4. 单条供应链的模式决策

在研究两条供应链的竞争决策前，本节先以单条供应链为基准模型，进行成本与信息间的均衡分析。假设市场上只有一条供应链，此时不存在供应链间的水平竞争，各参与者只需要在生产成本和需求信息间展开权衡，得出使供应链整体收益最大化的均衡决策。

单条供应链中，生产商的均衡订货量决策为

$$q^*(w) = \frac{a + E[\theta | Y_X] - w}{2} \tag{4}$$

供应商的期望收益为  $\Pi_S = wE[q|Y_X] - c_X E[q^2|Y_X]/2$ 。为使收益最大化，供应商在决策批发价时，需满足一阶条件，可得此时的均衡批发价决策为

$$w^* = \frac{2+c_X}{4+c_X}(a+E[\theta|Y_X]) \tag{5}$$

将(5)代回到(4)中，可得生产商的均衡订货量决策为

$$q^*(Y_X) = \frac{a}{4+c_X} + \frac{\eta}{(4+c_X)(\eta+m_X)} Y_X$$

在单条供应链中各参与者做出均衡决策时，供应商、生产商及供应链整体的期望收益为

$$\Pi_M = \bar{\Pi}_M + \frac{\eta^2}{(4+c_X)^2(\eta+m_X)}, \quad \Pi_S = \bar{\Pi}_S + \frac{\eta^2}{2(4+c_X)(\eta+m_X)}, \quad \Pi = \bar{\Pi} + \frac{(6+c_X)\eta^2}{2(4+c_X)^2(\eta+m_X)},$$

其中， $\bar{\Pi}_M = \frac{a^2}{(4+c_X)^2}$ ， $\bar{\Pi}_S = \frac{a^2}{2(4+c_X)}$ ， $\bar{\Pi} = \frac{(6+c_X)a^2}{2(4+c_X)^2}$ 。

可以看出，不存在水平竞争时，供应链中各参与者及供应链整体的期望收益由自身所获需求信息及供应商生产成本共同决定。定义  $T(X)$  为供应链在两种不同模式下采集的需求信息精度和对应生产成本对供应链期望收益的综合效用函数。通过对效用函数值的比较，得出在生产成本和信息精度的共同作用满足一定条件下，选取相应的使期望收益最大化的供应链类型，如定理 1 所示。

**定理 1** 令  $T(X) = \frac{6+c_X}{(4+c_X)^2} \cdot \left( \frac{\eta^2}{\eta+m_X} + a^2 \right)$ ，其中  $X \in \{e, q\}$ ；当生产成本  $c_e < c_q$  时：

- a) 当  $T(q) > T(e)$  时， $\Pi^q > \Pi^e$ ，此时  $X = q$  即响应型供应链为最优供应链模式；
- b) 当  $T(q) < T(e)$  时， $\Pi^q < \Pi^e$ ，此时  $X = e$  即效率型供应链为最优供应链模式。

对综合效用函数  $T(X)$  进一步分析，可得推论 1。

**推论 1** 供应链模式  $X$  下，单条供应链的需求信息精度和生产成本对其期望收益的综合效用函数  $T(X)$  的影响具备如下特征：

- a)  $\partial T(X)/\partial m_X < 0$  恒成立，即当信息精度增加 ( $m_X$  减小) 时， $T(X)$  取值增大，对期望收益起到正向作用；
- b)  $\partial T(X)/\partial c_X < 0$  恒成立，即当生产成本  $c_X$  增大时， $T(X)$  取值减小，对期望收益起负向作用。

本文将推论 1(a) 中信息精度增加对期望收益起到的正向作用称为单条供应链中的“信息效应”，即此时信息精度越高，供应链收益越大；将推论 1(b) 中生产成本增加对期望收益起到的抑制作用成为“成本效应”。显然，若要采取响应型供应链模式，需保证“信息效应”对期望收益产生的正向作用大于“成本效应”产生的抑制作用。

本文进一步假设生产成本  $c_e = c_q$ ，此时不存在“成本效应”，单条供应链在进行决策时只需考虑需求信息对期望收益带来的影响，可得推论 2。

**推论 2** 当不存在供应链间水平竞争，且生产成本满足  $c_e = c_q = c$  时，单条供应链的最优模式为  $X = q$ ，即采取响应型供应链模式。

推论 2 表明不存在水平竞争且不需要考虑生产成本时，供应链总是倾向于采取响应型供应链模式。下一节本文将放松关于不存在竞争的假设，对水平竞争条件下的供应链模式进行分析。

## 5. 两条供应链的水平竞争模型

考虑各生产商在获得需求信息后制定配件订货量。参考文献 Ha [8]，由于两条供应链系统完全对称，

假设其中任一生产商  $M_i$  的需求反函数为

$$p = a + \theta - q_i - q_j, \quad i \neq j$$

其中,  $p$  表示单位产品的市场销售价格,  $q_i, q_j$  分别表示两个生产商的订货量。根据供应商  $S_i$  提供的批发价  $w_i$  和观测到的需求信息  $Y_{X_i}$ , 生产商  $M_i$  的期望收益为

$$\Pi_{M_i} = (a + E[\theta | Y_{X_i}] - q_i - E[q_j | Y_{X_i}] - w_i) q_i$$

由其一阶求导为零可得唯一纳什均衡, 生产商  $M_i$  的均衡订货量决策为

$$q_i^*(q_j, w_i) = \frac{a + E[\theta | Y_{X_i}] - E[q_j | Y_{X_i}] - w_i}{2} \quad (6)$$

供应商在决策批发价时, 与生产商间展开贝叶斯动态博弈。供应商  $S_i$  的期望收益为

$$\Pi_{S_i} = w_i q_i(q_j, w_i) - \frac{c_{X_i}}{2} (q_i(q_j, w_i))^2$$

为使收益最大化, 供应商  $S_i$  的均衡批发价决策为

$$w_i^*(q_j) = \frac{2 + c_{X_i}}{4 + c_{X_i}} (a + E[\theta | Y_{X_i}] - E[q_j | Y_{X_i}]), \quad i \neq j \quad (7)$$

将(7)代回到(6)中, 可得生产商  $M_i$  的均衡订货量决策只与采集信息时间点和生产成本有关, 即

$$q_i^*(q_j, w_i^*(q_j)) = \frac{1}{4 + c_{X_i}} (a + E[\theta | Y_{X_i}] - E[q_j | Y_{X_i}]), \quad i \neq j \quad (8)$$

此时, 在供应链各参与者做出均衡策略时, 生产商  $M_i$  的期望收益为

$$\Pi_{M_i}^* = (q_i^*)^2 \quad (9)$$

供应商  $S_i$  的期望收益为

$$\Pi_{S_i}^* = \frac{4 + c_{X_i}}{2} (q_i^*)^2 \quad (10)$$

因此, 供应链成员的收益受生产商订货量的影响, 这与供应链的模式有关, 下一小节将针对供应链在不同模式下分析生产商的订货量决策。

### 5.1. 生产商订货量决策

对于两条竞争供应链而言, 供应链模式将分为三种情况, 即双方都选择效率型供应链 ( $X_i = X_j = e$ ), 双方都选择响应型供应链 ( $X_i = X_j = q$ ), 以及双方选择不同的供应链模式 ( $X_i \neq X_j$ )。

定理 2 描述了在供应链不同的模式下, 生产商的订货量决策, 将受到双方生产成本和需求信息的影响。

**定理 2** 在供应链采取不同的模式下, 生产商的均衡订货量决策可表示为

$$q_i^*(Y_{X_i}) = \bar{q}_i + C_i^{X_i, X_j} Y_{X_i}$$

其中,  $\bar{q}_i = \frac{h_{X_j} - 1}{h_{X_i} h_{X_j} - 1} a$ ,  $h_{X_i} = 4 + c_{X_i}$ ,  $(X_i, X_j) \in \{(e, e), (q, q), (e, q), (q, e)\}$ , 分别表示两条供应链都为效率型供应链、都为响应型供应链、两条供应链采取不同模式四种情况, 则

$$C_i^{e,e} = \frac{\eta}{h_e(\eta+m_e)+\eta+\rho m_e}, \quad C_i^{q,q} = \frac{\eta}{h_q(\eta+m_q)+\eta+\rho m_q}$$

$$C_i^{e,q} = \frac{\eta[h_q(\eta+m_q)-(\eta+\rho_{12}\sqrt{m_e m_q})]}{h_e h_q(\eta+m_e)(\eta+m_q)-(\eta+\rho_{12}\sqrt{m_e m_q})^2}, \quad C_i^{q,e} = \frac{\eta[h_e(\eta+m_e)-(\eta+\rho_{12}\sqrt{m_e m_q})]}{h_e h_q(\eta+m_e)(\eta+m_q)-(\eta+\rho_{12}\sqrt{m_e m_q})^2}$$

生产商订货量中第一部分  $\bar{q}_i$  为确定值，它表明若不存在需求不确定性，则订货量只受各供应商的生产成本  $c_{X_i}, c_{X_j}$  及市场容量  $a$  影响。第二部分是由不确定性信息因素引发的额外订货量，系数  $C_i^{X_i, X_j}$  表示订货量与需求信息间的相关程度，由各自的生产成本  $c_{X_i}, c_{X_j}$ 、需求信息精度及耦合程度共同作用。

### 5.2. 供应商批发价决策

已知生产商均衡订货量决策，根据逆向归纳法，可以进一步得出竞争供应链在不同模式组合下，供应商的批发价决策，如定理 3 所示。

**定理 3** 在供应链采取不同的模式下，供应商的均衡批发价决策可表示为

$$w_i^*(Y_{X_i t}) = (h_{X_i} - 2) \left( \frac{h_{X_j} - 1}{h_{X_i} h_{X_j} - 1} a + C_i^{X_i, X_j} Y_{X_i t} \right)$$

其中， $h_{X_i} = 4 + c_{X_i}$ ， $(X_i, X_j) \in \{(e, e), (q, q), (e, q), (q, e)\}$ ，系数  $C_i^{X_i, X_j}$  与定理 2 中相同。

由定理 3 可以发现，在竞争双方采取不同的供应链模式时，供应商批发价决策也各不相同。供应商批发价为两部分乘积，第一部分是只与自身生产成本有关的系数  $h_{X_i} - 2$ ；第二部分与定理 2 对比，可知该部分即生产商的均衡订货量决策。

### 5.3. 供应链期望收益

依据销售周期内两条供应链中各参与者的均衡策略，可得各参与者在销售开始前的期望收益。引理 1 描述了两条供应链在各自选择的模式  $(X_i, X_j)$  下，供应链各成员及整体的期望收益。

**引理 1** 在供应链采取不同的模式下，各参与者及整体的期望收益为

$$\Pi_{M_i}^{X_i, X_j} = \bar{\Pi}_{M_i} + (\eta + m_{X_i}) (C_i^{X_i, X_j})^2, \quad \Pi_{S_i}^{X_i, X_j} = \bar{\Pi}_{S_i} + \frac{h_{X_i}(\eta + m_{X_i})(C_i^{X_i, X_j})^2}{2}$$

$$\Pi_i^{X_i, X_j} = \bar{\Pi}_i + \frac{(2 + h_{X_i})(\eta + m_{X_i})(C_i^{X_i, X_j})^2}{2}$$

其中， $\bar{\Pi}_{M_i} = (\bar{q}_i)^2 = \left[ \frac{a(h_{X_j} - 1)}{h_{X_i} h_{X_j} - 1} \right]^2$ ， $\bar{\Pi}_{S_i} = \frac{h_{X_i}(\bar{q}_i)^2}{2} = \frac{h_{X_i}}{2} \left[ \frac{a(h_{X_j} - 1)}{h_{X_i} h_{X_j} - 1} \right]^2$ ， $\bar{\Pi}_i = \bar{\Pi}_{M_i} + \bar{\Pi}_{S_i}$ 。

由引理 1 可以看出，在不同的供应链模式组合下，各参与者及供应链整体期望收益均由两部分组成。第一部分  $\bar{\Pi}_{M_i}, \bar{\Pi}_{S_i}, \bar{\Pi}_i$  为确定值，它表明若不存在市场需求不确定性，则期望收益只与各供应商的生产成本及市场容量  $a$  有关。第二部分为受市场需求不确定性影响的信息项，均与供应链自身所获信息精度  $m_{X_i}$  及系数  $C_i^{X_i, X_j}$  的二次项相关。因此，也可以将供应链的期望收益重新写成如下形式：

$$\Pi_{M_i}^{X_i, X_j} = \Pi_{M_i}^{X_i} (C_i^{X_i, X_j}), \quad \Pi_{S_i}^{X_i, X_j} = \Pi_{S_i}^{X_i} (C_i^{X_i, X_j}), \quad \Pi_i^{X_i, X_j} = \Pi_i^{X_i} (C_i^{X_i, X_j})$$

下节将通过供应链双方在不同的响应类型下的收益对比，从而得到供应链是否采用响应型或效率型的决策结果。

#### 5.4. 供应链的最优模式决策

由于供应链间存在水平竞争关系，竞争供应链在不同时间点采集不同需求信息，信息间的耦合程度也会不同，从而影响供应链的竞争决策，本文称之为“耦合效应”。因此，当市场中存在水平竞争时，单条供应链中的“信息效应”在此时可分解为“精度效应”以及两种信息精度之间的“耦合效应”，两种效应的综合作用将影响竞争条件下的供应链模式选择。

为了着重分析信息要素对供应链模式选择时所产生的两种效应的综合影响，本节在讨论时将排除“成本效应”的干扰，即假设  $c_e = c_q = c$ 。直观认为，当生产成本对供应链的决策不产生影响时，双方供应链应都倾向于成为离销售季更近，从而获得更精确需求信息的响应型供应链。

定义  $V_i^{X_j}$  为当对方供应链  $j$  采取  $X_j = e, q$  决策时，供应链  $i$  通过成为响应型供应链而带来的期望收益增值(相对于效率型供应链模式)，即

$$V_i^{X_j} = \Pi_i^{q, X_j} - \Pi_i^{e, X_j} = \Pi_i^q(C_i^{q, X_j}) - \Pi_i^e(C_i^{e, X_j})$$

为了探究信息间的“耦合效应”对期望收益产生的影响，进一步将  $V_i^{X_j}$  表示为两部分的叠加，可得

$$V_i^{X_j} = \left[ \Pi_i^q(C_i^{e, X_j}) - \Pi_i^e(C_i^{e, X_j}) \right] + \left[ \Pi_i^q(C_i^{q, X_j}) - \Pi_i^q(C_i^{e, X_j}) \right] \quad (11)$$

式(11)的第一项表示当供应链  $i$  从效率型变为响应型时，仅考虑自身供应链所获信息精度的改变，而不考虑因对手的反应而产生的需求信息耦合情况的不同。因此第一项只反应了部分“精度效应”；第二项则同时反应了信息精度及耦合程度联合作用而导致的供应链整体收益的改变，是另一部分“精度效应”和“耦合效应”的综合体现，该项针对相关系数  $C_i^{X_i, X_j}$  单独进行了讨论。

当第一项取值为负时，将抑制  $V_i^{X_j}$  取值的增加，第二项同理。当第一项取值为正时，促进了  $V_i^{X_j}$  值增加，即供应链  $i$  成为响应型后，只考虑部分“精度效应”，不考虑竞争情况下信息耦合度的改变也能促进其增加收益。若第二项取值为正，表明在考虑信息耦合度改变的情况下，这种变化将促进供应链  $i$  通过响应型供应链模式增加收益。在对两种效应分别进行讨论后，归纳可得引理 2。

**引理 2** 期望收益增值  $V_i^{X_j}$  为两种效应综合作用的两部分叠加，有以下特征：

a) 第一项始终为负，对  $V_i^{X_j}$  增值起负向作用，即仅考虑部分信息精度而忽略信息耦合度作用，将对供应链  $i$  造成损失，阻碍其通过响应型供应链模式增加收益；

b) 当  $X_j = q$  时，若相关系数间满足  $\rho_{12} < \sqrt{m_q/m_e} \rho$ ，存在临界值  $\delta^* (0 < \delta^* < 1)$ ，当  $m_q < \delta^* m_e$  时，第二项为正，当  $m_q > \delta^* m_e$  时，第二项为负，当  $m_q = \delta^* m_e$  时，第二项的综合作用为 0；当  $X_j = e$  时，第二项始终为正。

对引理 2 进一步分析发现，当第一项在两部分作用中占主导地位时，其产生的负向作用会在一定条件下抑制第二项综合作用带来的正向作用，导致供应链  $i$  在采取响应型供应链模式时的期望收益减少，即  $V_i^{X_j} < 0$ ；反之则能保证  $V_i^{X_j} > 0$  成立，由此可得定理 4。

**定理 4** 当生产成本满足  $c_e = c_q = c$  时，有以下定理：

a) 当需求信息的相关系数间满足  $\rho_{12} < \sqrt{m_q/m_e} \rho$  时，存在临界值  $\xi^* (0 < \xi^* < 1)$ ，当  $m_q < \xi^* m_e$  时， $V_i^q > 0$ ，此时  $(X_i, X_j) = (q, q)$  为最优供应链模式；当  $m_q > \xi^* m_e$  时， $V_i^q < 0$ ，此时  $(X_i, X_j) = (e, q)$  为最优供应链模式；当  $m_q = \xi^* m_e$  时， $(X_i, X_j) = (q, q)$  和  $(X_i, X_j) = (e, q)$  都为均衡供应链模式。



b)  $V_i^e > 0$  恒成立, 此时  $(X_i, X_j) = (q, e)$  为最优供应链模式。

由前文的定理 1 可知, 单条供应链在排除成本效应时, 由于信息效应的单独作用, 供应链只会选择采取响应型供应链模式。但是当引入水平竞争时, 由定理 4 可知, 这个结论不再完全成立, 即在某些条件下, 哪怕排除了成本效应, 竞争供应链并不一定都选择响应型作为最优模式。

结论 4(a)与前文中的直观判断不符, 这是由于两条供应链处于水平竞争条件下, 且不存在生产成本竞争, 同时成为响应型供应链会使需求信息间的耦合度由  $\rho_2$  增加至  $\rho$ , 从而加剧了“精度效应”与“耦合效应”之间的权衡与博弈。当两条供应链间的信息竞争强度足够大时, 损害了双方的期望收益, 因此其中一方更倾向于选择不同的时间点采集信息, 降低需求信息间的耦合度, 从而降低供应链间的竞争强度, 以获取自身利益最大化。

此外, 结论 4(b)表明, 若竞争供应链中有一方采取了效率型模式, 且此时供应链间的生产成本无差异, 则两者间只存在由需求不确定性造成的信息竞争, 可以得出另一方为扩大竞争优势, 获取更精确的需求信息, 更倾向于成为响应型供应链。

## 6. 结论

本文针对面向市场需求所采用的供应链模式, 在市场垄断和水平竞争两种供应链结构下, 从生产成本和需求信息的博弈的角度出发, 考察了生产成本、信息精度以及信息耦合度对供应链模式决策的影响。研究发现, 当由单条供应链垄断市场时, 其需要在生产成本和需求信息精度间展开权衡, 只有当精度效应对供应链收益产生的正向作用比成本效应的负向作用更显著时, 供应链会选择响应型供应链模式; 若进一步只考虑信息要素而忽略成本问题, 则供应链必倾向于选择信息精度更高的响应型模式。

当市场中有两条供应链存在水平竞争时, 供应链在进行模式决策时除成本效应和精度效应外, 还需考虑双方所获需求信息间的耦合效应, 当双方信息耦合度和不同供应链模式下的信息精度分别满足一定条件时, 双方供应链做出相对应的最优供应链模式决策。值得关注的是, 当响应型供应链和效率型供应链下的生产成本相同时, 信息精度更高的响应型供应链并不总是供应链的最优选择, 这是由于当双方都采取同一供应链模式时会加剧水平竞争的激烈程度, 反而影响供应链整体收益。

本文重点分析了两条供应链在水平竞争条件下的最优模式决策博弈过程, 且在权衡信息精度和信息间耦合度时排除了生产成本要素的干扰, 因此尚有许多后续研究待开展, 如本文假设的水平竞争仅存在于两条供应链间, 而在实际情况下, 各行业竞争激烈, 市场中往往不止两条供应链。因此可进一步拓展研究多条供应链的水平竞争博弈问题。

## 参考文献

- [1] Gunasekaran, A., Lai, K.H. and Cheng, T.C.E. (2008) Responsive Supply Chain: A Competitive Strategy in a Networked Economy. *Omega*, **36**, 549-564. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2006.12.002>
- [2] Randall, T.R., Morgan, R.M. and Morton, A.R. (2003) Efficient versus Responsive Supply Chain Choice: An Empirical Examination of Influential Factors. *Journal of Product Innovation Management*, **20**, 430-443. <https://doi.org/10.1111/1540-5885.00041>
- [3] Fu, K., Xu, J. and Miao, Z. (2013) Newsvendor with Multiple Options of Expediting. *European Journal of Operational Research*, **226**, 94-99. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.10.039>
- [4] 杨文胜, 马士华, 李莉. 基于供应链响应时间的协同计划模型[J]. 预测, 2004, 23(5): 52-56.
- [5] 张英, 王乐乐. 基于平衡计分卡的响应型供应链绩效评价指标体系设计[J]. 物流技术, 2013, 32(17): 374-376.
- [6] Zhang, H. (2002) Vertical Information Exchange in a Supply Chain with Duopoly Retailers. *Production and Operations Management*, **11**, 531-546. <https://doi.org/10.1111/j.1937-5956.2002.tb00476.x>
- [7] Wu, X. and Zhang, F. (2014) Home or Overseas? An Analysis of Sourcing Strategies under Competition. *Management*

- 
- Science*, **60**, 1223-1240. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2013.1823>
- [8] Ha, A.Y., Tong, S. and Zhang, H. (2011) Sharing Demand Information in Competing Supply Chains with Production Diseconomies. *Management Science*, **57**, 566-581. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1100.1295>
- [9] 宋华明, 杨慧, 罗建强. 基于 Bayes 需求预测更新的供应链合作策略研究[J]. 管理工程学报, 2011, 25(2): 220-227.
- [10] Anand, K.S. and Goyal, M. (2009) Strategic Information Management under Leakage in a Supply Chain. *Management Science*, **55**, 438-452. <https://doi.org/10.1287/mnsc.1080.0930>

#### 知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>  
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2167-664X, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>  
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: [mse@hanspub.org](mailto:mse@hanspub.org)