

文章编号: 1005-0523(2010)03-0072-06

# 信息共享对树形供应链中的实体影响研究

李卓群

(华东交通大学 信息工程学院, 江西 南昌 330013)

**摘要:**综合考虑影响供应链性能的参数,建立了基于 WEB 模式的供应链模拟平台。利用此平台,研究较复杂的三阶树形供应链结构下,信息共享对供应链中实体的影响。分别在不共享与共享库存信息下进行实验,实验数据表明,共享库存信息对上游实体影响比对下游实体的影响更大,共享库存信息可使上游实体获得更大的利益。

**关键词:**树形供应链;信息共享;实体影响

**中图分类号:**TP391.9,F270.5

**文献标识码:**A

有效的供应链管理需要供应链中各个成员(包括供应商、制造商、零售商及中间环节)的相互合作。信息共享是供应链成员合作的重要方法。通过信息共享可以降低订单的处理周期和成本,提高需求预测准确性,加快市场响应速度等。

有关信息共享对供应链的价值国外的研究较早。文[1]研究了在按库存生产和按订单生产两种情况下需求预测信息共享的价值,研究了在不同情况下,预测的准确性对信息共享价值的影响。文[2]量化证明了在二级供应链中需求信息共享的价值,而且结果显示信息共享使得库存降低,成本减少。文[3]研究了在一个供应商和多个同等零售商之间共享需求和库存信息的价值,并发现信息共享可以大量节省前置时间和减少批次生产量。近年来,国内很多学者也进行了这方面的研究。文[4]通过建立一种简单的牛鞭效应的数量模型,对供应链管理中的信息共享对于牛鞭效应的影响进行数量分析。文[5]研究了简单供应链下信息共享不仅可以提高整条供应链的利润水平,而且也可以分别提高制造商和零售商的利润水平。文[6]从信息协调的角度提出供应链信息协调框架,并分析其中的信息协调层次和信息协调要素。

从研究内容上看,前人的研究一般从供应链整体出发,研究信息共享是否可以降低整个供应链的成本。然而由于企业的短视行为,企业之间缺乏信任,以及信息共享中前期投入和后期利润分配上的分歧使信息共享的实现遭遇到了重重障碍。本文从供应链中的各个实体角度出发,研究信息共享对供应链中的成员的影响,从而为企业在决策是否信息共享以及共享后利润分配时提供理论支持。

从研究方法上看,由于研究工具的限制,前人的研究都对供应链模型进行了简化,研究模型大多数只考虑一个制造商、一个批发商、一个零售商的供应链。尽管简化的模型有助于将重点集中到重点内容的研究上,但是,简化模型得出的结论是否适用于复杂模型,这是一个值得进一步研究的领域,也是很多学者提出的新的研究方向<sup>[7,8]</sup>。而用传统的建模方法建立复杂的供应链模型有一定难度,本文另辟蹊径,在参考大量供应链建模文献的基础上,考虑影响供应链性能的各项参数,建立基于 WEB 的供应链模拟平台,模拟在实际运作中常见的三阶树形供应链,研究树形供应链下信息共享对供应链中各实体的影响。

## 1 供应链模拟平台

该平台的基本设计思想来源于著名的“啤酒游戏”。国外很多学者设计了各种计算机版本的“啤酒游戏”,也有很多学者应用这些计算机版本的“啤酒游戏”对供应链中的牛鞭效应开展研究<sup>[10,11]</sup>,国内从这个方向进行研究的较少。笔者吸取各种版本“啤酒游戏”的优点,结合供应链研究的发展方向,设计供应链模

收稿日期:2010-01-15

基金资助:江西省教育厅青年科学基金(GJJ10146)

作者简介:李卓群(1976—),女,讲师,硕士,研究方向为电子商务与物流应用、供应链管理。

拟平台。该平台采用B/S结构,不同于前人只能模拟线形供应链的设计,平台允许通过参数设置模拟多种结构的供应链。除此之外,平台还允许对影响供应链的各种输入参数进行灵活的设置,为进行更广泛的研究提供支持。

### 1.1 平台参数设置

供应链的性能以及供应链上各实体的利益受到各种供应链因素的影响。如市场需求量、缺货成本、订货时间延迟等。根据文献[12,13],为平台设计输入参数,如图1所示。这些参数都有多种选择,研究者可以根据需要,为实验设置合适的输入参数。

(1) 市场需求量:有两种市场需求量的产生方法,分别是独立需求模式和相关需求模式。

(2) 提前期:提前期是指供应链实体从订货到收到货的时间间隔。提前期是产生供应链牛鞭效应的重要因素,在平台中可以手动输入实验的提前期,提前期的取值范围为0~8。

(3) 成本结构:平台考虑供应链的成本,把供应链上各实体的成本分为3种,分别是库存持有成本、缺货成本和订货成本。在实验开始前,需要设置这3种成本。

(4) 供应链结构:此项参数决定每个供应链上的人数。每个供应链上有1个制造商、 $m$ 个分销商、每个分销商下有 $n$ 个零售商组成,即一个树形结构。每个供应链上有 $m \times n + m + 1$ 个人组成, $m$ 和 $n$ 由研究者自行设置。通过调整 $m$ 和 $n$ 的值可以模拟出不同结构的供应链。

(5) 信息共享策略:可以共享的信息包括库存信息、订单信息和市场需求信息。研究者可以设置很灵活的信息共享策略,决定每种可共享的信息是否共享和向哪些实体共享。

(6) 分配机制:分配机制指当供应链中的实体如制造商或分销商库存不能满足订货时,如何分配订货量的方法。根据文献[14],设计了5种分配机制,分别为随机分配机制、均匀分配机制、按比例分配机制、线性分配机制、历史分配机制。

(7) 初始订单和库存:为保证实验正常进行,必须设置一定量的历史订单;另外,也必须为供应链中的各个实体设置初始的库存量。

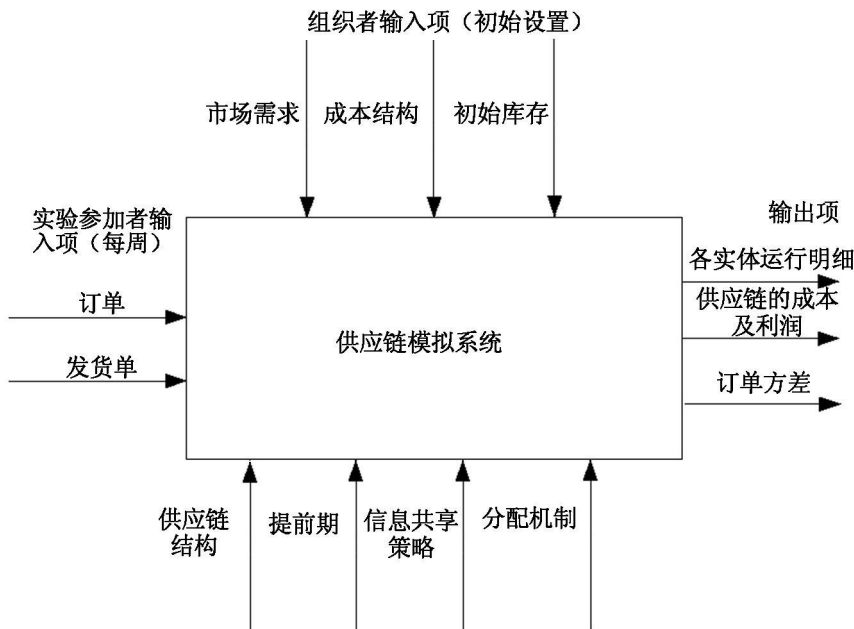


图1 供应链模拟平台的输入与输出

### 1.2 平台的运行

不同于其他研究,参考国外文献,考虑供应链上的人为因素,该平台上供应链各个角色的实际操作决策是由人来进行的。基于WEB结构的供应链模拟平台,由实验组织者设置各项输入参数,为实验者分配

所属供应链及供应链中的角色。实验开始后,每个实验者在自己的电脑上进行操作,由组织者控制实验的开始与结束。实验以周为单位,在每个周期  $t$ ,供应链上的角色都要进行如下操作。

- (1) 首先收到其供应商向其发送的产品,放入库存;
- (2) 零售商满足实际市场需求,其它角色向其下游角色发货;
- (3) 盘点库存,制定新的期望库存水平,向上游发出订单。

实验以供应链之间的竞争展开,以每个供应链的总成本评价各队的表现。在实验中,可以设置各种奖励政策以鼓励实验者的参与热情,使供应链模拟更加真实。

### 1.3 输出

平台的输出包括两部分,一部分是每个参加者都能看到的自己经营的角色的各种输出,包括每个周期的库存成本、销售成本和销售收入;另一部分是实验的组织者可以查看到的数据。组织者除了可以查看到各个角色的各种输出外,还可以查看到各种统计数据,包括供应链的总成本、总利润、以及订单的波动情况。组织者根据这些数据,对实验结果进行比较与分析,此部分将在下一节进行详细介绍。

## 2 实验设计

本文利用供应链模拟平台,研究树形供应链下信息共享对供应链中实体的影响。根据此研究目的,对实验参数进行了设计并对实验数据进行了处理与分析。

### 2.1 基本实验环境设置

实验考察的供应链为三阶树形供应链,如图 2 所示,即供应链上有 1 个制造商,2 个批发商,每个批发商下有 2 个零售商。此供应链为二叉树结构,若设供应链上每个角色用  $i$  表示,  $i=(1,2,\dots,7)$ ,则  $i$  的上游角色为  $i/2$  取整记做  $i/2_{\lfloor}$ ,下游角色为  $2i$  和  $2i+1$ 。

根据以上供应链结构,每个供应链应由 7 个人组成。把实验人群分为 2 组,每组 8 个供应链,即每组 56 人,共 112 人。第一组模拟的供应链不会共享库存信息,但是会共享市场需求信息,供应链成员各自控制自己的库存,供应链中的实体都依据自己的预测做出订货决策;第二组模拟的供应链则会共享库存信息,即供应链上的每个角色可以实时了解其上下游角色的实际库存情况,并根据这些信息做出决策。

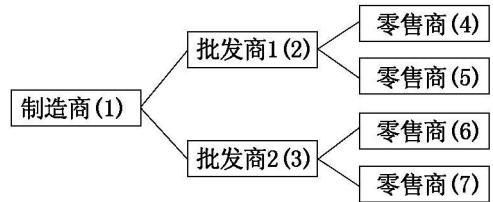


图 2 实验中的供应链结构

实验的其他设置如下:

(1) 市场需求:采用一阶自回归需求过程。这种需求模型是目前供应链研究领域较常见的模型。根据一阶自回归模型公式,第  $t$  周的市场需求  $D_t$  表示为

$$D_t = \bar{D} + \rho(D_{t-1} - \bar{D}) + \epsilon_t$$

其中: $\bar{D}$ 表示平均需求量; $\rho$ 为自相关系数,表示相邻两期需求变量之间的相关系数; $\epsilon_t$ 为误差项,表示市场需求变量的波动误差。

(2) 提前期:2 周。

(3) 成本结构:库存持有成本 1 元/单位产品;缺货成本 0.5 元/单位产品;产品转换成本 0.5 元/单位产品。

(4) 初始库存:设置零售商初始库存为 4;批发商初始库存为 8;制造商初始库存为 12。

(5) 分配机制:根据文献[14],实验采用不会对牛鞭效应有影响的均匀分配机制,其规定可以描述如下,将下游角色的订货量  $X_i$  升序排列  $\{X_1 \leq X_2 \leq \dots \leq X_n\}$ ,按照以下公式进行分配

$$a_i = \begin{cases} X_i & i \leq m \\ \frac{1}{n-m} \left( k - \sum_{j=1}^m X_j \right) & i > m \end{cases}$$

其中:  $a_i$  为零售商  $i$  分的货物量,  $m$  为使  $k - \sum_{j=1}^m X_j \geq 0$  的最大整数。这种分配方式使得订货量少的下游角色能够得到满足。

### 2.2 实验数据处理

参加实验的人群为电子商务专业本科四年级的学生,他们已经了解供应链牛鞭效应等基本知识,并且都有使用该供应链模拟平台的经历。实验人群在实验室每人使用单独的电脑,角色由实验指导者统一随机分配。要求实验者在模拟过程中不能交流,模拟的指导思想是使所在供应链的总成本最低。

设角色  $i$  第  $t$  周向其下游角色  $2i$  和  $2i+1$  的发货量分别为  $S_t^{(i,2i)}$  和  $S_t^{(i,2i+1)}$ , 角色  $i$  第  $t$  周的发货总量  $S_t^i$ ; 设第  $t$  周角色  $i$  的库存量为  $I_t^i$ , 订货量为  $O_t^i$ 。则发货量公式可以表示为

$$S_t^i = \begin{cases} \min \{ D_t, \max \{ I_{t-1}^i + S_{t-2}^{(i/2, i)}, 0 \} \} & i \geq 4 \\ \min \{ O_{t-2}^{2i} + O_{t-2}^{2i+1}, \max \{ I_{t-1}^i + S_{t-2}^{(i/2, i)}, 0 \} \} & i = 2, 3 \\ \min \{ O_{t-2}^{2i} + O_{t-2}^{2i+1}, \max \{ I_{t-1}^i + O_{t-3}^i, 0 \} \} & i = 1 \end{cases}$$

角色  $i$  第  $t$  周的库存量公式可以表示为

$$I_t^i = \begin{cases} I_{t-1}^i + S_{t-2}^{(i/2, i)} - D_t & i \geq 4 \\ I_{t-1}^i + S_{t-2}^{(i/2, i)} - O_{t-2}^{2i} - O_{t-2}^{2i+1} & i = 2, 3 \\ I_{t-1}^i + O_{t-3}^i - O_{t-2}^{2i} - O_{t-2}^{2i+1} & i = 1 \end{cases}$$

每个供应链  $T$  周的总成本计算公式如下

$$C(T) = \sum_{i=1}^7 \sum_{t=1}^T h^i \max \{ I_t^i, 0 \} - g^i \min \{ -I_t^i, 0 \}$$

在以上公式中, 订货量  $O_t^i$  起决定作用。本文的数据分析即对每个角色的  $O_t^i$  的变化进行分析。图 3 是从实验数据中抽取出一组数据, 图中的三条曲线分别代表某个供应链中的零售商、批发商和制造商在 40 个周期的订货量。

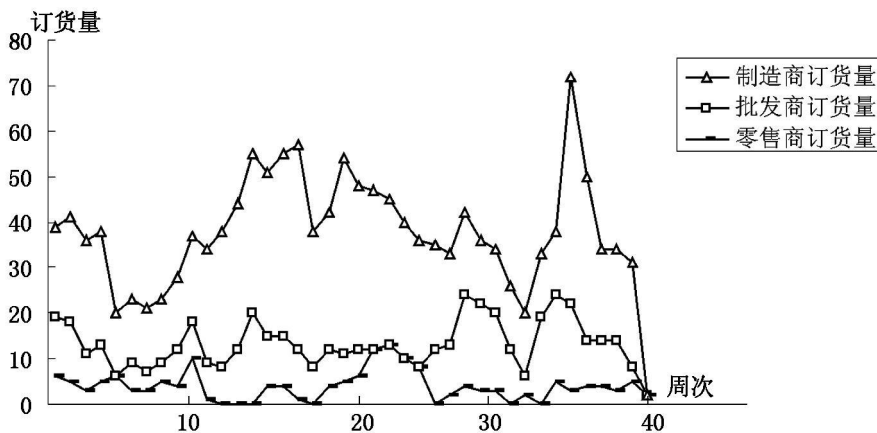


图3 供应链中角色的订货量曲线

### 2.3 实验数据分析

本文把供应链中各实体的订单波动情况作为数据分析的对象。表 1 和表 2 中的统计数据为每个角色 40 个周期的订单方差, 表示为  $\delta_i^2 (i=1, 2, \dots, 7)$ 。

表1 第一组实验数据——不共享库存信息

组号	制造商 $\delta_1^2$	批发商 1 $\delta_2^2$	批发商 2 $\delta_3^2$	零售商 1 $\delta_4^2$	零售商 2 $\delta_5^2$	零售商 3 $\delta_6^2$	零售商 4 $\delta_7^2$
1	122	38	34	5	6	6	7
2	32	23	22	2	12	4	2
3	38	16	15	10	6	8	7
4	19	22	23	7	5	9	5
5	22	14	13	13	10	9	6
6	58	28	30	21	8	10	8
7	18	14	16	5	7	5	5
8	23	15	15	6	6	8	8

表2 第二组实验数据——共享库存信息

组号	制造商 $\delta_1^2$	批发商 1 $\delta_2^2$	批发商 2 $\delta_3^2$	零售商 1 $\delta_4^2$	零售商 2 $\delta_5^2$	零售商 3 $\delta_6^2$	零售商 4 $\delta_7^2$
1	16	3	16	7	3	5	4
2	37	15	4	2	9	3	10
3	22	10	9	8	8	7	5
4	38	8	10	6	8	9	7
5	20	10	11	7	10	10	7
6	41	22	4	11	5	6	8
7	42	41	22	12	8	4	6
8	25	28	39	5	7	5	4

对这两组数据进行比较,比较结果如表3所示。

表3 两组数据的比较

角色	方差平均值		比较百分比/%
	不共享库存信息	共享库存信息	
制造商	41.50	30.13	27.4
批发商	21.13	15.76	25.4
零售商	7.38	6.75	8.5

从表1可以看出,在没有信息共享时:制造商的订单波动 $>$ 批发商的订单波动 $>$ 零售商的订单波动;从表2可以看出,共享库存信息后,供应链中各实体的订单波动有所减少,但波动仍然存在。这些结果与对简单的供应链模型的研究文献的结果是相似的。而从表3中,我们可以得出一些新的结论。表3对两组实验结果供应链上各个实体的平均方差进行了比较。比较发现,虽然共享库存信息后,各实体的订单方差都减小了,但他们减小的程度是不相同的,制造商和批发商的减小程度较大,而零售商的减小程度较小。

### 3 结论

通过以上分析,在多阶树形供应链结构下,市场需求采用一阶自回归过程,分配机制采用均匀分配机制时,可以得出以下结论。

(1) 分享库存信息后,订单波动仍然存在,说明共享信息并不是产生牛鞭效应的唯一原因。

(2) 共享库存信息对供应链上游的影响大于对供应链下游的影响。分析此结论,其原因应该是由供应链中的实体通过了解其下游的库存情况,能够对下游实体的订货策略进行理性分析,从而有效防止了其下游订单波动产生的过度反应。

(3) 在供应链管理的信息系统中,上游实体与下游实体的库存信息共享价值是不同的。信息共享的关键是上游实体要了解其下游实体的库存信息。而反过来,上游实体的信息是否共享对供应链的影响不大。

以上分析为供应链中的企业整合与实施信息系统提供了有力的参考。为保证供应链整体利益,供应链的下游实体,要分享自己的信息,但得到的利益却没有上游实体大。因此,上游实体应该分担更多的信息共享成本投入,在利益分配上也应充分考虑这一因素。分担成本与利益分配的比例是需要进一步研究的重点。

## 参考文献:

- [1] MISHRA B K, RAGHUNATHAN S, YUE X. Demand forecast sharing in supply chains[R]. Dallas: University of Texas at Dallas, 2003.
- [2] LEE H, SO V K, TANG C. The value of information sharing in a two-level supply chain[J]. *Management Science*, 2000, 46(5): 626-643.
- [3] CACHON G, FISHER M. Supply chain inventory management and the value of shared information[J]. *Management Science*, 2000, 46(8): 1 032-1 048.
- [4] 陈贵华, 张红. 信息共享对长鞭效应影响的数量模型分析[J]. *工业工程*, 2004, 7(5): 9-12.
- [5] 李培亮, 黄立平. 信息共享对供应链绩效的影响[J]. *计算机工程与应用*, 2007, 43(5): 219-223
- [6] 张晴, 刘志学. 供应链信息协调框架及要素研究[J]. *情报杂志*, 2009, 28(5): 179-183.
- [7] 李刚, 汪寿阳. 牛鞭效应与生产平滑模型有效性问题[J]. *管理科学学报*, 2004, 7(1): 1-18.
- [8] 贾江鸣. 面向不确定性的供应链性能优化技术研究[D]. 杭州: 浙江大学, 2008.
- [9] 黄小原, 王静. 供应链中的牛鞭效应问题研究进展: 存在、量化与控制[J]. *信息与控制*, 2004, 33(5): 549-554.
- [10] ANDERSON E, MORRICE D. A Simulation Game for Teaching Service-Oriented Supply Chain Management: Does Information Sharing Help Managers with Service Capacity Decisions? [J]. *Production and Operations Management*, 2000, 9(1): 40-55.
- [11] CROSON R, DONOHUE K. Behavioral Causes of the Bullwhip Effect and the Observed Value of Inventory Information[J]. *Management Science*, 2006, 52(3): 323-336.
- [12] SARIMVEIS H, PATRINOS P, TARANTILIS C D. Dynamic modeling and control of supply chain systems: A review[J]. *Computers and Operations Research*, 2008, 35(11): 3 530-3 561.
- [13] HINOJOSA Y, KALCSICS J, NICKEL S. Dynamic supply chain design with inventory[J]. *Computers and Operations Research*, 2008, 35(2): 373-391.
- [14] 万杰, 李敏强. 供应链中分配机制对牛鞭效应的影响研究[J]. *系统工程学报*, 2002, 17(4): 340-349.

## A Study on the Impact of Information Sharing on Individual of Tree-type Supply Chain

Li Zhuoqun

(School of Information Engineering, East China Jiaotong University, Nanchang 330013, China)

**Abstract:** A supply chain simulation platform based on WEB model is established considering some parameters which may affect supply chain performance. By means of the platform, the paper studies effects of information sharing on individual of supply chain with the complicated structure of three-type supply chain. Experiments are conducted in the sharing and non-sharing inventory information. The experimental data show that sharing inventory information exerts more influence on upstream individuals than on downstream individuals. More benefits would be obtained by upstream of supply chain when the inventory information is shared.

**Key words:** tree-type supply chain; information sharing; impact of individual

(责任编辑 王建华)