

DOI: 10.19333/j.mfkj.20201204107

基于系统动力学的服装供应链“牛鞭效应”仿真研究

邵博, 叶翀

(福州大学 经济与管理学院, 福建 福州 350116)

摘要: 针对供应链“牛鞭效应”给服装企业带来的信息不对称、库存周转率低、产销失调和协同较差等问题, 从服装供应链“牛鞭效应”的形成机制入手, 基于系统动力学构建三级服装供应链模型, 并运用 Vensim 软件对 ZARA 供应链进行仿真。研究表明: 企业的需求变化、延迟周期和期望库存覆盖时间均会加剧服装供应链中的“牛鞭效应”, 降低企业库存周转率。根据服装供应链的特点, 提出针对性的库存优化策略, 以减弱供应链中“牛鞭效应”的影响, 缓解企业库存积压, 提高服装供应链反应速度和库存周转率。

关键词: 服装供应链; 系统动力学; “牛鞭效应”; 仿真; Vensim

中图分类号: TS 941

文献标志码: A

Research on bullwhip effect of clothing supply chain based on system dynamics

SHAO Bo, YE Chong

(School of Economics and Management, Fuzhou University, Fuzhou, Fujian 350116, China)

Abstract: Aiming at the problems of information asymmetry, low inventory turnover rate, imbalance between production and sales and poor coordination brought by the bullwhip effect of supply chain to garment enterprises, the formation mechanism of bullwhip effect in clothing supply chain was studied, a three-level clothing supply chain model was built based on system dynamics, and Vensim was used to simulate and analyze ZARA supply chain as an example. The results demonstrate that the change of demand, delay period and expected inventory coverage time of enterprises can aggravate the bullwhip effect in clothing supply chain and reduce the inventory turnover rate of enterprises. According to the characteristics of clothing supply chain, the study put forward the targeted inventory control strategy was put forward to weaken the influence of bullwhip effect in the supply chain, the backlog of enterprise inventory was alleviated and the response speed and inventory turnover rate of clothing supply chain was improved.

Keywords: clothing supply chain; system dynamics; bullwhip effect; simulation; vensim

协同合作的供应网络有助于企业健康发展。随着市场竞争日益激烈, 现代企业通过布局高效的企业供应链来提高自身竞争力^[1]。在 5G、大数据、云计算等新技术的支撑下, 供应链管理形成以市场需求为目标, 通过信息集成和数据管理技术对物流、商流和信息流高效控制, 以提升服务和快速反应能力, 促进供应链协同优化, 实现利润最大化。当前, 我国经济正从高速发展向高质量协调

发展迈进, 新技术、新模式的发展驱动供应链重构, 供应链体系从价值理念到组织模式都有着日新月异的变化, 建立完善的供应网络将助力产业健康发展。

我国作为世界上最大的服装产销国, 2019 年鞋帽服饰类消费占商品零售总额的 3.70%。随着消费升级和产业结构调整, 人们对于服装不仅要求御寒保暖, 更提升为对面料、款式、舒适度等附加功能

收稿日期: 2020-12-30

基金项目: 国家社会科学基金项目(19FJYB043G); 福建省软科学基金项目(2018R0048)

第一作者: 邵博, 学士, 主要研究方向为物流工程、供应链管理。

通信作者: 叶翀, 副教授, 博士, 主要研究方向为物流管理、供应链管理, E-mail: yechong@fzu.edu.cn。

的需求^[2-3]。而“牛鞭效应”的存在使得企业在库存管理中面临着巨大的挑战,信息传导的不匹配致使需求与供给难以协调,企业产销失调、库存过量等使得经营成本过高,极大影响企业的经营效益^[4]。

为有效控制服装供应链中的“牛鞭效应”,促进供应网络中企业利润最大化,本文基于系统动力学构建三级服装供应链模型,并运用 Vensim 软件仿真,分析供应链“牛鞭效应”的影响因素和库存管理中存在的问题,并提出优化服装企业库存控制的策略,力求弱化库存管理中的“牛鞭效应”,具有一定的理论价值和实践意义。

1 服装供应链及“牛鞭效应”的危害

在经济全球化趋势下,服装行业的竞争越来越激烈。近年来,我国相继出台了《纺织工业发展规划(2016—2020年)》等多项政策推动服装产业供给侧改革^[5]。随着经济的快速增长和人民对于品质生活要求的提高,市场对服装的需求更加强调时尚、形象、文化、潮流、品牌等。面对激烈的国际市场竞争、多样化的个性需求、外来品牌的市场掠夺,以及全球疫情给经济带来的影响,我国的服装产业面临着前所未有的机遇与挑战。

1.1 服装供应链结构及特点

服装供应链是以某个服装企业为核心,包含服装的设计、原材料的供应和服装产品的生产及销售等环节,以满足市场多样化需求的复杂供需网络。大部分服装供应链属于“推式”供应链,即以市场需求为动力,制造商为核心,按照零售商对市场的需求信息进行计划生产。服装供应链中供需关系基本是多对多模式,牢固的供需关系较少,导致供应链中的企业鱼龙混杂,协调管理难度大^[3],加剧了企业库存管理的问题。由于固化的生产模式,企业批量生产形成大量库存,加之供应链上信息的扭曲传导,使得预测数据不够准确,这些因素都容易造成企业库存堆积,生产成本飙升,资源严重浪费。

1.2 “牛鞭效应”对服装供应链的危害

高效的供应网络可以提高企业的快速反应能力、库存管理效率和服务水平,降低库存量,实现利润最大化,但是“牛鞭效应”的存在一定程度上抑制了供应链所带来的优势,给各节点企业带来巨大挑战:

① 制造商成本增加^[6]。制造商按照下游零售企业的需求预测进行生产安排,需求信息传导过程中的失真使得制造商过量生产,造成生产成本的增加。

② 各级库存成本增加^[7-8]。由于需求预测信息在供应链层级传递过程中逐步扭曲,缺货成本通常

高于库存成本,所以各节点的需求决策往往大于市场预测,保证安全库存,然而服装产品更新快以及潮流趋势发展不确定等各种原因造成的产品滞销都会导致库存积压,一方面占用资金,另一方面部分库存会成为“死货”,从而导致企业库存成本的增加。

③ 降低顾客的服务水平。由于订单下达至服装产品送达零售商处存在时间延迟,面对消费者的需求变动无法迅速反应,降低了企业的服务水平。

④ 供应链效率降低,层级合作面临挑战。研究显示,“牛鞭效应”会导致从订单下达到产品上市的时间过长,虽然现阶段供应链管理的发展能够有效缩短这个时间差,但“牛鞭效应”带来的负面影响依然不容小觑。

2 基于系统动力学的服装供应链

服装供应链中各层级节点企业的数量非常多,为追求自身利益最大化,各节点企业针对自身状况制定经营模式,一定程度上给节点企业带来了较好的收益,但面对整个供应链网络,部分的企业决策不当可能会加剧“牛鞭效应”^[9-10]。本文基于系统动力学原理,对服装三级供应链因果关系和存量流量进行仿真分析。

2.1 服装供应链流程分析

在供应商环节中,企业需考虑供应商库存、订货量、销售预测和期望库存。供应商库存受供应商生产及延迟的影响,从供应链整体出发,还会受到供应商对制造商发货的影响。供应商订货量在运作过程中受到供应商销售预测、期望库存、库存及库存调整时间的影响。而供应商期望库存则受到期望库存覆盖时间和销售预测的影响^[11]。

在制造商的环节中,考虑的变量有:制造商库存、订单量、期望库存和销售预测,实际供应链上还存在运输延迟。制造商库存存在制造环节时受到制造商生产率的影响,结合全供应链还受到零售商的影响。制造商订单量,即目标产量,受到制造商销售预测、期望库存、库存和库存调整时间的影响。制造商期望库存则由销售预测和期望库存覆盖时间决定,本文基于 SMOOTH 函数对销售进行预测。

在零售商环节,企业主要考虑零售商库存、零售商订单量、期望库存、销售预测。在考虑整个供应链时,零售商库存还受到制造商发货率和市场的影响;零售商订单量需求则受到库存、库存调整时间、期望库存和销售预测的影响;零售商期望库存由期望库存覆盖时间和销售预测来决定。零售商作为供应链终端,在供应链环节上是需求信息的输入端口,零售商销售预测取决于市场需求。

2.2 因果关系图构建

根据供应链三级节点因果关系分析,得到整个供应链变量间的逻辑关系,如图 1 所示。三级供应链节点通过需求和库存相联系,形成一个服装供应链系统动力模型。在因果关系图中存在着正反馈和

负反馈 2 种回路,正反馈回路会使得变量的趋势不断加强,而负反馈回路则会自主调节,不断修正使得回路趋于平衡,当动力学系统中正反馈回路的作用远远超过负反馈回路的修复作用,系统中相关变量的变化易引起系统的失衡。

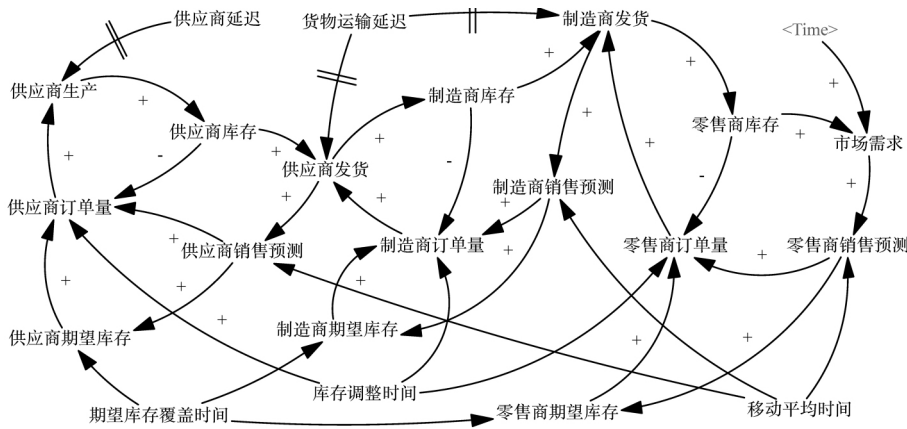


图 1 三级供应链的因果关系图

2.3 存量流量图构建

通过对因果回路图合理划分,建立变量间的逻辑关系,最终得到服装行业三级供应

链所对应的存量流量图,如图 2 所示,该模型符合系统动力学逻辑,可以应用于仿真研究。

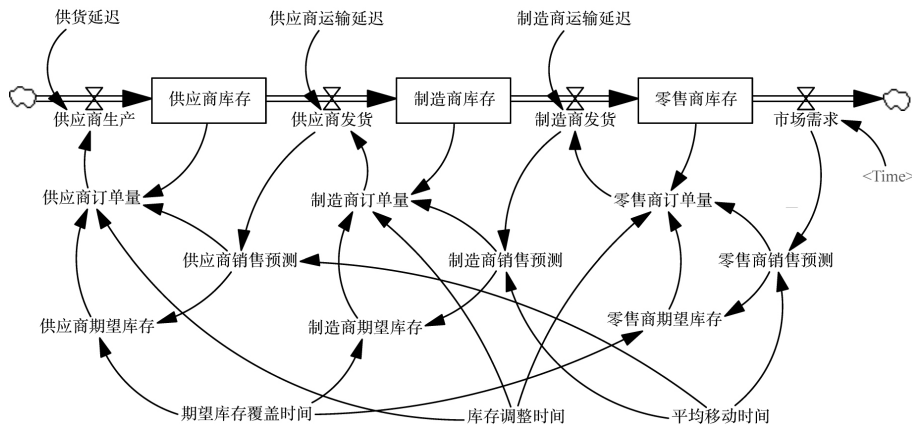


图 2 三级供应链的存量流量图

3 服装供应链的“牛鞭效应”仿真

供应链中“牛鞭效应”影响各节点的库存管理,随着供应链层级增加,需求波动越发明显,库存问题更趋严重。“牛鞭效应”的成因有许多,除了 LEE^[6]提出的需求预测、订单处理、价格波动和配给与短缺博弈之外,还包括企业的库存管理模式、时间延迟以及企业订货策略等^[12-15]。本文通过分析 ZARA 的库存现状,针对季节性需求变化、延迟周期和期望库存覆盖时间对服装供应链中“牛鞭效应”的影响进行仿真研究。

3.1 ZARA 现状分析

ZARA 作为国际知名的服装自有品牌零售商 (SPA),与传统的服装企业有所差别,ZARA 采取“轻资产模式”运作,生产环节外包,公司主要负责

产品设计与销售。据 ZARA 母公司 Inditex 集团公布的年报数据显示,ZARA 近年来存货周转时间也有所增加,如图 3 所示,目前存货周转时间为 130 天左右^[16]。ZARA 的运营模式以加盟为主,其订货方式采用提前半年订货,对于潮流趋势把握存在明显的局限性,一定程度上也加剧了企业的存货风险。此外,服装产品的更新呈现季节性特点,存货时间越长产品贬值越快,最终导致部分库存成为“死货”,从而导致企业经营成本增加。

导致 ZARA 存货管理问题的原因主要在于:

①产品季节性强,需求预测不准确。订货量完全依靠加盟商和直营店对于市场的需求预测,由于服装产品的季节性很强,加上需求预测的不准确性,会造成库存积压。

②订货提前期、期望库存覆盖时间长。由于

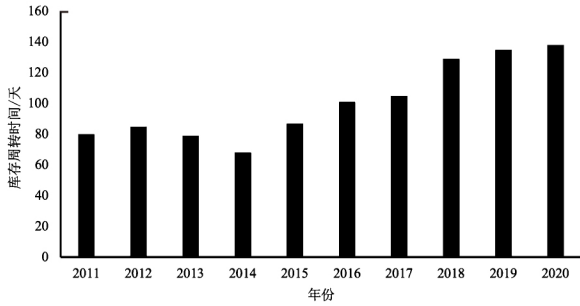


图 3 ZARA 存货周转时间

ZARA 的订货提前期为 24 周,过长的提前期导致需求预测的不准确性增加,为满足安全库存过多的订购量也会加剧库存问题。

③代理加盟制影响。ZARA 经营以加盟为主,直营店占比很小,加盟制环境下公司与加盟商之间通过合同约定订货量,公司对于加盟商的存货控制不足会导致其对于市场信息数据掌控力度下降。

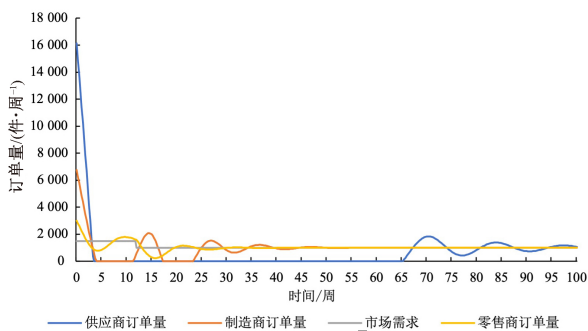
④库存管理体制不成熟。由于 ZARA 直营店占比较小,主要采取加盟店经营模式,忽略了对直营店库存管理的研究设计与管理。

⑤到货延迟的不确定性。由于现实中各种因素的影响,供应链上产品流动可能会出现停滞与延迟,即使短暂出现这种现象也会加剧库存问题。

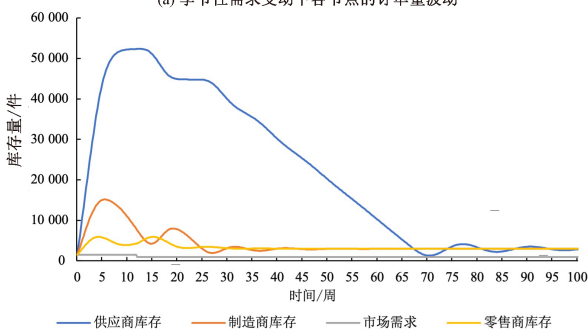
3.2 服装供应链“牛鞭效应”仿真分析

3.2.1 季节性需求变动影响

由于服装产品存在较强的季节性特点,针对市场需求进行调整,订单量和库存波动如图 4 所示。



(a) 季节性需求变动下各节点的订单量波动



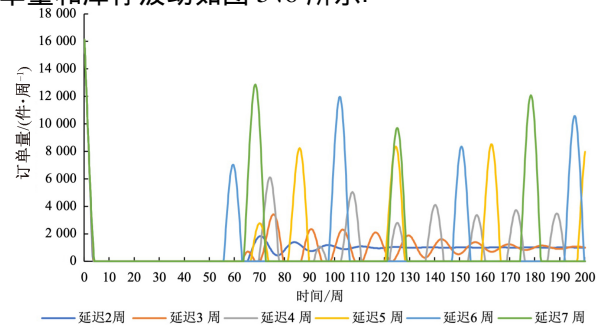
(b) 季节性需求变动下供应链各节点的库存波动

图 4 季节性需求变动下各节点状态波动图

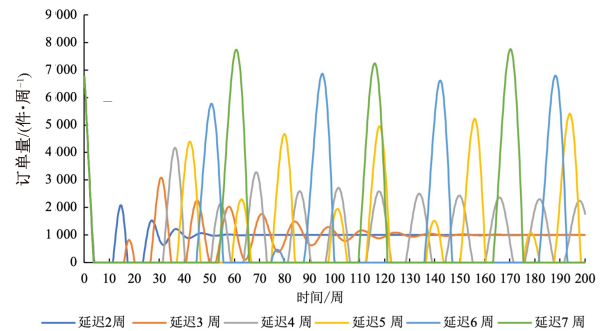
由仿真结果可以看出在市场需求出现季节性变化时,会造成各节点的订单量波动,尤其以供应商的订单量振幅最为强烈,最靠近市场的零售商受到的影响则相对较小。而在库存方面,由于需求突然变化,供应商的库存有显著下降趋势,后趋于稳定;制造商和零售商库存会有短期的小幅回弹,但现实中季节性需求波动是一个循环往复的过程,且波动次数受到季节以及其他多种因素的影响,目前的运营模式无法达到理想状态。在季节性需求变化下,需求信息在供应链上传导失真,加剧了服装供应链的“牛鞭效应”,不利于各节点企业的库存控制。

3.2.2 延迟周期变动影响

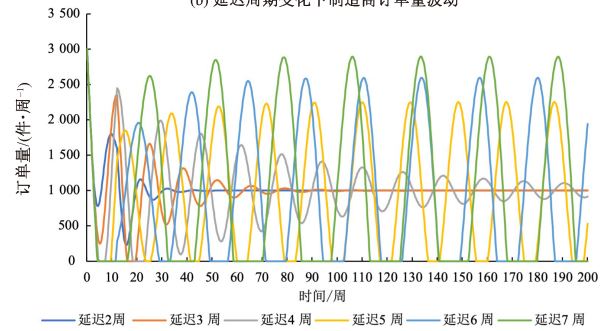
当供应商供应和运输延迟发生变化时,供应链各级节点所受影响不同。通过增加供应商和制造商运输延迟,分析延迟周期的增加对“牛鞭效应”的影响。随着延迟周期的增加,企业需求变动幅度明显,“牛鞭效应”所引发的各级库存波动也显著加剧,企业库存管理难度加大,供应商、制造商和零售商的订单量和库存波动如图 5、6 所示:



(a) 延迟周期变化下供应商订单量波动



(b) 延迟周期变化下制造商订单量波动



(c) 延迟周期变化下零售商订单量波动

图 5 延迟周期变化下供应链各节点需求订单波动图

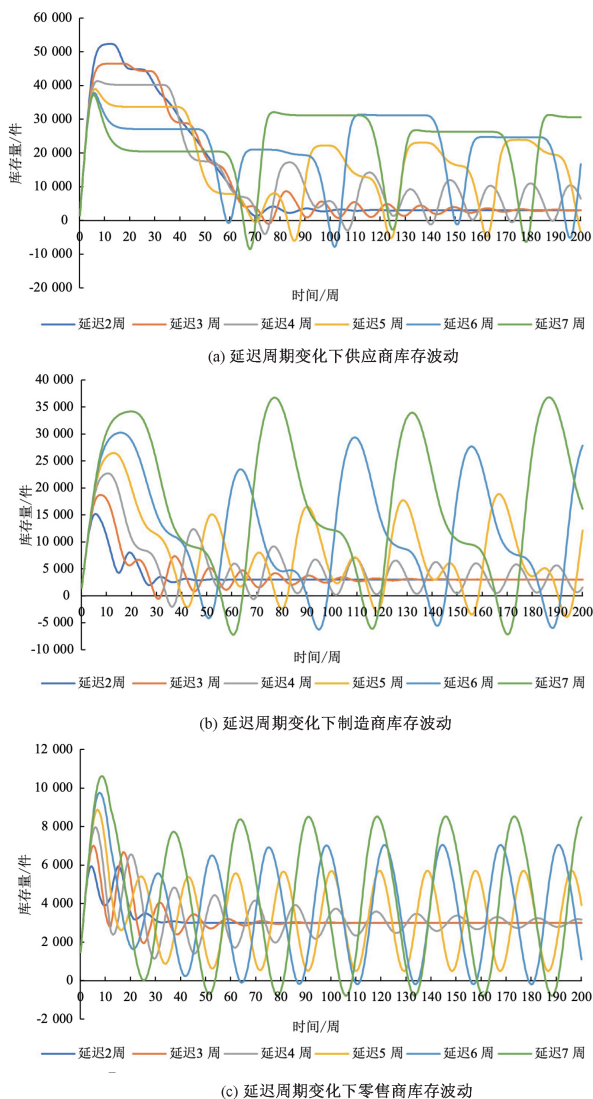


图 6 延迟周期变化下供应链各节点库存波动图

3.2.3 期望库存覆盖时间变动影响

供应链中的期望库存覆盖时间与销售预测共同影响期望库存,从而决定各节点的订单需求。保持其他因素不变,延长期望库存覆盖时间通过订单需求和库存波动来研究“牛鞭效应”的强弱,供应链各节点订单量和库存波动如图 7、8 所示。

由于供应商订货量跨度过大,后期波动无法展现,但从制造商和零售商订单波动情况可以看出,随着库存覆盖时间的延长,供应链上“牛鞭效应”的逐渐增强,虽然库存波动并不明显,但成倍增加了库存量,增加了企业库存管理的难度。

综合仿真结果可知,公司生产经营中的季节性需求变化、延迟周期和期望库存覆盖时间都会显著加剧服装供应链中的“牛鞭效应”,对企业经营带来的危害直观体现在订单量和库存管理中。如何合理控制以上的因素,提高库存周转率,是服装企业亟待解决的问题。

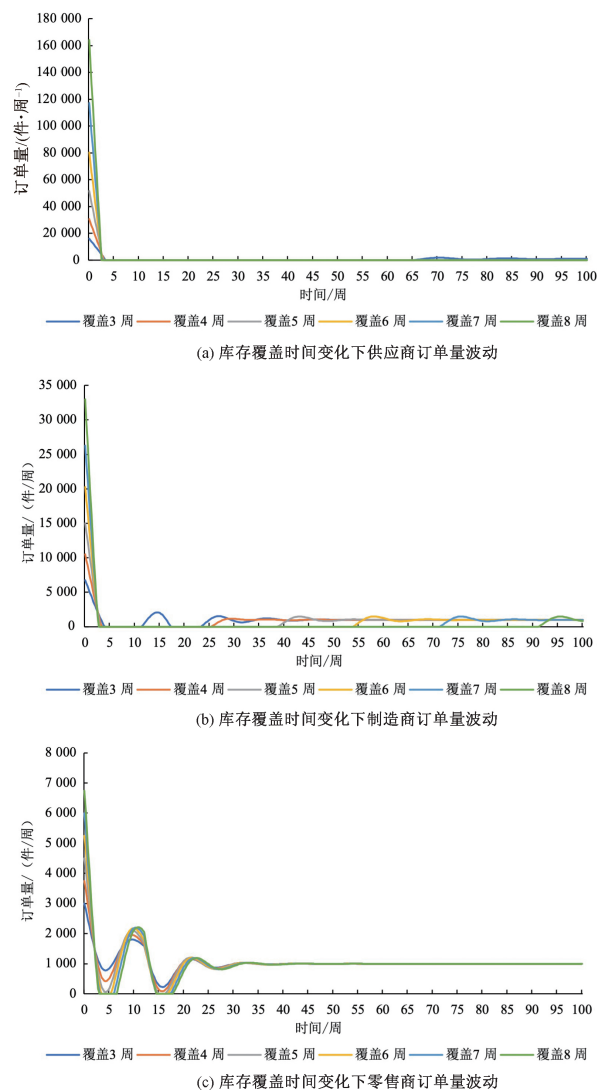


图 7 供应链各节点需求订单随库存覆盖时间变化波动图

4 针对“牛鞭效应”的服装供应链优化策略

全球服装行业的竞争日益激烈,面对 ZARA、H&M 和优衣库等国外服装品牌对国内市场的掠夺,优化服装供应链管理,增强国内企业市场竞争力亟不可待^[17-18]。服装供应链上“牛鞭效应”极大影响了各节点企业的经营效率,不合理的企业决策更加剧了这种影响,建立良好的供应链库存管理机制,削弱供应链中“牛鞭效应”迫在眉睫。通过对实际经营模式的分析,传统的库存管理无法有效解决“牛鞭效应”带来的库存问题,本文针对性地提出以下优化策略以弱化供应链中的“牛鞭效应”,实现库存有效管控,降低企业的存货成本。

4.1 快速响应机制

快速响应机制(QR)是利用 EDI 等信息技术,建立零售商和制造商间紧密的合作关系,使各节点企业可以随时了解库存和销售情况,同时

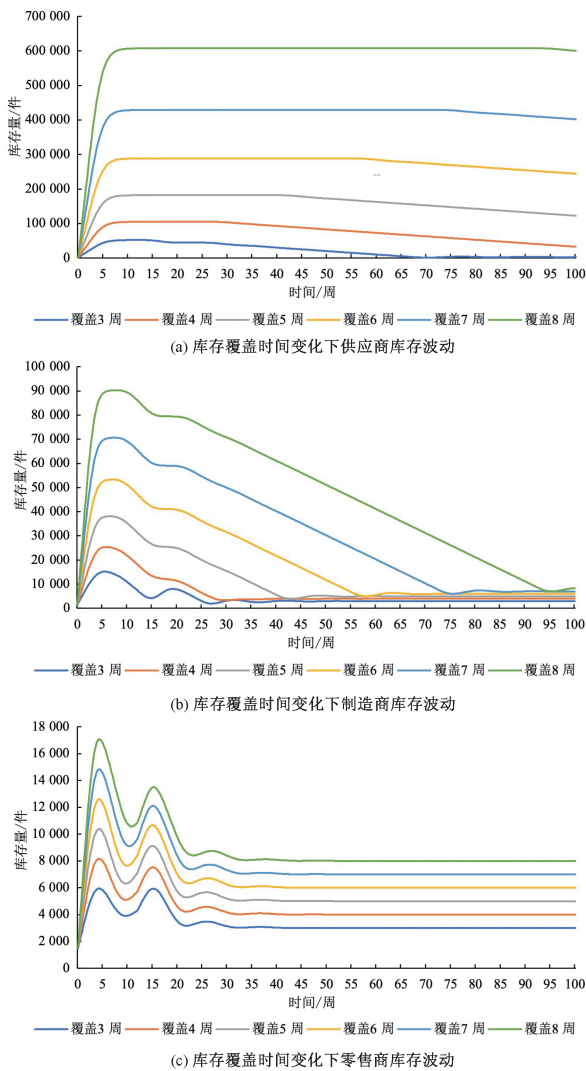


图 8 供应链各节点库存随覆盖时间变化波动图

还可以通过 POS 系统进行需求信息的交换,加强供应链上各节点的有效信息沟通。从而采用多频率小批量的订货方式补充库存。快速响应机制的特点就是缩短了整个供应链的库存周期,企业订货提前期缩短,需求预测的误差也随之减小,此外也能有效解决供应链时间延迟问题,使需求预测和生产规划集成为一体,从而缓解了服装供应链的牛鞭效应。

4.2 供应商管理库存

供应商管理库存(VMI)打破传统的库存管理,实现了供应链网络的集成化管理。在供应商管理库存的模式下,供应商可以快速获取市场需求信息,实现对市场的实时监控,确保对需求变化敏捷反应,有效遏制企业因信息不对称而无法快速调整生产的现象。供应商与制造商不再需要大批量生产,缩短了生产提前期,降低了库存成本,同时,更加精准的需求预测也能在很大程度上减小因运输延迟过长而造成的负面影响。发展供应商管理库存,供应链间需

建立互信的合作关系,通过共享信息实时获取库存及销售数据,供应商不被动执行补货,最大程度地降低补货和生产成本,弱化信息传递过程中的“牛鞭效应”。

4.3 联合库存管理

联合库存管理(JMI)结合供应链集成化思想,平衡上下游企业在库存管理上的权利和责任,并建立风险共担机制,强调了各节点企业间的互惠合作关系。通过设立联合库存管理机制,实现信息共享,协调各方需求,以便做出订货、生产、供货等决策,避免了需求变动影响下供应商的库存积压。此外,在联合库存管理的基础上实现物流一体化,可以增进供应链快速反应能力,提高库存周转率。

4.4 全渠道零售管理

供应链共享数据的全渠道零售管理,可以实现数据动态更新,包括订单、销量、物流、需求预测以及库存等,实现决策信息的整合。即使存在商品需求波动,企业也可以及时调整生产计划,信息传导的时效性提高,同时降低库存覆盖时间,有效避免其加剧“牛鞭效应”。搭建订单管理信息系统,实现订单信息的收集与整理,结合各方库存及需求,实现全渠道协同管理。通过供应网络库存统筹规划,供应商与制造商结合市场需求变动快速调配物资与生产,实现供应链网络整体库存的减少。

5 结束语

本文结合服装供应链结构及特点,从“牛鞭效应”的形成机制入手,分析服装供应链运作流程,基于系统动力学构建仿真模型,并以 ZARA 为例分析影响服装供应链中“牛鞭效应”的因素。针对服装供应链现状提出优化策略,以实现供应链各节点企业的库存协同管理,增加库存周转率,提高企业应对市场变化的反应能力,保持市场竞争力,为未来服装供应链优化提供解决思路。

参考文献:

- [1] 赵红梅,辛磊,高元平. 服装供应链管理的研究现状及其发展趋势[J]. 价值工程, 2009, 28(2): 72-74.
- [2] 孙若宸. 浅析我国服装供应链存在的问题和提高速度的方法[J]. 山东纺织经济, 2019(7): 52-53, 41.
- [3] 曾雪. 服装供应链“牛鞭效应”的成因分析及对策研究[D]. 成都: 西南交通大学, 2005.
- [4] STERMAN J. Modelling managerial behavior: Misperceptions of feedback in a dynamic decision making experiment [J]. Management Science, 1989, 35(3): 321-339.

- [5] 工业和信息化部. 纺织工业发展规划(2016—2020年) [EB/OL].(2016-09-28) [2021-11-01].<http://www.gov.cn>.
- [6] LEE H ,PADMANABHAN V ,WHANG S. Information distortion in a supply chain: the bullwhip effect [J]. *Management Science* ,1997 43(4) : 546-558.
- [7] 范晶晶. 服装供应链中“牛鞭效应”及其对策探讨[J].*现代商贸工业* 2010 22(11) : 151-152.
- [8] 卢继周,冯耕中,王能民,等. 信息共享下库存量“牛鞭效应”的影响因素研究[J]. *管理科学学报* ,2017 , 20(3) : 137-148.
- [9] 陈佳莉,郭春香. 基于卡尔曼滤波需求预测的“牛鞭效应”研究[J]. *管理学报* 2019 ,16(5) : 775-782.
- [10] DAI J ,PENG S ,LI S. Mitigation of bullwhip effect in supply chain inventory management model [J]. *Procedia Engineering* 2017 ,174: 1229-1234.
- [11] 李翀,刘思峰,方志耕,等. 供应链网络系统的“牛鞭效应”时滞因素分析与库存控制策略研究[J]. *中国管理科学* 2013 21(2) : 107-113.
- [12] 陈桂玲. 服装供应链中“牛鞭效应”的委托:代理理论分析[J]. *现代商业* 2008(24) : 70-72.
- [13] 刘媛媛,王海燕. 供应链节点变化对“牛鞭效应”影响的系统动力学仿真研究[J]. *物流技术* ,2006(6) : 50-53.
- [14] 郭燕. 嵌入 H&M 全球供应链的中国服装进口贸易研究[J]. *毛纺科技* 2020 48(6) : 90-94.
- [15] 梁晓颖,王利君. 基于区块链技术的服装供应链研究[J]. *毛纺科技* 2020 48(3) : 65-70.
- [16] Inditex Governance Report 2020 [EB/OL].(2021-01-31) [2021-08-25]. <https://www.inditex.cn>.
- [17] 郑飞,汤兵勇. 基于“互联网+”的服装企业供应链优化分析[J]. *毛纺科技* 2019 47(10) : 55-59.
- [18] 刘诗萦,邵丹,熊棕瑜,等. 服装敏捷供应链延迟生产策略与成本控制[J]. *毛纺科技* 2018 46(10) : 1-8.