

基于系统动力学第三方直通集配中心模式研究^①

石永强, 彭 树, 张智勇*, 杨 磊

(华南理工大学经济与贸易学院, 广州 510006)

摘要: 采用定性分析与系统动力学建模定量研究相结合的研究方法, 首先对供应链库存管理的第三方直通集配中心模式做了较为系统的分析和界定; 其次, 建立了第三方直通集配中心模式下的供应链系统动力学模型; 最后, 对第三方直通集配中心模式供应链库存管理案例进行了仿真分析, 证明了该模式相对分散式 VMI 模式的比较优势, 并对第三方直通集配中心的运营策略提出了优化建议。

关键词: 供应链管理; 第三方物流; 越库直通配送; 集配中心; 系统动力学

中图分类号: F274 文献标识码: A 文章编号: 1007-9807(2015)02-0013-10

0 引 言

近年来, 供应链的库存管理模式逐步融合了业务外包、规模效应等现代管理理念、精益物流相关的先进物流技术设备和管理手段^[1], 呈现出向更为复杂的多个卖方对多个买方条件下的供应链实践领域渗透的发展趋势。例如, 21 世纪初, 一批脱胎于中国家电巨头相对独立运作的第三方物流公司相继组建, 其中以小天鹅、科龙及中远组建的安泰达物流有限公司和美的集团旗下的安得物流有限公司为典型代表, 为家电行业内的多家企业提供全方位物流服务。此外, 成立于 20 世纪 90 年代的嘉诚物流, 在企业业务范围不断拓展的同时, 先后成为日系知名品牌包括松下、日立、理光、佳能等 15 个企业的物流供应商和供应链服务商, 为这些企业提供数百种零配件的供应物流服务。显然, 这些企业所实践的供应链库存管理模式与以往的成熟的供应链库存管理模式存在显著的区别, 它是新兴的由第三方物流企业主导的多供应商对多制造商的供应链库存管理模式。

在供应链库存管理研究领域, 国内外学者对

于一对一、一对多和多对一供应链(如 VMI 模式和 supply hub 模式)的研究比较关注。Kiesmüller 和 Broekmeulen^[2]证实了在库存持有费用相对订购和运输费用较低条件下, 实施 VMI 策略可有效降低供应链总成本。赵道致和吕昕^[3]将过度自信系数引入 VMI 模型中, 探讨随机需求下供应商的过度自信程度对零售商和供应链系统产生影响的机理。吴建祖和刘锦^[4]通过引入期权合约, 研究在产品市场需求不确定条件下供应商管理库存(VMI)供应链的协调。Cottrill^[5]指出在 VMI 模式下, 供应商需要付出更多的库存成本和需求预测成本, 但是供应商的效率却得到了提高。Dong 和 Xu^[6]在 EOQ 模型的基础上研究了 VMI 模式对两级供应链的渠道盈利能力的影响, 提出 VMI 模式能够提高供应链的整体盈利能力。Disney 和 Towill^[7]应用新的算法, 研究了 VMI 模式下供应链生产、库存和配送的最优化问题。蔡建湖等^[8]研究了制造商和两个零售商的 VMI 模型, 研究表明, 引入库存转运策略能够使得双方实现共赢。李娟等^[9]研究了供应链间的竞争, 指出竞争涵盖零售

① 收稿日期: 2012-05-24; 修订日期: 2013-02-01.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71101054; 71101055); 国家社会科学基金资助项目(12BGL052); 广东省自然科学基金资助项目(S2011040002521); 广东省教育厅资助项目(wym11011).

通信作者: 张智勇(1970—), 男, 湖北浠水人, 博士, 教授. Email: zhyzhang@scut.edu.cn

商之间、供应商之间以及不同供应链之间的竞争，同时，VMI 能够使得双方都受益。

supply hub 是近年来在企业实践中出现的新 型供应链管理模 式，在全球范围内已有众多企业 成功实施该模式，并取得了令人满意的绩效。2000 年，Barnes 等^[10]最早正式提出了 supply hub 的概念，并分析了在供应链中引入 supply hub 的优缺点。Zuckerman^[11]通过介绍 Compaq 的运作实例，对 supply hub 的概念做了较为详细的界定。Gaonkar 和 Visvanadham^[12]在供应链拥有 1 个原始 设备生产商，1 个 supply hub，N 个一级供应商和 N 个二级供应商的背景下，研究了制造商的能力、 库存水平的限制以及物料流平衡等约束问题，并 提出满足原始设备生产商要求的协同解决方案。 Yao 和 Chiou^[13]建立了两阶段的供应链协调补货 模型，该模型包含了一个供应商与多个买方。 Janat 和 Goh^[14]研究了 supply hub 模式下客户和 上游供应商之间的联合运营管理问题，探讨了 该模式下的最小最大库存策略。近年来，马士华 及其科研小组成为国内 supply hub 模式研究中的 主要力量，首次将 supply hub 翻译为集配中心，并定性分析了 supply hub 模式下集配商在采

购、库存和配送 3 个方面的主要优势^[15-16]。但是，多卖方对多买方的供应链研究尚处于起步 阶段，相关研究仍远远滞后于企业实践，使得多 数企业对供应链库存管理模式的发展方向和发 展途径不甚明了，极大地制约了供应链绩效的 进一步提升。

1 第三方直通集配中心模式介绍

1.1 第三方直通集配中心模式的界定

本文提出的第三方直通集配中心模式融入了 协同和服务外包思想以及越库直通配送的理念， 是在供应链 VMI 和 supply hub 模式的基础上发展 而来的由第三方物流企业主导的多供应商对多制 造商供应链库存管理模式。从目前的企业实践来 看，一般而言，第三方直通集配中心应当包含 1 个 纵跨整条供应链的信息管理中心、与供应链内制 造商数量相当的多个 JIT 直送仓库和 1 个越库配 送中心(如图 1 所示)，并且这些仓库和越库配 送中心的管理者为供应商和制造商以外的第三 方——既可以是实力强大的第三方物流企业，也 可以是供应链内企业共同投资组建的专业物流公 司。

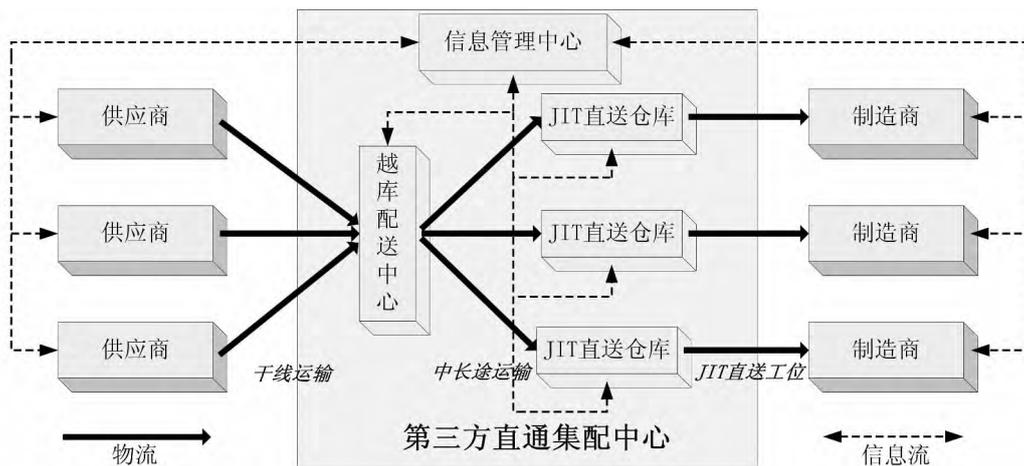


图1 第三方直通集配中心运作流程

Fig. 1 Operation process of TPL cross-docking supply hub

1) 信息管理中心 由于在第三方直通集配 中心模式中，供应链库存的管理者已经真正由 VMI 模式和 supply hub 模式中的供应商转变为第 三方物流企业，因此实施该模式对第三方物流企 业的整体实力，尤其是信息系统提出了较高的要 求。作为供应商核心企业的第三方物流公司的信

息管理中心必须能够覆盖整条供应链，为供应链 上的所有企业提供信息搜集、分析整理和共享服 务，并有效协调供应链各环节间所发生的信息交 流活动。

2) JIT 直送仓库 JIT 直送仓库是指靠近制 造商的用于存储制造商的全部或部分原材料的多

功能仓库。在 JIT 直送仓库内，第三方直通集配商要将来自不同供应商的不同种货物按照制造商的具体生产计划拣选包装，同时还要对刚发到的原材料先进行质量检验。此外，JIT 直送仓库采用的物料 JIT 直送工位模式，是近几年发展起来的新的配送模式。与 VMI 模式中的所实施的 JIT 配送不同，JIT 直送工位模式不仅要实现 JIT 配送，而且配送到达的地点从制造商物料缓冲区深入到直达制造商生产线的生产工位。因此这种模式相对于 JIT 配送，能为制造商省去了物料的部分搬运工序，同时也消除了物料在物料缓冲区里的存储时间，提高了物料流转速度和资源的利用率。

3) 越库配送中心 第三方直通集配中心模式中的越库配送中心不一定具有实体，也可以是依托第三方物流企业在足够覆盖供应链的区域内的强大的物流基础设施设施而构建的虚拟物流配送中心，只要第三方物流企业能够利用区域内的自身资源，在保有很少或零库存的条件下，对从不

同供应商处的获得的物料做出及时配送处理，达到越库配送中心类似的处理效果，实现物料保持流转，直到送达 JIT 直送仓库为止。

1.2 第三方直通集配中心模式的功能和特点

在第三方直通集配中心模式下，第三方直通集配商的功能包括 5 个方面：一是从制造商处收集客户的需求信息并进行相关处理，将整理后的信息通过其信息管理中心与各供应链成员进行共享；二是按照制造商的总需求，向各供应商下达采购订单，并采用送奶路线等途径上门取货；三是将从供应商处取得的货物依据各制造商的具体需求进行越库直通配送，将分拣好的货物送达制造商附近的 JIT 直送仓库；四是在 JIT 直送仓库内对货物进行质量检验和储存管理；最后根据制造商的生产计划，采取 JIT 直送工位的方式将货物直接送达制造商的生产工位。第三方直通集配中心的具体运作流程如图 2 所示。

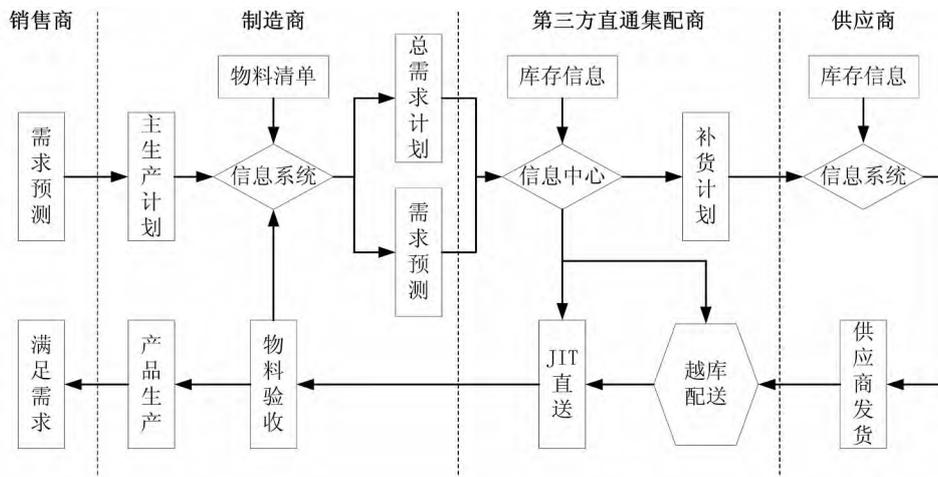


图 2 基于第三方直通集配中心的供应链运作流程

Fig. 2 Supply chain operation process base on the TPL cross-docking supply hub

从目前家电行业的典型供应链实践来看，第三方直通集配中心模式在实际运作中具有以下特点：

1) 第三方物流企业是整条供应链中的统筹者和协调者。

为了提高制造商和供应商之间信息透明度，第三方直通集配商通常需要具备完善的信息处理系统，利用 EDI 和互联网技术有效地提高成员之间的信息共享与通讯能力，从而能够及时准确地对最终客户需求做出有效预测，提高供应链的客

户需求响应能力。同时，第三方直通集配商还需要凭借自身在业内的声誉和作为第三方的特殊身份，综合统筹供应链内的资源，实现供应链的纵向协同以及制造商与制造商之间、供应商与供应商之间的横向协同。

2) 实施越库直通配送方式的越库直通配送中心。

越库直通配送 (cross-docking) 因在沃尔玛的零售配送中的成功应用而闻名，目前，该配送模式也已经在丰田等少数大型制造企业的供应物流中

取得了较为成功的应用. 越库直通配送中心也是第三方直通集配中心模式区别于以往供应链库存管理模式的一大特点, 虽然在该模式下受具体条件的限制, 第三方直通集配商的越库直通配送中心不一定具备实体, 但是凭借其强大的区域内物流能力, 能够部分或全部实现多种原材料的越库直通配送.

第三方直通集配中心模式已经在国内家电行业的多家知名企业中获得成功的应用, 并已经被证明是有效的多供应商对多制造商条件下的供应链库存管理模式. 然而, 并不是所有多对多供应链都具备发展第三方直通集配中心模式的条件, 从行业看, 第三方直通集配中心模式目前主要出现在家电行业的供应链中, 其他制造业, 如机械、汽车、仪器、通信设备制造业, 这些行业中产品成本高、更新速度快, 原材料构成多样化, 且标准化程度较高, 并对实现 JIT 制造有现实需求, 因此也是第三方直通集配中心模式的潜在实施对象.

2 系统动力学建模

近年来, 系统动力学方法应用于供应链 VMI 模式的仿真研究也取得了较为丰硕的成果. 如张力波等^[17]利用系统动力学的方法和工具构建该模式的动态仿真模型, 研究了基于时间的 VMI 整合补货模式下补货周期对两级供应链系统中系统成本和牛鞭效应的影响以及系统成本与牛鞭效应的关系. 杨阳和刘志学^[18]从牛鞭效应、供应商生产率和库存水平 3 个方面, 分析了供应链环境下第三方物流的引入对供应商管理库存策略的动态影响, 并用系统动力学模型仿真结果证明了供应商管理库存策略的实施效果和供应链的整体性能都得到了显著改善. 杨天剑等^[19]利用系统动力学理论对二级供应链进行仿真, 从零售商库存波动变化、长鞭效应减弱程度和供应链总成本多个角度证明了推式 VMI 模式的优越性, 证明了除了累积提前期以外, 牛鞭效应还与信息共享时的库存、生产控制方式有关. 因此, 系统动力学建模在供应链中具有一定的适用性. 本文受以上研究启发, 将第三方直通集配中心模式供应链系统动力学模型

分为两个组成部分: 第三方直通集配中心模式供应链服务水平评价模型和第三方直通集配中心模式供应链成本评价模型. 由于本文所建模型基于系统动力学仿真软件 Vensim, 本文表述变量间关系的方程将统一采用 Vensim 的方程表述形式.

2.1 供应链服务水平评价模型

Aucamp^[20]在其著作中指出, 最常用的关于服务水平的定义为: 1) 一定时期内, 不发生缺货的补货周期百分比; 2) 满足的需求量占总需求量的百分比. 本文选择前者作为主要的供应链服务水平评价指标. 在本文所构建的供应链第三方直通集配中心模式下, 供应商根据制造商的订单、销售及库存信息, 来协助制造商制定目标库存, 并依据客户需求情况对制造商的再订购点做出判断, 从而决定向制造商的补货数量. 在该模型中, 制造商不仅对库存水平和订单完成率较为敏感, 同时由于前文所述的产品特性, 也对库存的周转率提出了较高的要求. 因此, 供应商在按量完成制造商订单的同时, 也需要考虑补货过程中所发生的时间延迟, 如供应商发货时间延迟和在途运输时间延迟. 同时, 鉴于现实供应链系统的复杂多样性, 依据企业调研获取的成果, 本文选取了其中有代表性的供应链系统进行了系统动力学仿真, 力求仿真模型更便于理解且仿真结论更具普遍意义. 完整模型的系统动力学流图如图 3 所示.

2.2 供应链成本评价模型

在第三方直通集配中心模式下, 一般来说, 供应链系统总成本主要由供应商库存成本、制造商库存成本、在途库存成本、单位缺货成本、订购成本、制造商库存成本组成^[21]. 供应商库存成本、生产商库存成本、在途库存成本一起构成了库存总成本, 其中供应商的库存成本由供应商的单位库存持有成本和供应商的实际库存决定. 缺货总成本由单位缺货成本及缺货量来决定, 其中的缺货量根据制造商实际库存与客户在每个补货周期内的需求的偏差来判断. 补货总成本则与订购成本、订购次数和运输成本相关.

由于成本评价模型直接引用了部分服务水平评价模型的仿真结果, 因此该模型的结构相对简单, 具体流图如图 4 所示.

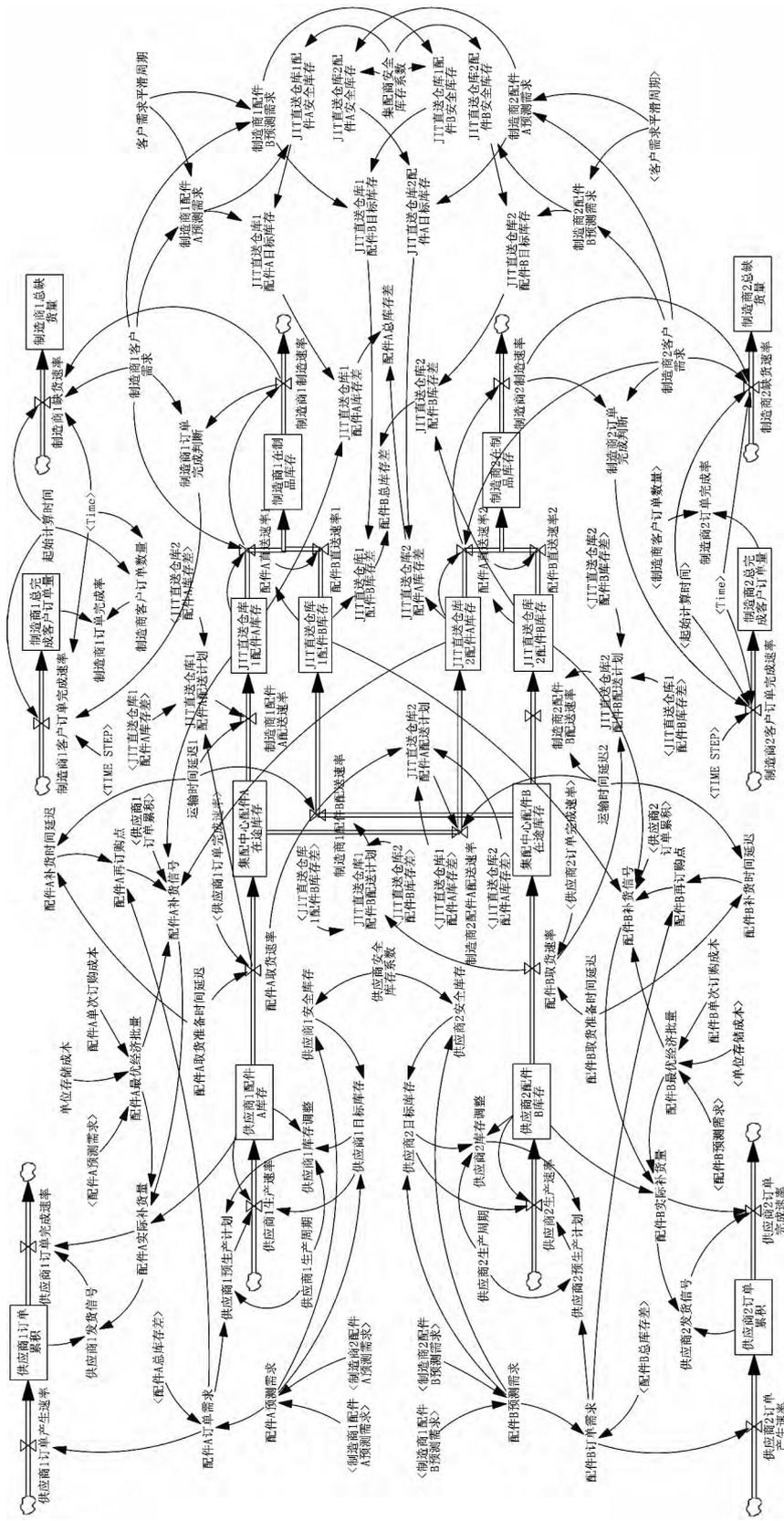


图 3 第三方直通集配中心模式供应链库存管理模型系统动力学模型流程图

Fig. 3 Supply chain inventory management system dynamics model flow graph of the TPL cross-docking supply hub mode

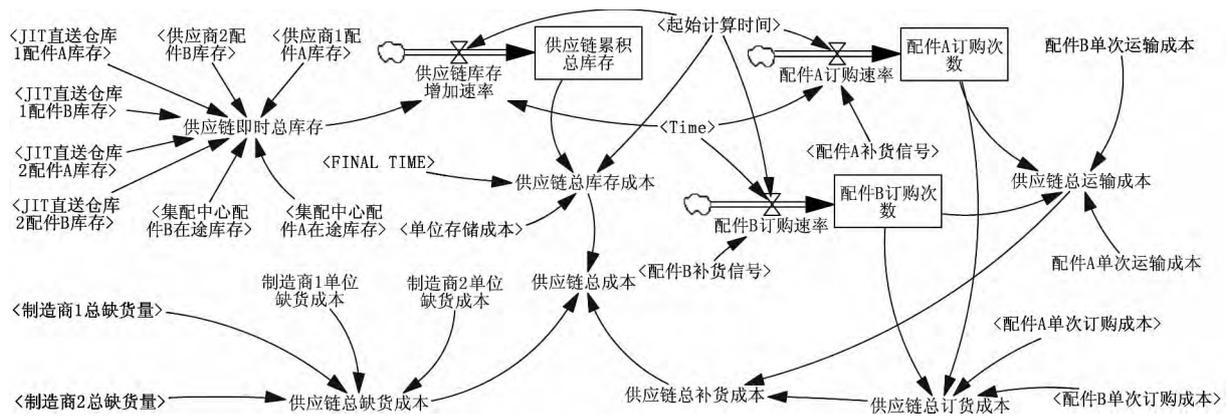


图4 第三方直通集配中心模式下供应链成本评价系统模型流图

Fig. 4 Supply chain cost evaluation system flow chart in the TPL cross-docking supply hub mode

2.3 模型参数设置

J公司是我国一家著名的大型专业物流公司,其业务涵盖家电类供应链管理中的运输、加工、分销、国际物流等。以案例背景和相关实地调

研资料数据为基础,再结合国内外专家学者在供应链管理系统动力学仿真方面的研究成果及专家建议,本文设定J公司供应链管理系统实证模型参数如表1所示。

表1 J公司实证模型参数说明

Table 1 The empirical model parameters of J company

参数名	说明	参数名	说明
初始时间 INITIAL TIME	0	结束时间 FINAL TIME	100
节拍 TIME STEP	0.25	单位 Units for Time	天
制造商1生产单位产品需要配件A、B的数量	1件配件A+2件配件B	制造商2生产单位产品需要配件A、B的数量	2件配件A+3件配件B
供应商1生产周期	1(天)	供应商2生产周期	2(天)
配件A取货准备时间延迟	0.25(天)	配件B取货准备时间延迟	0.5(天)
运输时间延迟1	2(天)	运输时间延迟2	1(天)
制造商1客户需求	随机值 RANDOM NORMAL (200,400,300,100,ρ)(件)	制造商2客户需求	随机值 RANDOM NORMAL (300,500,400,100,ρ)(件)
供应商安全库存系数	0.5	集配商安全库存系数	2.0
客户需求平滑周期	3(天)	起始计算时间	30(天)
配件A单次订购成本	200(元/次)	配件B单次订购成本	300(元/次)
配件A单次运输成本	100(元/次)	配件B单次运输成本	200(元/次)
制造商1单位缺货成本	50(元/件)	制造商2单位缺货成本	80(元/件)
单位存储成本	50(元/(100天*件))		

3 仿真结果分析

为保证模型能满足既定的约束条件和研究目标,本文依据 Forrester 和 Senge^[22]提出的8项核心测试程序(core test),针对文中建立的系

动力学模型逐项进行效度检测。将对应的参数代入模型后,接下来本文将对第三方直通集配中心模式供应链过程中的关键参数进行定量分析,研究其对整个供应链绩效的影响。具体本节将从模型系统瓶颈和与分散式VMI模式供应链绩效比较两个方面对模型模拟结果进行分析,以提出该

类供应链系统在一定条件下的具体优化实施策略。

3.1 模型瓶颈分析

当今的供应链管理更注重的是整条供应链绩效的优化,而不是某些局部的改善,因此需要模型的瓶颈分析来找出整条供应链的敏感参量(即政策作用点),寻求供应链服务水平与总成本之间的平衡点,并最终提出改善供应链实绩的建议。由于

研究目的和论文篇幅所限,本节仅列举安全库存系数和各类时间延迟对供应链绩效影响的分析结论,其余分析结果不再赘述。

1) 安全库存系数对供应链绩效的影响

通过使用 Vensim 自带的参数灵敏度测试软件 SyntheSim 分析,本文经过初步筛选,选取了几对有代表性的安全库存系数进行测试,测试结果如表 2 所示。

表 2 安全库存系数敏感性测试结果

Table 2 Test results on safety inventory coefficient sensitivity

供应商安全库存系数	集配商安全库存系数	制造商 1/2 客户订单完成率(%)	供应链总成本/元
0.4	2.0	88.9/93.7	209 440
0.5	2.0	92.5/96.8	208 860
0.6	2.0	93.2/97.5	214 150
0.5	1.8	88.2/95.7	220 340
0.5	2.2	92.6/98.2	212 530

由上表易知,以(供应商安全库存系数,集配商安全库存系数)(0.4 2.0)、(0.5 2.0)、(0.6, 2.0)这 3 组数据为例,以(0.5 2.0)这 1 组数据为基准,供应链总成本为 208 860 元。相同条件即集配商安全库存系数为 2.0 时,供应商安全系数过高(如 0.6)或过低(如 0.4)都将导致供应链总成本增加;较高的安全库存系数虽然有助于提高制造商订单完成率,但是同时也使得供应链总成本上升幅度过大,因而不具有经济性。显然,

供应链管理者在决策时需要依据供应链的实际情况,采用多次重复试验的方式,寻求制造商订单完成率与供应链总成本间的平衡点,即最优解。

2) 各类时间延迟对供应链绩效的影响

为探讨供应商生产周期的延迟作用对供应链实绩的影响,本文设计了 5 组参数,分别讨论了这 4 种情况下供应链中制造商的订单完成率和供应链总成本,具体模拟结果如表 3 所示。

表 3 时间延迟对供应链绩效的测试结果

Table 3 Time delay test results on supply chain performance

配件 A/B 取货时间延迟/天	制造商 1/2 运输时间延迟/天	制造商 1/2 客户订单完成率(%)	供应链总成本/元
0.25/0.25	2/1	91.4/97.1	204 250
0.25/0.5	2/1	92.5/96.8	208 860
0.5/1	2/1	94.6/97.9	212 090
0.25/0.5	1/0.5	92.5/97.1	191 490
0.25/0.5	2.5/1.25	63.2/93.2	328 950

从上表的仿真结果可以看出,制造商 1/2 订单完成率及与之相对应的供应链总成本总体上呈反相关,即配件 A/B 取货时间延迟和运输时间延迟 1/2 的减小对供应链总成本的降低比较明显。总的来说,虽然各类时间延迟对制造商订单完成率的影响比较复杂,但供应链中时间延迟的缩减将有效降低供应链的总成本,因此,供应链中各阶

段都应重视各类时间延迟,并积极采取措施减少相关延迟,从而提高供应链总体绩效。

3.2 与分散式 VMI 模式供应链的绩效比较

本文将 4 种条件下的分散式 VMI 模式供应链(篇幅所限,文中不具体列出)仿真结果与第三方直通集配中心模式供应链模型的仿真结果进行了比较,表 4 为具体的比较结果。

表4 分散式 VMI 模式与第三方直通集配中心模式供应链模型比较结果

Table 4 The comparison results between distributed VMI model and TPL cross-docking supply hub mode

供应商	制造商	订单完成率(%)	库存成本/元	补货成本/元	缺货成本/元	总成本/元
供应商 1	制造商 1	85.0	17 430	18 450	17 150	53 030
供应商 2	制造商 1	93.9	35 030	18 150	5 175	58 355
供应商 1	制造商 2	97.1	36 630	20 920	2 760	60 310
供应商 2	制造商 2	97.5	55 070	20 330	1 560	76 960
分散式 VMI 模式总计		93.4	144 160	77 850	26 645	248 655
第三方直通集配中心模式		94.7	150 660	42 600	15 600	208 860

通过比较的结果可以看出,在第三方直通集配中心模式下,供应链的订单完成率均值为 94.7% 略高于分散式 VMI 模式下供应链订单完成率均值(93.4%)。与此同时,第三方直通集配中心的总成本为 208 860 元,比分散式 VMI 模式下供应链总成本之和的 248 655 元低 16%。具体来看,虽然第三方直通集配中心模式的库存成本略高于分散式 VMI 模式下的总库存成本,但是其补货成本和缺货成本都比分散式 VMI 模式下要低得多,分别比分散式 VMI 模式低 45% 和 41%。由此可见,在多供应商和多制造商条件下,采用第三方直通集配商规模订货、补货的模式将为供应链削减大量的补货成本。

同时,利用第三方直通集配商强大的资源配置和缺货协调能力(在从供应商取货后到送达 JIT 直送仓库前,第三方直通集配商可以比分散式 VMI 模式下滞后一段时间(即配送时间延迟)再对制造商即时需求做出反应,对送往不同 JIT 直送仓库的配件进行二次分配,因此可有效提高制造商订单完成率),供应链的总缺货成本也有望得到一定程度的降低。

由此可见,在多供应商和多制造商条件下,相较于传统分散式 VMI 模式,第三方直通集配中心模式供应链库存管理模式能够提高客户订单完成率,并通过降低供应链补货和缺货成本,从而有效降低供应链总成本。

3.3 进一步改善供应链绩效的措施建议

依据本文仿真模型模拟的结果分析和与分散式 VMI 模式供应链的绩效比较,结合 J 企业调研的现实背景以及前文对第三方直通集配中心模式的相关理论研究,本文认为可以对 J 企业的运营策略做出以下优化。

1) 减少或消除不必要的延滞时间,提高集配商服务水平

供应链中时间延迟的缩减既有助于提高制造商的订单完成率,又将有效降低供应链的总成本。因此,供应链中各阶段都应重视各类时间延迟,并积极配合第三方直通集配商采取措施,减少甚至消除不必要的延滞时间,从而提高供应链总体绩效。对第三方直通集配商来说,有效降低各项时间延迟将极大提升其服务质量,从而能够获得更多下游制造商的关注,进而提高其在行业中的资源整合和协调能力。

2) 充分利用规模优势,关注削减补货成本

供应链系统总成本的高低关系到整条供应链上各节点企业的行业竞争力,也是当前企业极为关注的问题。本文通过模型仿真结果发现,在多供应商对多制造商的供应链中,第三方直通集配中心模式虽然可以大幅度降低供应链补货成本和缺货成本,但是无法进一步削减总库存成本。因此,第三方直通集配商应当更为重视利用采购和运输活动中的集中效应(规模效应),从而有效提高供应链的竞争力。

3) 合理设置安全库存量,采取适当的缺货策略

本文模型瓶颈分析的结论说明,有时适当的应用缺货策略可有效降低采购成本和库存成本,寻求最佳的库存相关成本组合,反而比片面追求高订单完成率更能产生良好的供应链利润及效益。但缺货策略的使用也有其局限性,缺货现象在产品同质化比较严重的家电类供应链可能导致客户的流失,因此相关企业需要仔细衡量缺货利弊,并确定合理的安全库存量。

4) 重视集配商的资源再分配能力,提高制造商的订单完成率

在与分散式 VMI 模式供应链的绩效比较分析中,发现在第三方直通集配中心模式下,第三方直通集配商可以利用其资源再分配能力,在从供应商处取货后,依据制造商客户需求的即时变化,将零部件或原料重新分配发往各 JIT 直送仓库,从而有机会满足更多的客户需求,提高制造商的订单完成率。因此,集配商应当充分关注、了解并合理运用这项能力,以提高整条供应链的绩效。

4 结束语

通过前文的理论和仿真分析,显然,在多供

应商对多制造商的供应链环境下,第三方直通集配中心模式比传统的分散式 VMI 模式更具竞争力,基于当前供应链发展的日益复杂化,该模式在一定程度上代表了未来供应链管理发展的方向。

同时,第三方直通集配中心模式作为一种新的库存管理模式,其理论研究大大滞后于实践,存在大量理论研究空白留待专家学者的填补。本文仅从补货成本、库存成本、缺货成本及制造商订单完成率这 4 个方面对该模式下的供应链绩效进行了考察。该模式是否存在其它的优势和不足,以及如何充分发挥这些优势并弥补不足,这些都需要在今后的研究中做进一步的探讨。

参考文献:

- [1]赵林度. 供应链与物流管理理论与实务[M]. 北京: 机械工业出版社, 2003.
Zhao Lindu. Practice and Theory of Supply Chain Management[M]. Beijing: China Machine Press, 2003. (in Chinese)
- [2]Kiesmüller G P, Broekmeulen R A C M. The benefit of VMI strategies in a stochastic multi-product serial two echelon system [J]. Computers & Operations Research, 2010, 37(2): 406-416.
- [3]赵道致, 吕昕. 随机需求下基于供应商过度自信的 VMI 模型[J]. 系统工程, 2011, 29(8): 1-7.
Zhao Daozhi, Lü Xin. Vender managed inventory model based on overconfident suppliers under stochastic demand[J]. Systems Engineering, 2011, 29(8): 1-7. (in Chinese)
- [4]吴建祖, 刘锦. 不确定条件下 VMI 供应链协调的期权合约[J]. 系统工程, 2011, 29(3): 1-8.
Wu Jianzu, Liu Jin. Option contracts of supply chain coordination in a VMI system through under uncertainty[J]. Systems Engineering, 2011, 29(3): 1-8. (in Chinese)
- [5]Cottrill K. Reforming the supply chain[J]. Journal of Business Strategy, 1997, 18(6): 35-39.
- [6]Dong Y, Xu K. A supply chain model of vendor managed inventory[J]. Transportation Research Part E, 2002, (38): 75-95.
- [7]Disney S M, Towill D R. A procedure for the optimization of the dynamic response of a vendor managed inventory system [J]. Computers and Industrial Engineering, 2002, 43(7): 27-58.
- [8]蔡建湖, 周根贵, 黄卫来. VMI 下的两级供应链库存决策模型研究[J]. 管理科学学报, 2008, 11(4): 104-111.
Cai Jianhu, Zhou Gengui, Huang Weilai. Study on two-echelon supply chain inventory decision model under VMI[J]. Journal of Management Sciences in China, 2008, 11(4): 104-111. (in Chinese)
- [9]李娟, 黄培清, 顾锋, 等. 基于供应链间品牌竞争的库存管理策略研究[J]. 管理科学学报, 2009, 12(3): 71-76.
Li Juan, Huang Peiqing, Gu Feng, et al. Study on inventory management tactic under chair-to-chain brand competition[J]. Journal of Management Sciences in China, 2009, 12(3): 71-76. (in Chinese)
- [10]Barnes E, Dai J, Deng S, et al. On the Strategy of Supply Hubs for Cost Reduction and Responsiveness: White Paper on Electronics Supply Chain[R]. Georgia Institute of Technology and National University of Singapore, 2000.
- [11]Zuckerman A. Compaq switches to pre-position inventory model[J]. World Trade, 2000, 13(4): 72-74.
- [12]Gaonkar R, Visvanadham N. Collaborative scheduling model for supply hub management[C]// 3rd AEGEAN International Conference on Design and Analysis of Manufacturing Systems, 2001: 1-6.
- [13]Yao Ming-jing, Chiou Chuang-chun. On a replenishment coordination model in an integrated supply chain with one vendor

- and multiple buyers [J]. *European Journal of Operational Research*, 2004, (2): 406–419.
- [14] Janat Shah, Mark Goh. Setting operating policies for supply hubs [J]. *International Journal of Production Economics*, 2006, 100 (2): 239–252.
- [15] 马士华, 黄焜, 何媛媛. 基于 supply-hub 运作模式的供应商协同补货策略研究 [J]. *管理工程学报*, 2011, 25 (1): 26–33.
- Ma Shihua, Huang Kun, He Yuanyuan. A coordinated replenishment policy between two suppliers based on the model of using supply-hub [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2011, 25 (1): 26–33. (in Chinese)
- [16] 周奇超, 马士华, 于建红. Supply Hub 下基于时间窗的供应链协同研究 [J]. *系统科学与数学*, 2011, 31 (11): 1377–1385.
- Zhou Qichao, Ma Shihua, Yu Jianhong. Research on the supply chain collaboration under supply hub with delivery time window [J]. *Journal of Systems Science and Mathematical Science*, 2011, 31 (11): 1377–1385. (in Chinese)
- [17] 张力波, 陈杰, 马义中. 基于时间的 VMI 整合补货模式的系统成本与牛鞭效应 [J]. *系统工程*, 2006, 24 (10): 26–33.
- Zhang Libo, Chen Jie, Ma Yizhong. Bull whip effect and system cost in time-based VMI consolidation replenishment system [J]. *Systems Engineering*, 2006, 24 (10): 26–33. (in Chinese)
- [18] 杨阳, 刘志学. 供应商管理库存与第三方物流的系统动力学模型 [J]. *系统工程*, 2007, 25 (7): 38–44.
- Yang Yang, Liu Zhixue. A system dynamic model of vendor managed inventory and third party logistics [J]. *Systems Engineering*, 2007, 25 (7): 38–44. (in Chinese)
- [19] 杨天剑, 吕廷杰, 张晓航, 等. 二级供应链系统的动力学仿真 [J]. *系统工程理论与实践*, 2007, (9): 107–114.
- Yang Tianjian, Lü Tingjie, Zhang Xiaohang, et al. A system dynamics model on multiple-echelon control [J]. *Systems Engineering—Theory & Practice*, 2007, (9): 107–114. (in Chinese)
- [20] Aucamp D C. The evaluation of safety stock [J]. *Production and Inventory Management Archive*, 1986, 27 (2): 126–132.
- [21] 吴克文, 柯伟. 基于复杂供应链库存管理策略的系统动力学研究 [J]. *物流技术*, 2006, (4): 39–42.
- Wu Kewen, Ke Wei. System dynamics of inventory management policies based on complex supply chains [J]. *Logistics Technology*, 2006, (4): 39–42. (in Chinese)
- [22] Forrester J W, Senge P M. Tests for Building Confidence in System Dynamics Models [R]. Sloan School of Management Massachusetts Institute of Technology, 1979.

Mode of TPL cross-docking supply hub based on system dynamics

SHI Yong-qiang, PENG Shu, ZHANG Zhi-yong*, YANG Lei

School of Economics and Commerce, South China University of Technology, Guangzhou 510006, China

Abstract: Combining qualitative analysis and quantitative study on system dynamics, this paper first analyzes and defines the mode of the third party cross-docking supply hub in supply chain inventory management. Second, this paper sets up a system dynamics model in the supply chain based on the third party cross-docking supply hub mode. Finally, the simulation analysis of inventory management cases is made in order to prove that the third party cross-docking supply hub mode has a comparative advantage over decentralized VMI mode. What's more, this paper offers optimization suggestions for the operation of this mode.

Key words: supply chain management; 3PL; cross-docking; supply hub; system dynamics