

供应链管理的定量方法研究综述

周秀云,冯俊文

(南京理工大学经济管理学院,江苏南京 210094)

摘要:运用管理科学的理论和方法对供应链进行定量化整合与管理,可以实现整个供应链资源的最优配置和利益成本的最优化。对国外有关供应链定量整合和管理的研究进行了综述和比较分析,提出了未来可能的研究内容和方向。

关键词:供应链整合;最优化;决策分析;定量方法

中图分类号:F253.9

文献标识码:A

文章编号:1001-7348(2004)01-0141-03

0 前言

供应链管理(SCM)就是对企业或产业上、中、下游链接之间原料供应、产品制造、物件配送、成品销售等连锁经营行为或者活动进行的管理,其目的在于求取企业、产业整体经营成本的最小化或者整体利润的最大化。运用管理科学的方法来规划和设计企业运作的系统有早期的物料需求计划(MRP),随后的制造资源计划(MRP II)和企业资源计划(ERP)。SCM可以看作是在MRP II和ERP的基础上,将企业内部活动管理延伸到连锁企业行为管理的一种模式。SCM的产生主要是受下列因素的影响:生产基地与消费基地的全球化;企业的垂直分工与虚拟整合;国际互联网与电子商务的普及化;数量分析工具和技术的精细化。SCM的基本概念可以追溯到20世纪60年代前后发展起来的系统动力学理论,它运用因果回路来模拟系统内部变量之间的消长关系。SCM的另外一个基本分析的工具是最优化技术,它的目的是在给定的因果行为与资源限制条件下,求取资源的最适分配方式,以取得利益的最大化或者成本的最小化。SCM中引用的最优化方法依其复杂程度可以分为线性模型、非线性模型和随机模型。除了系统动力学与最优化方法以外,SCM也广泛使用分布式数据库和网际地理信息系统技

术。

1 供应链定量管理回顾

物料需求计划系统MRP的概念形成于20世纪80年代,主要是用来解决欠料或者存货问题。随着信息技术的发展,原来MRP的功能由物料以及生产进一步扩大到财务、营销以及人事等领域,进而演化为20世纪90年代的制造资源计划系统MRP II。初期的MRP II系统针对的是单一工厂的管理,由于计算技术的发展和网络通讯技术的进步,使得MRP II系统由单一工厂的管理演化为网络整合上、中、下游的大型管理系统,这样的整合管理系统,就称之为供应链管理系统,它包含了原料采购、生产、运输、销售等功能,而信息流和物流则贯穿于其间。

供应链整合的思想由来已久,并非始于现代,我国汉代的盐铁专卖系统,就已经有供应链的概念。只是进入工业化时代之后,讲求专业化分工和大规模制造,渐渐地丧失了整个供应链的整体观念。整体观念的丧失,加上供应链中每个单位追求自己的最大利润,产生了许多问题,其中常被广泛讨论的现象就是“长鞭效应”。在这种效应之下,供应链中的各参与者为了避免不确定因素,如技术进步、需求变化等影响,往往要背负大量的存货来应对。但是在产品寿命周期短的市场中,存货多意味着竞争优势的丧失。

除了长鞭效应之外,不同单位之间信息的不流通,缺乏精确的计算等,对整个供应链的效率都产生相当大的影响,最后的结果是供应链中的所有成员都将受到伤害。

产业之间的上、中、下如何合作,使得供应链能有效地运作以及整合,降低时间、人力资源与生产运作的成本,是供应链管理的重要课题。这些问题的解决可以分为两种途径:一种是定性分析,它以语言、图像或者统计表等人文方式来描述连锁行为的消长特点,在推理上着重人文经验的归纳和整理。另外一种途径是定量分析,是以数量、符号或者方程式等数量方式界定连锁行为之间的因果关系,在推理上着重数理逻辑的演绎。

在过去的30多年中,分别针对采购模型、生产模型、运输模型以及仓储模型讨论供应链管理的文献较多,也有人试图将这些模型整合在一起。然而在早期的研究中,由于受计算能力的限制,往往只能局部进行简单的模型整合,但这些简单的整合模型,正是目前供应链模型即供应链定量管理的雏形。

对供应链管理模型问题,有许多论文从不同角度进行了回顾。Aikens在1985年对工厂选址问题,由简单的无限产能模型开始,一直回顾到单阶段多产品的有限产能模

收稿日期:2003-06-16

基金项目:国家自然科学基金资助项目(79870030)

型。在那时,利用随机方法来处理配销问题中的需求的文献相当有限,Aikens指出,用定量方法来处理大部分的情况就足够了。作者同时也提到,动态的多产品问题是未来研究的方向。

Bhatnagar等在1993年对多工厂整合的有关文献进行了回顾。作者定义了两种整合的层次。第一种层次是一般性的整合,指的是整合不同活动中的决策,如工厂的选址问题、生产问题以及配销问题的整合。第二种层次是不同层次中同一种活动的整合。一般性的整合问题被作者分为3种:采购与生产整合,生产与配销整合,存货与配销整合。

Geoffrion和Powers在1995年讨论了过去20多年来配销系统设计的演化过程。讨论的范围包含了电脑通讯科技、演算法、资料处理、模型特征、软件能力以及公司如何利用配销系统。作者同时也提到了税收问题对全球配销系统产能的可见影响。除此之外,论文认为目前配销系统软件的资料管理往往不具有弹性,而以SQL语言来处理资料在未来将会有许多好处。

Thomas和Griffin在1996年回顾了整合供应链中多种角色的文献。作者将过去的文献分为采购者与供应者整合、生产与配销整合、存货与配销整合。最后提出了一些未来可研究的方向,其中包括:非线性运输成本问题,产品寿命周期限制,全球性供应链议题等。

Vidal和Goetschalckx在1997年详细地从各个角度比较了过去数篇有关供应链方面的文献,包括模型类型、模型求解方法以及模型计算的详细资料,并且从数项国际化的特征对供应链模型进行了比较。作者在结论中指出,有几点是过去的模型较为不足的:①供应链中不确定的因素在绝大部分的模型中都没有考虑;②BOM的限制;③国际化的因素如汇率、税制等都没有考虑。同时作者认为,未来应该发展一个全球运筹的框架,此框架中应该包括可以表现不确定性以及数量化的模型,整个框架应该以混合整数规划模型为基础去开发一个决策支持系统。Beamon在1998年分别从供应链模型类型、供应链衡量准则以及衡量方法等方面对过去的模型进行了分析。作者指出,在设计供应链模型上有点越来越受到人们的关注:①产品延迟;②全球供应链的设计;③需求

的失真与需求变动放大效应。

2 供应链管理模型比较分析

20世纪60年代,Clark和Scarf提出了多层次框架下获得最优仓储策略的模型。虽然它并不是一个完整的供应链模型,但目前供应链中的多层次概念,实际上就始于该模型。

1974年,Geoffrion和Graves利用混合整数规划建立了一个多产品的配销模型。该模型主要由工厂、仓储中心与顾客组成。工厂可以生产多样的产品,并将这些产品运送到仓储中心,这样,每位顾客的产品需求由一个仓储中心来满足。在此模型中,利用分解技术来确定最优解,该最优解会决定哪些仓储中心有继续存在的必要。从这篇论文可以看出,整个“链”的框架已经成形,而分解技术也被广泛使用在这类模型和问题的求解上。

20世纪80年代,有关整合采购模型、生产模型、运输模型以及仓储模型的文献相当多。在Thomas和Griffin的综述性文献中将它们分成采购者与供应者整合、生产与配销整合、存货与配销整合3类整合模式。在Bhatnagar等中也用了类似的分类。

Williams在1981年时就提出了一种启发式的演算法用来解决供应链中生产与配销过程中的问题。目标是在满足产品需求的条件下使得平均存货成本与固定成本(包括订购、运输以及设定成本)总和为最小。

Cohen和Lee在1985年时提出了两种模型,其中之一是由原料采购的供应商开始,经过工厂、仓储中心,最后到达顾客。这种模型类似1974年Geoffrion和Graves所提出的模型,但其中整个“链”的框架中多了一个原料采购层,模型则是使用启发式的演算法求解。另外一个则讨论了非线性的生产规模经济问题。

Cohen和Lee在1988年使用随机过程方法,提出了另外一个整合模型。这个整合模型又分为:①原料控制;②生产;③存货;④配销四个子模型。每一个模型在给定的需求条件下,可以对成本作最优化的运算。此外,每个子模型会对其下游的子模型造成影响。对整个模型而言,是一个非线性问题,处理上几乎不可能。此外,这个模型最主要是得到一个长期的运作战略,而非短期的策

略。

Cohen和Lee在1989年时又提出了一个供应链管理的整数规划模型,这个模型主要讨论的是在一个全球化生产和配销的体系中,资源应该如何配置。作者描述了在供应链的不同层次所采用的资源配置策略。此模型的目标是求出税后纯利润的最大值,但因为变量太多,因此求解相当困难和耗时。

Cohen和Moon延续Cohen和Lee一个的名为PILOT的模型,在1990年提出了另外一个模型,这个模型中包括了供应商、工厂、仓储中心以及顾客,并且可确定:①哪些工厂与仓储中心需设立或者取消;②原材料采购的数量;③哪个工厂要生产多少产品;④由工厂经过仓储中心最后运输到客户的产品数量。目标为求解一个成本最小化问题,约束条件则包含了原料的需求、供给、产能等。在这篇文献中,作者指出在不同的情况下有许多因素都会影响到供应链的成本,其中运输成本在整个供应链的成本中尤其重要。

Towill在1991年利用模拟的方法来评估需求变动情况下应该对整个供应链采取什么样的策略。采用的策略有:①尽量消除配销的层次数;②在整个供应链中导入信息技术,以整合供应链中的信息流;③实现JIT的仓储策略来减少时间上的延误;④改善每次订购量或者订购程序。整个模拟模型的目标是找出一种在需求变动情况下使需求变异最小的策略。根据模拟的结果,以③即实现JIT的仓储策略以及①即尽量消除配销层次数这两种策略最为有效。

Pyke和Cohen在1993年使用随机过程方法,建立了一个三层架构模型的供应链模型。这个模型包含一项产品、一个工厂、一个仓储中心和一个零售商。该模型的目标是求成本最小值,约束条件则包含了服务水平、安装时间、处理时间以及补货前置时间。Pyke和Cohen在1994年继续改进旧的方法,将其扩展为多品种模型。

Amtzen等在1995年提出了一种利用混合整数规划建立的全球供应链模型。在这一模型中,目标是求解生产成本、运输成本、存货成本等总和的最小值加上活动时间的加权值。只要输入物料需求单、产品需求量、各项成本以及税制,最后就可以得到最优解。这一模型强调税制在全球化环境下的影响,

重新出口的冲退税以及不同国家地区的税制等都列入了考虑范围之内。该模型是一个多产品、多阶段、多层次的模型。

以上介绍的这些模型都是以成本为衡量供应链的准则,以最小成本为衡量方法。在模型的类型上,则可以分为3类:①确定型;②随机型;③模拟型。这里的确定型指的是所有的变量都是事先已知的,而随机型指的是至少有一种变量未知,而且未知变量假设为一种概率分布,模拟型则多采用系统动力学模型进行模拟。在计算方法上,主要有因素法,线性规划,启发式算法,模拟法,分解技术等。早期的供应链模型多数都是单时期、单产品,目前的供应链模型趋向于多时期、多产品的复杂模型。通过建立供应链模型要进行决策的决策变量,一般有:①生产与配销的计划表;②确定原料、半成品以及完成品的存货数量以及订货数量;③供应链该由哪几个层次组成;④由哪个仓储中心服务哪些顾客;⑤由哪个工厂生产哪种产品;⑥完成品的分布情况。

3 未来可能的研究

最优化理论和方法的应用在供应链整合与管理研究中已经取得了引入瞩目的成就,并帮助企业获得了可观的经济效益。有关的定量分析方法在供应链管理软件中也有所应用。但从目前的研究和应用情况来看,以确定性整数规划模型居多,这些模型对于供应链的局部管理是非常有用的,但当供应链上的企业面临复杂多变的环境时,要想用这些确定的模型来进行量化整合和管理非常困难。从目前供应链定量管理研究和应用的实际分析,下面几方面仍是今后值得注意的问题:

(1)供应链定量模型既要能反映供应链的实际情况,也要能对供应链管理行为和现象的未来做出合理的预期。在这方面,系统动力学的理论和方法不失为一个很好的分析工具和手段,它不仅可以用来定性和定量描述供应链上各相关企业及其生产和运作要素之间的相互影响关系,而且借助于系统模拟和分析,可以较为合理地预期未来的供应链管理行为。

(2)非线性模型的建立以及先进的计算技术,如神经网络技术、进化计算技术的应用。线性模型简单且能有确定的输出结果是其广泛应用的原因之一,但在非线性现象充斥整个供应链管理的现实中,如何开发真正能整合和管理供应链的数学模型仍然是今后值得研究的一个课题。目标规划技术可以是其中一个很有应用前景的工具和手段。现有的供应链管理模型要么以供应链的效益为目标,要么以供应链的成本为目标,但实际中的供应链管理的目标可以是多种多样的,不仅有效益型和成本型的目标,而且还要有涉及许多要求适度达到的目标。可以预期,目标规划由于其处理目标的多样性和灵活性以及良好的模型调节功能,今后将会被广泛用来进行供应链的整合和管理。在计算方面,进化计算技术(包括遗传算法技术、进化规划技术和进化策略技术)、神经网络技术和其它仿生物计算技术(如免疫计算技术)是处理复杂优化问题非常有效的工具,已经在经济和管理的许多领域得到有效应用。对于复杂的供应链整合模型应用相应的计算技术进行求解,将大大提高供应链整合和管理模型的有效性和实用性。

(3)非概率推理技术和方法的应用。目前的供应链管理中的不确定性模型都采用

概率推理,因而建立的模型也称为随机模型。非概率推理技术在过去的几十年里有了较为长足的发展,应用比较广泛的有证据推理技术、模糊推理技术、灰色推理技术,而这些定量分析技术在供应链定量管理的应用还不多,特别是基于证据推理的供应链管理模型几乎没有。

(4)供应链管理模型系统的软件开发问题。目前开发的供应链管理模型比较分散,用户往往是独立开发模型和软件,如能集成现有的已有模型,开发出一个模型应用系统环境或者界面,实现用户供应链模型建立的信息化,则将会大大促进数量方法在供应链管理中的应用。

参考文献:

- [1] A.J.Clark,H.Scarf,Optimal policies for a multi-echelon inventory problem, *Management Science*, 6(4), 1960, 475-490.
- [2] A.M.Geoffrion,G.W.Graves,Multicommodity distribution system design by Benders' decomposition, *Management Science*,20(5),1974,822-844.
- [3] D.J.Thomas,P.M.Griffin,Coordinated supply chain management, *European Journal of Operational Research*, 94(1), 1996, 1-15.
- [4] Bhatnagar,Rohit,Chandra Pankaj,S.K.Goyal, Models for multi-plant coordination, *European Journal of Operational Research*,67(2),1993,141-160.
- [5] M.A.Cohen,H.L.Lee,Manufacturing strategy:concepts and methods, in P.R.Kleindorfer, ed., *The Management of Productivity and Technology in Manufacturing*, Plenum, New York, 153-188.
- [6] M.A.Cohen, H.L.Lee, Strategic analysis of integrated production-distribution system:models and methods, *Operations Research*, 36(2),1988,216-228.

(责任编辑:汪智勇)

Supply Chain Management by Quantitative Methods: an overview

Abstract:The management science theory and methodology can be used to quantitatively integrate and manage the supply chain, by means of which the resource optimal allocation and benefit-cost optimization of the whole supply chain can be measured and achieved under given causality behavior and the resource constraints.In this study,the abroad research about the quantitative integration and management of supply chain is overviewed and a comparison analysis between the different kinds of methods is made.A case study in HP Company is demonstrated.Finally, some possible research directions in the related field are discussed.

Key words:supply chain management; supply chain integration; optimization;decision analysis; quantitative method