

文章编号: 1003-207(2005)05-0116-10

供应链管理模型的分类和研究进展

高峻峻¹, 王迎军¹, 郭亚军², 吕 芹³

(1. 上海大学悉尼工商学院, 上海 201800; 2. 东北大学工商管理学院, 沈阳 110004
3. 合肥工业大学管理学院, 合肥 230009)

摘要: 本文首先在综合近年来供应链管理的国内外研究文献的基础上, 从研究对象与方法的界定和研究内容的界定两个层面对供应链管理模型进行了分类。然后, 对供应链管理中的几类主要问题: 供应链中的库存问题、供应链中的信息流及其价值问题、供应链协调与契约等问题的外部环境进行了简要分析, 对其研究进展进行了综述。最后, 展望了供应链管理模型未来的研究方向与热点。

关键词: 供应链; 供应链管理; 建模方法; 模型; 综述

中图分类号: F270.7 文献标识码: A

1 引言

进入20世纪90年代以来, 供应链管理已经成为现代企业的主要管理模式。供应链管理是围绕最终顾客的需求, 用系统的观点对供应链中的物流、信息流进行设计、规划和控制, 对成本流进行分解与控制, 并围绕买卖双方间的物流和资金流实施信息共享和经营协调, 以实现稳定、高效、柔性的供需关系, 使供应链中的成员获得相应利益的一种管理理念, 其目标是增加供应链成员的销售额或利润(或降低成本)、增强其获利能力与竞争优势、提高运作效率、服务水平以及供应链的响应能力。

随着供应链和相关物流系统的日趋复杂, 对供应链管理的定量化研究, 特别是供应链管理的建模、优化与仿真已经成为分析物流系统的最强有力工具。然而对供应链管理模型类型的划分却并不容易。本文在综合近年来供应链管理的国内外研究文献的基础上, 从研究对象与方法的界定和研究内容的界定两个层面对供应链管理模型进行了分类, 并依据具体研究内容对供应链管理中的几类主要问题的外部环境进行了简要分析, 对其研究进展进行了综述。

2 供应链管理模型的分类

因为从供应链全局角度来看, 没有模型能够描述供应链流程的所有方面, 所以 Chopra S 和 Meindl P(2001)^[1]指出, 可以从战略层、战术层和运作层对供应链模型进行分类, 从而帮助建模者确定研究范围的宽度和供应链计划水平的长度。Cooper MC et al.(1997)^[2]则从供应链合作伙伴关系类型、供应链网络的结构维度和供应链合作伙伴中的流程特征三方面对供应链管理模型进行了阐述。Shapiro J(2001)^[3]一书从建模方法角度将供应链管理模型分为描述性模型(预测模型、成本类型、资源利用及仿真模型)和标准模型(优化与数学规划模型), 该种分类方法清晰地阐述了描述性模型与标准模型各自的作用及其相互关系——开发准确的描述性模型是必须的, 但对于有效决策是不够的, 应与优化模型结合起来确定企业的规划与决策。与其类似, Beamon BM(1998)^[4]将供应链管理模型分为确定性分析模型、随机分析模型、经济模型(博弈论模型)和仿真模型, MinH 和 Zhou G(2002)^[5]则将供应链管理模型分为确定性模型、随机模型(概率模型)、混合(hybrid)模型和IT驱动模型, 陈剑(2001)^[6]将供应链优化模型分为排队论模型、对策论模型、网络流模型和策略评价模型。由以上分类可以看出, 对供应链管理模型分类大多以建模方法为依据, 但在实际建模过程中, 建模方法只是实现供应链建模的一个重要方面, 它需要根据具体的建模对象和研究侧重而定。所以, 本文从这个角度出发, 从两个层面对供

收稿日期: 2004-07-14; 修订日期: 2005-08-24

资助项目: 国家自然科学基金资助项目(7047203)

作者简介: 高峻峻(1976-), 女(汉族), 辽宁辽阳人, 博士, 上海大学悉尼工商学院讲师, 研究方向: 供应链中的库存管理、分销系统建模与仿真。

供应链管理模型进行分类,如图1所示,第一个层面是研究对象与方法的界定,主要考虑了产品特征、对象系统和建模方法三个方面;第二个层面是研究内容

的界定,主要考虑了需求特征、研究类型和研究侧重三个方面。

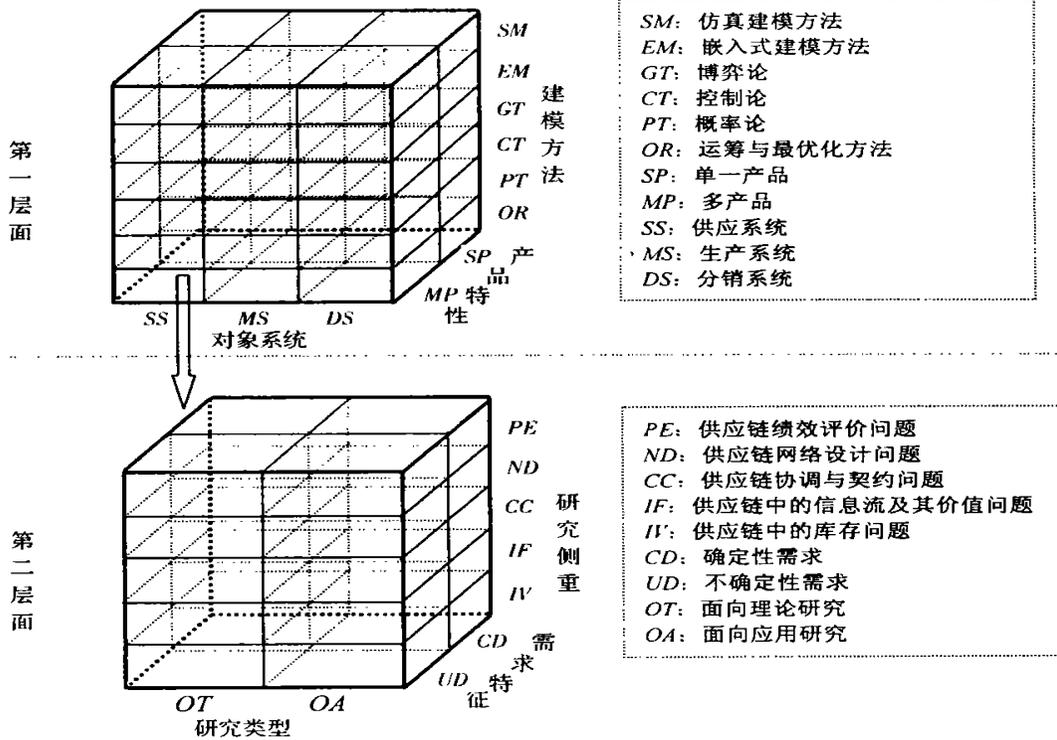


图1 供应链管理模型分类的两个层面示意图

2.1 第一个层面——研究对象与方法的界定

主要从三方面对供应链管理模型的研究对象与方法进行界定:

(1) 产品特征: 它与对象系统共同界定了供应链管理模型的研究对象。产品特征主要是指产品的数量和产品的生命周期特征。其中,产品数量用于界定该模型研究的是单一产品(Single Product, SP)还是多产品(Multiple Product, MP),产品的生命周期特征用于界定模型研究的产品类型(包括耐用品、易变质品、退化产品和可回收产品等)以及产品所处生命周期的具体阶段(包括开发期、成长期、成熟期和衰退期)。

(2) 对象系统: 在界定了产品特征之后,应界定主要研究该产品的哪一个供应链阶段,即对象系统。根据集成供应链的一般结构,可以将对象系统确定为供应系统(Supply System, SS)、生产系统(Manufacture System, MS)和分销系统(Distribution System, DS)三类,当然模型研究的可以是其中一个系统,也可以同时研究多个系统(如整条供应链)。在这三类系统中,生产系统的理论研究比较成熟,实践应用成果也较多,这主要是因为多年来学术界和企

业界一直都把研究的重心放在制造供应链中,对各种流程的优化及调度进行了大量细致的研究。而供应系统和分销系统则是供应链管理理念提出的两大源头,一直因其可能带来的巨大的成本节约而倍受关注。所以,近年来有关供应系统和分销系统的研究成果也日趋丰富和深入。

(3) 建模方法: 应依据研究对象的不同,选用适当的建模方法。这里将供应链管理的建模方法归纳为六类——运筹(数学规划)与最优化方法(Operations Research & Optimization Methods, OR&OM)、概率论(Probability Theory, PT)方法、控制论(Control Theory, CT)方法、博弈论(Game Theory, GT)方法、“嵌入式”建模(Embedded Modeling, EM)方法、仿真建模(Simulation Modeling, SM)方法(参见图1)。其中,运筹(数学规划)与最优化方法以及概率方法被认为是供应链管理的标准建模方法。近来,供应链管理模型中控制论和博弈论的应用也越来越多,如将控制论应用于库存模型,将博弈论应用于供应链协调模型,且它们常与数学规划和优化方法结合使用。下面对“嵌入式建模方法”和“仿真建模方法”的含义做简单的介绍。

“嵌入式建模方法”是指,在建立复杂系统的数学模型时,往往要对系统进行“细化(zoom in)”,把复杂系统分解成多个相互关联的子系统,如果细化后的某些子系统属于复杂的“输入-输出”关系,则可选择相应的模型类型并通过计算模型参数来拟合这种复杂的“输入-输出”关系,然后把此模型嵌入到原复杂系统中的一种建模方法。“嵌入式建模方法”主要包括模糊建模方法、神经网络建模方法、统计建模方法以及这些方法与软计算(遗传算法、模拟退火等)的组合方法等。因为“嵌入式建模方法”既可以与仿真方法结合,又可以描述优化中的某些问题,所以无疑给供应链管理的研究提供了全新的思路。

“仿真建模方法”主要用于供应链建模的规模和复杂程度无法用数学方法来解决的情况。仿真建模方法与前五种建模方法的根本区别在于,它是针对每个具体问题建立的,而且在问题确定阶段就必须确定系统的目标和与系统相关的可控与不可控变量。仿真模型可以分为确定性(deterministic)仿真模型和蒙特卡洛(Monte Carlo)仿真模型^[3]。在确定性仿真模型中所用到的“状态变量”是人们关注的焦点,状态变量随着外部环境各因素的变化而变化,随目标函数的不同而取不同的值,所以供应链“系统”的状态变量的稳定程度是确定性仿真模型应该回答的问题。蒙特卡洛仿真方法要求用概率统计方法分析供应链的不确定性,比如利用历史数据确定概率密度函数,有时可能会涉及多个变量的联合分布问题。此外,离散事件仿真(discrete event simulation)方法在供应链建模中应用的也较多,主要用于研究受事件驱动、系统状态是跳跃式变化、系统状态迁移发生在一串离散时间点上的离散事件动态系统。应注意,采用上述仿真建模方法时,结论的评价和验证是不可忽视的。

2.2 第二个层面——研究内容的界定

在界定了研究对象之后,转入第二个层面,即针对具体的研究对象来界定研究内容。对研究内容的界定也主要从三个方面出发:

(1) 研究类型:用于界定所做的研究是面向理论(Oriented-Theory, OT)的研究还是面向应用(Oriented-Application, OA)的研究。面向理论的研究是指,针对供应链中不同的问题或复杂供应链结构与环境,提出新的模型或新的算法,强调理论的创新和突破;面向应用的研究是指,针对实际的应用环境,将理论模型进行改进或逼近,或开发相应的软件,从而解决实际问题,强调实际应用的可行性和

应用的效果与启发。

(2) 需求特征:因为不同的需求模式对各项成本的描述可能有着很大的影响,进而影响库存决策和其他供应链决策,所以在界定研究内容时,需求的特征应首先界定清楚,即需求是确定性需求(Certain Demand, CD)还是不确定性需求(Uncertain Demand, UD)。确定性需求是指可以用确定的函数形式表示的需求,其描述方法根据供应链外部环境可以分为多种,比如,需求为常数或需求率固定,需求为价格的函数,需求为时间的函数,需求为库存水平的函数等;不确定性需求是指,在一定时期内无法用确定的函数形式表示的需求,如需求服从某一概率分布、需求函数中含有随机变量、需求不平稳、需求为随机的时间序列以及需求具有模糊性等等。在确定性需求下管理订货、运输等问题相对容易解决,而在不确定性需求下,要选择一个合适的库存水平来满足顾客需求则比较复杂,很多问题在不同的不确定性需求模式下研究得到的结论与确定性需求下是不同的。应注意,需求特征是与产品的数量、产品的生命周期特征以及供应链中各成员的订货策略密切相关的。比如,当产品为退化产品时(指产品在某一时刻效用和需求可能突然或渐进地降为零),需求可以描述为时间的减函数;当供应链某一成员的订货提前期很短或经常出现紧急订货时,需求的不确定性会比较大。

(3) 研究侧重:在界定了研究对象以及研究类型和需求特征之后,应当进一步地界定研究侧重点放在哪一类问题上,这里将供应链管理中所研究的问题分为五类——供应链中的库存问题(Inventory Problem, IP);供应链中的信息流(Information Flow, IF)及其价值问题;供应链协调与契约(Coordination and Contract, CC)问题;供应链网络设计(Network Design, ND)问题;供应链绩效评价(Performance Evaluation, PE)问题。

综上,本文通过产品特征和对象系统将供应链管理模型的研究对象分为六大类,每一类研究对象又可以依据建模方法的不同分为六种研究思路(参见图1的第一层面);然后,针对第一层面界定的研究对象,通过需求特征和研究侧重将其研究内容划分为十类问题,每一类问题又可依据研究类型的不同,分为两个研究方向(参见图1的第二层面)。通过这两个层面的界定既可以实现对供应链管理模型的详细划分,又可以帮助建模者迅速确定研究对象和研究内容。下文将从研究内容角度对供应链管理

中几类主要问题的外部环境进行简要分析, 对其研究进展进行综述, 以期能在建模者确定研究对象和研究内容之后, 对其形成建模思路并选择合适的建模方法提供一些帮助与启发。

3 供应链中几类主要问题的研究进展

3.1 库存问题的研究进展

表1 供应链中库存问题的外部环境分析

文献	需求类型	产品类型	提前期	成本结构						库存策略	目标函数	建模方法	研究类型
				生产成本	采购成本	库存成本	订货成本	缺货成本	其他成本				
Bhattacharjee ^[7] (2000)	CD ₁	SP _d	A		+	+	+			B ₂	A	DM	OT
Hwang ^[8] (2000)	CD ₂	SP _d	A		+	+	+		+	B ₁	A	CT	OT
Jung ^[9] (2001)	CD ₁	SP	A	+		+	+			A	AB	GP	OT
Balkhi ^[10] (2001)	CD ₃	SP _d	A	+		+	+		+	A	B	MP	OT
Bassok ^[11] (1999)	UD ₂	MP	A			+	+		+	B ₁	A	DM	OT
Liu ^[12] (1999)	UD ₁	SP _d	A			+	+		+	A	B	SP	OT
Sederage ^[13] (1999)	UD ₂	SP	B		+	+	+		+	A	B	PD	OT
Federgruen ^[14] (1999)	UD ₃	SP _d	A		+	+	+		+	B ₁	A	DM	OT

注: ①需求一栏中 CD₁ 表示需求是具有价格弹性的, CD₂ 表示需求是库存水平的函数, CD₃ 表示需求是时间的函数; UD₁ 表示需求分布已知, UD₂ 表示需求分布未知, UD₃ 表示需求函数中含有随机变量; ②产品一栏中 SP_d 表示单一的易变质的产品, MP 表示多产品; ③提前期一栏中 A 表示提前期为零或为常量, B 表示提前期为随机变量; ④库存策略一栏中, A 表示连续检查库存策略, B 表示周期检查库存策略, B₁ 表示在周期检查策略下研究的是单周期库存问题, B₂ 表示在周期检查策略下研究的是多周期库存问题; ⑤目标函数一栏中, A 表示利润最大化函数, B 表示成本最小化函数; ⑥建模方法一栏中, DM 表示动态规划, CT 表示控制论, GP 表示几何规划, MP 表示数学规划模型, SP 表示模型中用到了随机过程方法, PD 表示模型中用到了概率类方法; ⑦研究类型一栏中, OT 表示理论研究, OA 表示应用研究; ⑧符号“+”表示考虑了该成本因素。

表1给出了部分现有文献关于供应链中库存问题的外部环境分析。从表1可以归纳出供应链中库存模型的基本组成要素: 库存模型常常用数学规划方法和概率方法建立模型, 一般目标函数为总成本最小或总利润最大, 常用最优化方法对库存问题进行求解; 供应链中的库存模型的约束条件, 除了常见的资源约束和决策变量的约束以外, 还常常考虑顾客服务方面的约束, 如缺货量约束和各种服务水平(如无缺货概率或订单满足率)约束; 库存模型的决策变量包括订货量、最大库存水平、再订货点、订货周期以及提前期和安全库存因子等。此外, 从表1中还可以看出, 现实中库存决策的复杂性使得库存问题的理论研究在库存问题研究中所占的比重较大, 而且库存理论方法在很好地解决实际问题方面仍有一定差距。

表2给出了供应链中库存问题的研究进展, 其中, 关于易变质产品库存问题的更详细的研究发展可参见文[15], 关于报童问题的研究进展可参见文

库存在供应链管理中扮演着重要的角色, 它直接关系着供应链成本的高低和服务质量的好坏。供应链管理环境下库存问题的研究更多的集中在企业外部供应链的库存控制方面, 也就是通过企业与企业之间的库存协调来实现局部或整体供应链的利益最大化。

[16]。

3.2 供应链信息流及其价值问题

供应链中的信息是用于描述组织之间连接点的特性的, 信息的传递形成了信息流, 对信息的及时有效传递和正确理解是有效管理供应链系统的关键。这一领域的研究主要集中在运用信息流控制库存、合并信息流, 以及信息流的及时性与准确性对供应链绩效影响的量化研究等几个方面。表3给出了一些现有文献关于信息流及其价值问题的外部环境分析。从表3可以看出, 需求模式、生产商的生产能力、供应链系统的提前期以及系统中成员的信息共享程度都是研究信息流问题要考虑的关键因素。

表4给出了供应链中信息流及其价值问题的研究进展。因为分销系统中生产商与零售终端的信息交流的改善将会显著提高整条供应链的绩效, 所以, 目前信息流及其价值问题大多围绕分销系统进行研究^[22-23]。

表 2 供应链中库存问题的研究进展

问题分类	研究方向	具体研究内容	常用建模方法
供应链环境下的库存建模	复杂需求模式下的库存建模	<ul style="list-style-type: none"> 易变质产品需求模式下 随机需求模式下 模糊需求模式下 不平稳需求模式下 	<ul style="list-style-type: none"> 随机过程和微分方程 概率论 模糊数学 概率论和时间序列分析
	复杂目标函数下的库存建模	<ul style="list-style-type: none"> 成本或收益的描述日益复杂和全面 实现目标利润或成本的概率最大化 多目标库存建模 	<ul style="list-style-type: none"> 非线性规划和模糊规划 随机规划 多目标规划
	多设施环境下的库存建模	<ul style="list-style-type: none"> 需求的相关性问题研究 集成库存模型 	<ul style="list-style-type: none"> 概率论 数学规划
	多产品环境下的库存建模	<ul style="list-style-type: none"> 多产品的联合补给问题 具有替代性的多产品库存问题 	<ul style="list-style-type: none"> 概率论和数学规划 数值方法和优化方法
	多周期环境下的库存建模	<ul style="list-style-type: none"> 价格或其他成本因素的动态性 资金具有时间价值下的库存建模 产品具有固定或随机生命周期 	<ul style="list-style-type: none"> 动态规划 技术经济学 概率论
库存问题与其他问题的联合决策	供应-库存决策	<ul style="list-style-type: none"> 供应的不确定性(随机提前期)研究 确定向多个供应商订货的再订货点和订货量以及最佳的供应商数目 	<ul style="list-style-type: none"> 多元概率分布 数学规划 最优化方法
	生产-库存决策	<ul style="list-style-type: none"> 多阶段生产/库存系统的经济生产批量 生产装配系统中的库存决策 生产中的不确定性研究 	<ul style="list-style-type: none"> 概率论 数学规划 随机过程
	分销-库存决策	<ul style="list-style-type: none"> 分销系统成本的精确或近似计算 开发与供应链系统相适应的新型订货策略 多阶段分销系统的库存分配策略设计 多阶段分销系统的集中化与分散化库存控制的比较 	<ul style="list-style-type: none"> 数值方法 概率论 数学规划 最优化方法 仿真分析或敏感性分析
	库存-运输决策	<ul style="list-style-type: none"> 运输成本的改进 评估运输中的某项参数对供应链绩效的影响 复杂运输环境(加急运输或紧急订货)下的库存决策 运价折扣问题的研究 	<ul style="list-style-type: none"> 非线性函数 仿真分析或敏感性分析 概率论 数学规划 数值方法与最优化方法

表 3 信息流及其价值问题的外部环境分析

文献	需求类型	生产能力	卖方成本					卖方考虑因素	卖方库存策略	建模方法	研究类型
			生产成本	订货成本	库存成本	缺货成本	额外成本				
Bourland ^[17] (1996)	UD	A		+	+	+		ABC	B	PD	OT
Metters ^[18] (1997)	UD _s	A	+		+	+	+	BC	A	DM	OT
Gullu ^[19] (1997)	CD	B				+	+	A	A	PD	OT
Donhue ^[20] (2000)	UD _s	B	+	+	+	+	+	A	A	OM	OT
Zhao ^[21] (2002)	UD _s	A	+	+	+		+	ABC	B	EM	OT

注: ①需求一栏中, UD_s 表示需求具有季节性的不确定需求; ②生产能力一栏中, A 表示生产能力是有限的, B 表示生产能力是无限的; ③卖方的考虑因素一栏中, A 表示卖方考虑了买方的订货决策, B 表示考虑了提前期, C 表示考虑了服务水平; ④建模方法一栏中, DM 表示动态规划, PD 表示模型中用到了概率密度方法, OM 表示优化模型, EM 表示采用了嵌入式建模方法。

3.3 供应链协调与契约问题

供应链协调在供应链采购、生产和分销系统的成功运作上起着重要的作用,是实现供应链集成化和供应链节点企业间协作的重要手段。供应链契约的制定及其对供应链协调的影响已成为供应链运作管理中一个很重要的研究方面,许多企业都已经认识到供应链整体绩效是可以通过有效契约的制定而得到显著改善的,供应链成员之间的合作伙伴关系也是需要通过对供应链契约来保证的,即便供应链契约不能使供

应链达到最好的协调,也可能存在帕累托(Pareto)最优解,即保证每一成员的利益至少不比原来差。因此,供应链管理中的协调与契约问题日益引起了学术界和企业界的重视。Beamon BM(1998)^[24]将供应链协调定义为,供应链上的某个成员通过提供某种激励来试图改变另一个成员的行为。王迎军(2005)^[25]将供应链契约定义为,通过提供合适的信息和激励措施,来保证买卖双方的协调、优化供应链绩效的有关条款。书中将供应链契约分为单方决策的供应链契

约和多方决策的供应链契约,并进一步对每类契约分别从确定性需求下和不确定性需求下两个角度进行了文献综述,认为不同需求模式下的供应链契约的研

究方法是有本质区别的。供应链契约更详细的文献综述参见 Tayur S et al. (1998)^[26]。

表 4 供应链中信息流及其价值问题的研究进展

问题分类	研究方向	具体研究内容	常用建模方法
需求预测问题	纯需求预测问题(不考虑需求预测对供应链决策的影响)	<ul style="list-style-type: none"> 已知需求的分布但分布的参数未知 不平稳时间序列需求预测 带有促销或高季节性的需求预测 高精度需求预测方法的开发 	<ul style="list-style-type: none"> 贝叶斯估计 概率论 神经网络和遗传算法 模糊神经网络
	供应链中的需求预测问题	<ul style="list-style-type: none"> 需求预测对库存决策的影响 不同预测方法对供应链绩效的影响 基于需求预测的供应链建模 	<ul style="list-style-type: none"> 概率论 “嵌入式”建模方法 随机规划与多目标规划
信息流的价值问题	及时、准确的信息流的价值	<ul style="list-style-type: none"> 需求信息及时传递所带来的价值 供应链上其他信息的及时传递所带来的价值 对需求预测进行持续更新从而使信息流更为准确所带来的价值 提高需求预测精度(如集成化库存管理)从而使需求信息更为准确所带来的价值 	<ul style="list-style-type: none"> 概率论 贝叶斯方法 数值方法 “嵌入式”建模方法 仿真建模方法 数学规划
	信息共享的价值 ^[22-23]	<ul style="list-style-type: none"> 需求及其预测信息共享所带来的价值 生产、库存等供应链上其他信息的共享所带来的价值 信息共享的程度对供应链绩效的影响 长鞭效应的量化研究 	<ul style="list-style-type: none"> 动态规划 非线性规划 最优化方法和数值方法 概率论 仿真建模方法
供应链中的信息技术	供应链信息系统的设计、开发	<ul style="list-style-type: none"> 卖方管理库存的决策支持系统的开发 联合管理库存的决策支持系统的开发 CPFR 软件系统的开发 合作供应链计划系统 商业智能系统以及先进计划、调度系统 客户关系管理系统与产品数据管理系统 	<ul style="list-style-type: none"> “嵌入式”建模方法 数学规划与概率论 基于因特网的编程技术 大型数据库技术 数据挖掘与模糊系统
	电子供应链	<ul style="list-style-type: none"> 电子采购 电子分销 扩展供应链 网络能动工具(允许在线竞标第三方物流和全球运输服务) 电子应用服务 	<ul style="list-style-type: none"> 数据挖掘与模糊系统 电子商务技术 基于因特网的编程技术 multi-agent 风险度量及决策

表 5 供应链协调与契约问题的外部环境分析

文献	需求类型	信息	供应链结构			卖方成本结构				买方成本/收益结构					建模方法	研究类型		
			卖方数量	买方数量	协调方式	支付奖金	订货过程成本	生产准备成本	库存成本	库存成本	订货成本	缺货成本	采购成本	激励奖金			惩罚成本	
Weng ^[27] (1993)	UD	A	1	1, n	A		+	+	+	+	+		+				OR	OT
Grout ^[28] (1996)	CD	A	1	1	C	+			+				+	+	+	+	OR	OT
Ernst ^[29] (1998)	UD	A	1	1	B	+				+	+		+				GT	OT
Mantrala ^[30] (1999)	UD	A	1	1	B	+		+		+			+	+	+		GT	OT
Corbett ^[31] (2000)	CD	B	1	1	A	+	+			+	+		+				GT	OT
Lim ^[32] (2000)	CD	B	1	1	C	+									+	+	GT	OT
Wang ^[33] (2000)	CD	A	1	n	A		+		+	+	+		+				GT	OT
Viswanathan ^[34] (2001)	CD	A	1	n	A		+			+	+						GT	OT

注: ①信息一栏中 A 表示供应链上的信息是对称的, B 表示信息是不对称的; ②协调方式一栏中 A 表示数量折扣激励方式, B 表示奖金激励方式, C 表示激励与惩罚相结合的协调方式; ③建模方法一栏中, OR 表示应用了数学规划与最优化的方法, GT 表示采用了博弈论方法。

表 5 给出了一些现有文献关于供应链协调与契约问题的外部环境分析。从表 5 可以看出, 供应链

契约中有多种契约条款(协调方式)可以用来实现供应链的协调运作, 使买卖双方通过契约达到渠道最

优解或近优解, 这些契约条款的实质都是为了降低或削弱供应与需求之间的不匹配。

表 6 给出了供应链协调与契约问题的研究进展。从表 6 中可以看出, 无论是侧重于物流协调^[35, 36]还是侧重于信息流协调^[37], 供应链契约的研究内容都常常会涉及三个方面, 一方面是讨论给定契约条款下契约参数的确定, 另一方面是讨论某

种契约条款对供应链及其成员的绩效的影响以及如何提高系统的运作绩效, 还有一个方面就是确定需求模式与契约条款之间的关系。正如王迎军 (2005)^[25]一文中提到的, 供应链契约的制定除了与上述协调方式有关以外, 与最终顾客的需求模式也有很大的关联, 但国内外对于这方面的讨论很有限, 仍有待于进一步深入研究。

表 6 供应链协调与契约问题的研究进展

问题分类	研究方向	具体研究内容	常用建模方法
定价与库存的联合决策问题 ^[35, 36] ——物流协调问题	定价决策	<ul style="list-style-type: none"> 静态定价决策问题 动态定价决策问题^[36] 不同需求模式下的不同协调方式(集中协调\分散协调\部门协调)对定价决策以及供应链绩效的影响 	<ul style="list-style-type: none"> 数学规划 动态规划 概率论 数值方法 最优化方法
	数量折扣问题	<ul style="list-style-type: none"> 基于订货数量的折扣问题研究以及全体数量折扣与增量数量折扣的比较 开发新的数量折扣策略 基于订货频率的折扣问题研究 信息不对称下数量折扣策略的确定 不同需求模式下的不同协调方式(集中协调\分散协调\部门协调)对数量折扣策略以及供应链绩效的影响 带有多种折扣的多产品报童问题 	<ul style="list-style-type: none"> 非线性规划 随机规划 多目标规划 主从对策 最优化方法 数值方法 概率论 模糊规划
	返还策略问题	<ul style="list-style-type: none"> 最优返还策略的设计 不同外部环境和不同参数对返还价格的影响 部分返还与额外订货策略的设计 	<ul style="list-style-type: none"> 概率论 主从对策 数学规则与最优化方法 数值方法
	其他定价协调问题	<ul style="list-style-type: none"> 灵活订货问题研究 最小订购数量问题研究 采用奖金或周期性特权费用激励其他成员的供应链契约问题研究 准时制运输契约研究 	<ul style="list-style-type: none"> 主从对策 数学规则与最优化方法 概率论 数值方法 博弈论
	•其他供应链契约问题	<ul style="list-style-type: none"> 契约长度(长短期)的分析与决策 契约条款的分析 	<ul style="list-style-type: none"> 多目标决策与风险度量 多元概率分析
激励信息共享的供应链契约问题 ^[37] ——信息流协调问题	需求信息及其预测信息的共享契约	<ul style="list-style-type: none"> 生产商激励下游成员共享需求信息的契约研究 需求预测信息实时动态更新并为链上成员所共享的契约 	<ul style="list-style-type: none"> 委托-代理理论 数学规划与最优化方法 现代概率论 贝叶斯方法
	信息不对称下其他私有信息的共享契约	<ul style="list-style-type: none"> 信息不对称下研究契约菜单的设计 信息不对称下研究私有信息共享的协调机制的设计 信息不对称下企业之间的合作决策 	<ul style="list-style-type: none"> 博弈论 概率论 委托-代理理论 数学规划与最优化方法

4 供应链其他问题的研究进展

因为供应链管理研究的范围十分广泛和复杂, 涉及到的问题方方面面, 无法将其一一阐述, 所以只选择了供应链管理中的几个主要问题, 对其研究进展进行介绍。其他问题, 如前文中提到的供应链网络设计问题、供应链绩效评价问题也都属于供应链管理的重要分支。

在供应链网络设计问题中, 设施选址决策问题

是其主要问题, 它决定了整个网络的模式、结构和形状。设施选址问题的研究有两个角度: 一是将成本作为首要考虑因素, 从成本/利润最优的角度进行研究; 二是从定性和定量相结合的角度入手, 综合考虑自然条件和经济条件以及基础设施状况等影响因素, 采用多属性综合评价方法进行研究; 近来, 不确定环境下的选址/路线问题(除了要确定设施的最少数目和位置外, 还要确定最优运输路线并要求满足一定的服务水平)引起了国内外学者的广泛关注, 特

别是关于该问题的目标函数的确定和求解该问题的数值方法和启发式算法的开发。供应链绩效评价问题因其对企业决策和网络设计的支持而得到了很多学者的关注,特别是当物流能力成为企业创造和保持竞争利益的一个关键因素的时候,进行供应链绩效评价尤为重要。常良峰(2003)^[38]认为,供应链管理的绩效评价问题实质上是对供应链整体运行状况、供应链成员以及供应链上企业间合作关系的度量,一般涉及各企业内部的绩效度量、供应链上各企业间外部合作的绩效度量以及供应链整体绩效度量三个方面。而 Arns M et al. (2002)^[39]则从链水平和运作水平以及利润、柔性、可靠性、成本等几个角度对供应链绩效进行了评价。如果从绩效评价的具体内容角度看,可以将供应链的绩效评价分为财务评价、供应链成员综合评价、服务评价等几个方面。关于生产系统、分销系统以及供应链系统的设计评价等方面的更多内容可参考文[40-42]。此外,供应链国际物流问题也是供应链管理的一个很热门的研究方向。因为供应链管理的思想就是在经济全球化过程中发展的,所以,供应链国际物流问题要在考虑关税、原产地原则、退税、区域贸易协定中的进口配额、当地满意和汇率波动、转移价格等等不同的不确定风险条件下,研究如何实施全球化战略^[43]。关于供应链国际物流问题更多的研究进展参见文献[44-45]。其他问题,如通货膨胀和资金时间价值下的供应链模型、供应链环境下的生产计划与调度问题以及运输问题等,这里不再做详细阐述。

5 结论与展望

综上,进一步对供应链管理模型在未来的研究方向做如下展望:

(1) 产品需求的不规律波动和季节性波动以及产品生命周期的日益缩短,已经使得需求的概率分布不断随时间发生变化,因此,在不平稳需求下研究供应链问题将是供应链管理理论研究的深入;此外,绝大多数供应链模型只考虑优化单个指标(如总成本),预期充分考虑各种随机因素的多目标供应链建模问题将是未来很有前景的研究方向^[46]。

(2) 大多数库存控制领域的学者为得到一个有效的库存管理策略,常常应用概率论来处理库存管理中出现的不确定性,但当缺少可用的历史数据或历史数据不可靠乃至没有可用的历史数据时,标准的概率方法可能就不适用了,而且通过概率方法得到的库存管理策略的实际应用效果有时也并不理

想。此外,传统的库存控制模型还常常将模型中的模糊、不精确数据转换成清晰数据进行建模,如库存持有成本和缺货成本,它们实际上是很难用一个清晰值准确表达出来的^[47]。所以,模糊数学或模糊系统方法将会为处理和解决供应链中的库存问题提供全新的方向。

(3) 供应链管理在我国企业,特别是国有企业应用的阻力很大,委托-代理的激励成本较高,代理人败德行为严重,因此,供应链合作伙伴关系模型以及企业合作决策与协调实现机制的研究无疑是很有现实意义的。其中,供应链中各种为实现信息共享(信息不对称下)的柔性契约方案和销售季节中需求和价格均不确定下的柔性契约方案的设计与实施^[48]将会对供应链管理的现实应用提供很大的启发和指导;此外,不同协调机制的适用性分析、企业合作收益的进一步分配以及供应链契约的风险分担问题也都是很有现实意义的研究方向。

(4) 随着第三方物流的蓬勃兴起,供应链库存管理的研究重点开始向分销系统转移^[49]。分销系统的规划设计与优化运作,特别是多级多产品的分销系统库存问题和替代性需求下的分销系统库存管理问题将成为未来供应链管理理论研究的热点和难点;此外,第二方物流和第四方物流的成本分析以及电子商务环境下第三方物流的运作模式与合作模式的研究将有助于企业进一步降低物流成本和提高服务水平。

(5) 供应链管理领域的很多模型往往只是提供了一种理论视角,没有界定清楚模型中所需要的哪些参数在现实中是可以追溯和估计的,及它们合理的估计精度应为多少,而由模型所得到的最优策略往往只适用于计算不具有现实性的小数据量问题,而不能处理现实中大数据量和复杂供应链管理问题^[50]。因此,开发可用于指导我国供应链管理实践的运作模型无疑是未来非常有理论意义和现实意义的研究方向。

此外,供应链仿真模型的开发和供应链模型的仿真分析将是未来深入研究供应链管理理论的一个有效途径。这是因为,当模型仅针对某一特定系统、在某些条件和假设前提下进行开发时,很多因素(需求和提前期等)易受到环境条件的不确定性变化的影响,这些不确定性的来源可能会引起模型错误使用,所以,仿真分析既会达到进一步检验模型鲁棒性的效果,还会给建模者提供更多的结论和启发。

参考文献:

- [1] Chopra S, Meindl P. Supply chain management: strategy, planning and operation[M]. Upper Saddle River, NJ: Prentice-Hall, 2001.
- [2] Cooper MC, Lamber DM, Pagh JD. Supply chain management: more than a new name for logistics[J]. The international Journal of Logistics Management, 1997, 8(1): 1- 13.
- [3] Shapiro J. Modeling the supply chain[M]. 北京: 中信出版社, 2001.
- [4] Beamon BM. Supply chain design and analysis: Models and methods [J]. International Journal of Production Economics, 1998, 55: 281- 294.
- [5] Min H, Zhou G. Supply chain modeling: past, present and future[J]. Computers & Industrial Engineering, 2002, 43: 231- 249.
- [6] 陈剑, 蔡连桥. 供应链建模与优化[J]. 系统工程理论与实践, 2001, 6: 26- 33.
- [7] Bhattacharjee S, Ramesh R. A multi-period profit maximizing model of retail supply chain management: an integration of demand and supply-side mechanisms[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 122: 584- 601.
- [8] Hwang H, Hahn KH. An optimal procurement policy for items with an inventory level-dependent demand rate and fixed lifetime[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 127: 537- 545.
- [9] Jung H, Klein CM. Optimal inventory policies under decreasing cost functions via geometric programming[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 132: 628- 642.
- [10] Balkhi ZT. On a finite horizon production lot size inventory model for deteriorating items: an optimal solution[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 132: 210- 223.
- [11] Bassok Y, Anupindi R, Akella R. Single-period multi-product inventory models with substitution[J]. Operations Research, 1999, 47(4): 632- 642.
- [12] Liu L, Lian ZT. (s, S) continuous review models for products with fixed lifetimes [J]. Operations Research, 1999, 47(1): 150- 158.
- [13] Sederage D, Fujiwara O, Luong HT. Determining optimal order splitting and reorder level for N-supplier inventory system[J]. European Journal of Operational Research, 1999, 116: 384- 404.
- [14] Federgruen A, Heching A. Combined pricing and inventory control under uncertainty[J]. Operations Research, 1999, 47(3): 454- 475.
- [15] Goyal SK, Giri BC. Recent trends in modeling of deteriorating inventory[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 134: 1- 16.
- [16] Khouja M. The single-period (news-vendor) problem: literature review and suggestions for future research [J]. Omega, 1999, 27: 537- 553.
- [17] Bourland KE, Powell SG, Pyke DF. Exploiting timely demand information to reduce inventories [J]. European Journal of Operational Research, 1996, 92: 239- 253.
- [18] Metters R. Quantifying the bullwhip effect in supply chain [J]. Journal of Operations Management, 1997, 15: 89- 100.
- [19] Gullu R. A two-echelon allocation model and the value of information under correlated forecasts and demands [J]. European Journal of Operational Research, 1997, 99: 386- 400.
- [20] Donohue KL. Efficient supply contracts for fashion goods with forecast updating and two production models [J]. Management Science, 2000, 46(11): 1397- 1411.
- [21] Zhao XD, Xie J, Leung J. The impact of forecasting model selection on the value of information sharing in a supply chain [J]. European Journal of Operational Research, 2002, 142: 321- 344.
- [22] 黄小原, 卢震. 多分销中心供应链模型及其牛鞭效应的 H_∞ 控制[J]. 中国管理科学, 2003, 11(1): 42- 47.
- [23] 张钦, 达庆利, 沈厚才. 在 ARIMA(0, 1, 1) 需求下的牛鞭效应与信息共享的评价[J]. 中国管理科学, 2001, 9(6): 1- 6.
- [24] Beamon BM. Supply chain design and analysis: Models and methods [J]. International Journal of Production Economics, 1998, 55: 281- 294.
- [25] 王迎军. 顾客需求驱动的供应链契约问题综述[J]. 管理科学学报, 2005, 2: 68- 76.
- [26] Tayur S, Magazine M, Ganeshan R. Quantitative models for supply chain management[M]. Massachusetts: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- [27] Weng ZK, Wong RT. General models for the supplier's all-unit quantity discount policy[J]. Naval Research Logistics, 1993, 40: 971- 991.
- [28] Grout JR. A model of incentive contracts for just-in-time delivery [J]. European Journal of Operational Research, 1996, 96: 139- 147.
- [29] Ernst R, Powell SG. Manufacturer incentives to improve retail service level [J]. European Journal of Operational Research, 1998, 104: 437- 450.
- [30] Mantrala MK, Raman K. Demand uncertainty and suppliers return policies for a multi-store style-good retailer [J]. European Journal of Operational Research, 1999, 115: 270- 284.

- [31] Corbett CJ, Groote X. A supplier's optimal quantity discount policy under asymmetric information[J]. *Management Science*, 2000, 46(3): 444–450.
- [32] Lim WS. A lemons market? An incentive scheme to induce truth-telling in third party logistics providers[J]. *European Journal of Operational Research*, 2000, 125: 519–525.
- [33] Wang Q, Wu Z. Improving a supplier's quantity discount gain from many different buyers[J]. *IIE Transactions*, 2000, 32: 1071–1079.
- [34] Viswanathan S, Piplani R. Coordinating supply chain inventory through common replenishment epochs[J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 129: 277–286.
- [35] Chen X, Simchi-Levi D. Coordinating Inventory Control and Pricing Strategies with Random Demand and Fixed Ordering Cost: The Finite Horizon Case[J]. *Operations Research*, 2005, 52(6): 887–896.
- [36] Elmaghraby W, Keskinocak P. Dynamic Pricing in the Presence of Inventory considerations: Research Overview, Current Practice, and future Directions[J]. *Management Science*, 2003, 49(10): 1287–1309.
- [37] 马新安, 张列平, 田澎. 供应链中的信息共享激励: 动态模型[J]. *中国管理科学*, 2001, 9(1): 19–24.
- [38] 常良峰. 供应链优化及主从对策问题应用研究[D]. 东北大学, 博士论文, 2003.
- [39] Arns M, Fischer M, Kemper P, Tepper C. Supply chain modeling and its analytical evaluation[J]. *Journal of Operations Research Society*, 2001, 53: 885–894.
- [40] Meade L, Sarkis J. Strategic analysis of logistics and supply chain management systems using the analytical network process[J]. *Transportation Research, Part E*, 1998, 34(3): 201–215.
- [41] Weber MM. Calculating the cost of variances in the supply chain: determining supplier and buyer effect on Inventory Performance[J]. *Industrial Marketing Management*, 2000, 29: 57–64.
- [42] Persson F, Olhager J. Performance simulation of supply chain designs[J]. *International Journal of Production Economics*, 2002, 77: 231–245.
- [43] Baita F et al. Dynamic routing- and- inventory problems: a review[J]. *Transportation Research, Part A*, 1998, 32(8): 585–598.
- [44] Vidal CJ, Goetschalckx M. Strategic production- distribution models: a critical review with emphasis on global supply chain models[J]. *European Journal of Operational Research*, 1997, 98: 1–18.
- [45] Goetschalckx M, Vidal CJ, Dogan KI. Modeling and design of global logistics systems: a review of integrated strategic and tactical models and design algorithms[J]. *European Journal of Operational Research*, 2002, 143: 1–181.
- [46] Chen CL, Lee WC. Multi-objective optimization of multi-echelon supply chain networks with uncertain product demands and prices[J]. *Computers and Chemical Engineering*, 2004, 28: 1131–1144.
- [47] Giannoccaro I, Pontrandolfo P, Scozzi BA. A fuzzy echelon approach for inventory management in supply chains[J]. *European Journal of Operational Research*, 2003, 149: 185–196.
- [48] Burnetas A, Ritchken P. Option Pricing with Downward-Sloping Demand Curves: The Case of Supply Chain Options[J]. *Management Science*, 2005, 51(4): 566–580.
- [49] 王迎军, 高峻峻. 供应链分销系统优化及仿真[J]. *管理科学学报*, 2002, 5: 79–84.
- [50] Chopra S, Lovejoy W, Yano C. Five Decades of Operations Management and the Prospects Ahead[J]. *Management Science*, 2004, 50(1): 8–141.

The Classification and Research Progress of Supply Chain Management Model

GAO Jun-jun¹, WANG Ying-jun¹, GUO Ya-jun², LB Qin³

(1) Sydney Institute of Language and Commerce, Shanghai University, Shanghai 201800, China;

2) School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China;

3) School of Management, Hefei University of Technology, Hefei 230009, China)

Abstract: This paper first classifies supply chain management (SCM) models according to the following two layers based on the SCM literatures. The first layer is to determine the research direction and modeling methods and the second layer is to determine the concrete research contents in SCM modeling. Then, the research scenarios and research progress of the main problems in SCM are reviewed, which conclude the inventory problems in SCM, the information flow and its value in SCM, supply chain coordination and contract problems. Finally, some open problems and research interests about SCM models are proposed.

Key words: supply chain; supply chain management model; modeling methods; review