



物流供应链
丛书

供应链不确定性管理： 技术与策略

Managing Supply Chain Uncertainty:
Techniques and Strategies

张涛 孙林岩

Zhang Tao Sun Linyan

清华大学出版社

物流供应链
丛书

供应链不确定性管理： 技术与策略

Managing Supply Chain Uncertainty:
Techniques and Strategies

张涛 孙林岩

Zhang Tao Sun Linyan

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

在供应链的每一级中都存在着不确定性,而这些不确定性正是引起供应链管理困难的主要原因之一。供应链中的不确定性是企业和组织在管理与决策中不可回避却又十分棘手的问题。

本书在吸收复杂性科学、经济学、管理学和国内外已有供应链管理发展前沿成果的基础上,以供应链不确定性为分析对象,论述了供应链不确定性产生的来源及其影响的机理,并在此基础上提出了相应的管理与控制机制,对于我国制造业实施供应链管理模式、提升竞争力有着重要的理论与现实意义。

本书可作为 MBA 层次的供应链不确定性管理的教学参考书;管理科学与工程、工业工程等相关专业的高年级本科生和研究生有关供应链不确定性管理的教学参考书;教师、咨询师和从事供应链不确定性管理实践者的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

供应链不确定性管理:技术与策略/张涛,孙林岩编著.-北京:清华大学出版社,2005.10
(物流供应链丛书)

ISBN 7-302-11528-1

I. 供… II. ①张… ②孙… III. 物资供应—物资管理 IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 088838 号

出 版 者:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

客 户 服 务:010-62776969

责任编辑:张秋玲

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×230 印 张:17.5 字 数:315 千字

版 次:2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-11528-1/F·1312

印 数:1~3000

定 价:30.00 元

当前,我国制造业面临着许多困难,如企业效益不佳,库存居高不下等。其中原因众多,而众多原因中较主要的也容易被忽略的是企业缺乏有效的供应链不确定性管理。因此,如何管理与控制供应链的不确定性,对其产生机理与控制机制进行深入系统的研究对我国制造业实施供应链管理、提升国际竞争力意义重大。本书正是基于此,对供应链的研究重点放在如何管理与控制供应链的不确定性,对其产生的机理与控制机制进行深入系统的研究。

由于供应链是由不同单元构成的复杂系统,它涉及社会、人、组织、技术等诸多方面,对于供应链不确定性问题的研究比较复杂,往往要借助多学科的知识,并使用多种研究方法。因此,本书在国内外相关研究经验和前沿性成果的基础上,结合敏捷网络化制造、提升制造企业的核心能力和网络化制造资源集成的制造环境,利用适当的研究方法论(跨学科的研究方法、多主题的研究方法、仿真研究方法以及数理分析方法、案例研究方法等),从技术和战略两个层面对供应链不确定性的产生机理与控制机制进行系统的分析与研究,在运行模式方面,提出基于复杂自适应系统范式供应链运行模式与策略、供应链不确定性产生机理的概念模型,并在此基础上,剖析供应链不确定性影响与相应的控制机制,同时,构建了供应链不确定性的仿真与分析平台,提出解决供应链不确定性问题的有效算法等,从而为供应链的不确定性研究建立了一个相对完善的理论体系。

本书除第1章“绪论”以及第11章“结论”外,通过9章的论述来完成这一目标。其中,第2章探讨了供应链与供应链管理的相关概念,为后续各章论述奠定了概念与理论基础。第3章梳理了目前供应链系统常用的建模技术与方法。第4章应用交易费用、复杂自适应系统(CAS)范式对供应链系统的运作模式进行了深入的经济学分析。第5章在构建供应链不确定性产生机理概念模型的基础上,阐述了正是由于不确定性产生的根源与加剧不确定性影响

II 供应链不确定性管理：技术与策略

的因素的共同作用,导致了不确定性对供应链性能的影响。同时针对不同的影响因素,探讨了相应的控制机制。第6章探讨了控制供应链不确定性的具体管理技术,以为供应链管理提供更好的策略性指导。第7章提出了基于模糊数学的供应链不确定性建模方法,并在通用集成仿真环境 Arena 的基础上,构建了一个专门用于描述与分析供应链不确定性的仿真平台——FuzzySCSim。第8章根据“适应性造就复杂性”的观点,利用 Swarm 平台,构建了一个基于 CAS 的供应链仿真模型,来探讨供应链实体交互关系对供应链不确定性的影响。第9章阐述了应用仿真优化技术来辅助不确定环境下运作的供应链设计与控制决策问题。第10章通过典型案例说明了供应链不确定性管理在企业的实际应用情况。

由于供应链不确定性管理问题涉及面非常广,本书中还有许多重要的研究内容没有探讨,同时所做的工作在许多方面尚需进行深入和细致的研究,需要不断地充实与完善。特别是在仿真模型中,加入不同供应链结构、生产模式与库存模式的模型,以丰富仿真平台,是今后研究的主要方向。

本书在写作过程中参考和借鉴了不少国内外的相关资料,在引用中我们对其做了一定的修改,在此谨向有关作者表示深深的谢意!同时本书得到国家自然科学基金重点项目“中国制造业发展战略的管理研究”(编号:70433003)、国家863计划项目子课题“支持企业集团供应链管理及客户关系管理系统开发”(编号:2003AA413033)、“十五”211工程项目“复杂多变环境下管理创新问题研究”的子项“现代供应链管理与物流系统分析”的资助,在此表示衷心的感谢!

由于作者水平有限,书中不妥之处在所难免,敬请读者给予批评斧正,同时将批评和意见及时反馈给我们。

张涛 孙林岩
2005年3月于北京

1	绪论	1
1.1	选题背景及意义	1
1.2	国内外研究现状	4
1.3	研究的基本目标及方法论	10
1.4	研究内容及分析框架	13
2	供应链与供应链管理	17
2.1	供应链	17
2.2	供应链管理	21
2.3	供应链管理的评述	30
2.4	小结	31
3	供应链系统的建模技术与方法	32
3.1	概述	32
3.2	基于运筹学的建模方法	34
3.3	基于控制论的建模方法	35
3.4	基于系统仿真的建模方法	36
3.5	基于企业模型的建模方法	54
3.6	供应链管理软件	57
3.7	小结	58
4	供应链系统运作模式的经济学分析	60
4.1	供应链系统运作模式的交易费用分析	60
4.2	供应链系统运作模式的复杂自适应系统范式分析	68
4.3	小结	84
5	供应链不确定性的产生机理与控制机制研究	86
5.1	供应链不确定性的产生机理分析	86

IV 供应链不确定性管理：技术与策略

5.2 不确定性控制机制的研究	97
5.3 小结	125
6 供应链不确定性的管理技术研究	127
6.1 信息技术在供应链不确定性控制中的应用	127
6.2 不确定性的管理技术	143
6.3 小结	156
7 供应链不确定性的建模与仿真研究	157
7.1 面向对象的集成仿真系统 Arena	157
7.2 供应链不确定性的仿真与建模研究	163
7.3 小结	171
8 基于 CAS 的供应链主体交互建模与仿真研究	172
8.1 Agent 与 Multi-Agent 系统	172
8.2 ABM 与 EBM 的比较研究	177
8.3 Multi-Agent 仿真平台 Swarm	196
8.4 基于 CAS 的供应链仿真模型的构建	200
8.5 小结	205
9 仿真优化技术在供应链不确定性研究中的应用	206
9.1 不确定环境下供应链模型的特点以及求解方法的提出	206
9.2 仿真优化技术	207
9.3 不确定性环境下供应链优化研究	212
9.4 小结	223
10 案例分析	224
10.1 需求放大现象的综合分析	224
10.2 建立供应链合作伙伴关系控制供应链的不确定性	229
10.3 通过空间压缩与时间压缩控制供应链的不确定性	231
10.4 信息共享在供应链不确定性管理中的应用	233
10.5 信息技术在供应链不确定性管理中的应用	234
10.6 安圣电气如何管理供应链的不确定性	250
11 结论	253
11.1 结论与主要创新点	253
11.2 进一步研究的问题	256
参考文献	257

1.1 选题背景及意义

从 20 世纪 80 年代后期以来,信息技术的高速发展,全球经济的一体化和知识经济的兴起,给变革中的中国制造业,带来了全新的挑战,其市场环境和经营特征发生了根本性的变化,主要表现在:

首先,产品的生命周期越来越短,以往某种产品的生命周期可能有 1~2 年,而现在产品的生命周期大都不超过几个月,在不久的将来,产品的平均生命周期还将进一步缩短,企业“生产一代、开发一代、储备一代”的产品开发模式已远远赶不上需求的变化,企业越来越依赖基于时间的竞争(time-based competition),在最短的时间内将最新的产品推向市场,以最快的速度、最准确的时间将产品和服务送到客户指定的地点。

其次,产品的种类剧增,消费者的需求变化越来越快,厂商为更好地满足需求,不断的开发新产品,产品种类增长的速度远大于产品需求总量增长的速度,这给企业在营销、生产、产品开发设计等方面带来了巨大的压力与挑战,企业必须依靠新的思维方式来进行管理。

第三,企业面临全球竞争环境,企业,在世界范围内组织生产,在世界范围内销售产品,在世界范围内的所有产品和服务类别上与竞争对手竞争,形成全面竞争的态势。

最后,环境的不稳定,需求的快速变化与技术的迅速发展使企业所处的环境极不稳定,企业面临的是动态的需求、动态的组织、动态的管理。

与此同时,各种先进制造技术与管理模式在制造企业中不断应用,制造生产率已被提高到了相当高的程度,制造加工过程本身的技术手段对提高整个产品竞争力的潜力开始变小。因此,传统的只重视企业内部资源开发、利用的方法已不能适应新的商业环境,企业需要通过从外部资源的提供商那里获得

竞争优势,从而获得更大的生存空间^[1]。如何管理与控制供应者与需求者之间的物流、信息流、资金流,降低库存水平,加速物流及相关资金流的周转,提高企业生产及商品流通的效率,成为迫切需要解决的问题,于是,人们开始对供应链问题进行研究。

在全球经济一体化的今天,从供应链管理的角度来考虑企业的整个生产经营活动,形成这方面的核心能力,对广大企业提高竞争力将是十分重要的^[2]。例如,世界权威的《财富》(Fortune)杂志,就将供应链管理能力列为企业一种重要的战略竞争资源。对于企业自身而言,为了赢得生存和发展的空间,必须打破传统的地域、行业、企业的思维限制,在市场中寻求包括供应商在内的供应链所有成员企业的互补和共生,以获得最大生产有效性目的。

在这样的竞争态势下,企业的运行环境变得更加复杂,这就需要企业从新的视点来重新审视自己的运行模式,在更大的思维空间和时域空间进行资源的优化配置和生产战略决策。从这个意义上说,21世纪制造业的竞争将演变为供应链之间的竞争^[3]。

当前,我国制造业面临着许多困难,如企业效益不佳,库存居高不下等。其中原因众多,而众多原因中较主要的也容易被忽略的是企业缺乏有效的供应链管理。据一项调查研究表明^[4],中国企业供应链管理的现状如下:

(1) 供应链上各节点企业间的合作时间比较长,贸易伙伴之间已经建立了长期的贸易伙伴关系,说明供应链的结构比较稳定,这是供应链上企业间实施 ECR,QR 等供应链管理的基础。

(2) 我国企业虽然在管理过程中为提高管理效率也曾采取许多措施,但多是在企业内部或企业的部门内进行,没有从整个供应链的角度去考虑。多数企业不理解供应链管理,更不了解国外现状,企业内部传统的物流部门的职能已经不能适应当前的商业环境,急需从管理理念上进行改革。

(3) 企业已经开始运用计算机系统来进行生产规划和库存管理。但由于数据采集问题并没有解决,从而影响到库存管理的自动化。网络技术在企业的应用已相当普遍,但这种应用相当肤浅,多数企业仅限于用 E-mail 发送电子邮件的形式传送业务相关信息,企业并没有实现真正意义的电子数据交换。

(4) 由于供应链管理的支撑技术在企业之间还没有普及,VMI,CMI 等供应链管理的运作方式并未被企业采用,仍需要在企业间推广普及供应链管理的支撑技术。

因此,对供应链管理的研究将对我国制造业实施先进制造模式、提升国际

竞争力有着重大意义。

在供应链的每一级中都存在着不确定性,而这些不确定性正是引起供应链管理困难的主要原因之一。供应链中的不确定性是企业和组织在管理与决策中不可回避却又十分棘手的问题。形形色色的供应商以不同的规律送货到制造地点,使得最终产品的装配与加工存在着不确定性过程。然后,产品通过配送中心运输到全球各批发商、零售商直到最终顾客。在其中,由于运输工具,如飞机、轮船、火车和汽车的各种不确定因素,又会产生很多难以预测的情况。

库存是与不确定性的存在密不可分的,正是由于不确定性的存在,企业才不得不保持一定的库存水平以缓冲环境对企业的影响。在供应链上,从供应商、制造商、批发商到零售商,每个环节都存在库存。从库存的功能可知,库存是用于应付各种各样的不确定性,如需求变化、订货提前期、货物运输情况、生产时间等,为了保证供应链的正常运行,必须保有一定数量的库存。

可以说,供应链不确定性的存在是供应链上进行库存协调的障碍之一,而不断地增加存货又成为对抗和控制不确定性最原始的方法^[5]。事实上,库存是弥补生产的稳定性与需求波动的主要手段。但是即使在稳定的需求情况下,由于很多随机的原因或是制度方面的原因(比如供应链的结构、机器的容量、仓库、运输设备等),供应链依然有可能出现诸多的不确定性现象^[6],最终影响到整个供应链的运作效率。

例如,在生产系统中存在有许多不确定因素:如原材料到达时刻的变动;工件作业时间的变动;最终产品交货期的变动;工件加工优先权的变动等。传统的作业排序问题主要针对确定环境和条件下的生产模型,安排作业的活动、资源使用或配置设施的时间表,一些因素的不确定性经过处理后视作确定因素或干脆忽略不计。而在重视交货期、质量、客户服务和信息协调的竞争时代中,这些不确定因素再也不能被忽略了。这些因素直接影响着工厂中各类生产作业计划的编排,而这些作业计划活动驱动着企业的工作流、现金流,最终影响企业的生产效率、经济效益及企业的未来发展等。比如,在对现有工件的加工作业计划中如果不考虑今后顾客订单、工件到达时间等因素的不确定性,那么新来的非常紧急的订单、滞后到达的工件可能会中断现有工件的作业计划,从而使现有工件的已承诺交货期无法兑现,造成延迟性的损失,并使企业现金流周期增长^[7]。

从上面的论述可以看出,在考虑不确定性因素的情况下,因为其本身的不确定性特点及不同不确定性因素间的相互作用,使研究工作相当困难。所以

说,管理与控制这些不确定性,系统的分析与解决这些不确定性的影响就显得非常重要。为了降低这些不确定性的影响,供应链管理者必须首先认识它们的来源以及影响的机理。

实际上,很多供应链并没有记录和监测这些变量,结果,可能会在某些部分存货过剩而在其他部分出现缺货现象,或会将物料在供应链中移动的时间算错,或为了改善性能而进行错误的投资。

另外一些公司虽然对不确定性有很好的反应,但却没有将它们消除。典型的例子是采购部门的管理人员按照惯例制定库存量以防止在生产过程中出现缺货,但却忽略了问题的根源,对改善供应商的供货行为并没有作任何努力。

因此,本书的选题正是基于以上背景,对供应链的研究重点放在如何管理与控制供应链的不确定性问题,对其产生的机理与控制机制进行深入系统的研究。

本书的研究作为其中的组成部分,得到了国家自然科学基金重大项目——“先进制造模式及管理研究”(599990470-4)以及国家自然科学基金海外杰出青年基金 B 类——“基于网络制造联盟的客户化生产组织与管理”(70028102)的资助。

1.2 国内外研究现状

目前供应链管理是国内外广泛开展的一个前沿课题,是学术界、商业界、制造领域、咨询业的研究热点之一^[8]。

例如, *International Journal of Production Planning and Control* 杂志于 1995 年出了一期“供应链管理”专刊; *IIE Transactions* 也于 1997 年出了一期“供应链管理”专刊,同年,权威的 *Management Science* 为了顺应这一潮流,从第 4 期开始将“供应链管理”专门开辟为一个独立的研究领域,以便更好地处理这方面的研究成果。随着商业环境的变迁,供应链管理也被赋予了新的内涵,如 *Journal of Operations Management* 杂志于 2002 年出了一期研究 Demand Chain Management 的专刊。

供应链管理也已为企业界所关注。有资料显示,惠普(HP)、数字仪器公司(DEC)、宝洁(P&G)、爱立信(Ericsson)公司等都已采用这种管理新方法并因而增强了企业的国际竞争力^[9]。A. T. Kearney 咨询公司的一项研究表明,低效的供应链将浪费一个企业高达 25% 的经营费用^[10]。而 Mercer 管理顾问公司的研究报告也指出,有近一半接受该公司调查的企业主管将供应链管理

作为公司的 10 项大事之首^[11]。Ohio State 大学的调查报告结果表明,供应链已经成为企业物流的最重要影响因素之一^[12]。根据 AMR(美国先进制造研究中心)的预测,供应链管理市场(AMR 研究中心定义为包括应用软件维护和授权,硬件设备、服务、培训、咨询、客户开发、系统集成等的市场)在 2003 年将达到 186 亿美元^[13]。

正如全球商学院的顶级刊物 *Harvard Business Review* 在 2004 年 10 月出版的“21 世纪供应链”专刊所述:“诚然,管理现代化供应链是生产、采购以及分销等各个领域专家的工作,但是今天这项工作对于 CFO、CIO、运营及客户服务部总经理以及其他相关经理来说也同样重要。供应链管理的变化确实是革命性的。而且这一前进的步伐也没有放慢的迹象。在相互之间联系越来越多、相互间的依赖性越来越强的全球经济中,将原材料以及成品(还有信息以及其他商业服务)从一个地方运送到其他地方的工作正在以难以置信的技术革新、老方法的灵活运用和强大的数学软件等方法实现。端到端的、从上到下的现代化供应链变革在随后的几年内会成为高级管理者设计日程。”

由于不同研究、应用领域所关注的重心不同,出现了很多与供应链管理相似的概念,如供应管道管理(supply pipeline management)、供应基础管理(supply base management)、价值流管理(value stream management)、网络化采购(network sourcing)、价值链管理(value chain management)、集成供应链管理(integrated supply chain management)、精益链方法(lean chain approach)、战略供应商联盟(strategic supplier alliances)、网络供应链(network supply chain)、需求链(demand chain)、敏捷供需链(agile supply chain)等^[14,15]。

目前国外供应链管理的研究主要在:需求管理的协调和加速;服务管理和后勤重构;供应位置设计;供应链管理的设计;供应和需求的平衡及预测的改进;供应链集成;分散控制的供应链的协作;供应链中的信息失真及反击战略;快速反应的延迟;供应链重组:信息共享和补充协调;组织关系的协调(营销和制造、供应商和顾客、制造商和零售商);协调供应链管理;全球供应链等方面。供应链管理的研究,美国处于领先优势。一些发达国家的大型企业已经把供应链管理理论、思想、方法运用到实际中,获得了巨大的经济效益。

例如,1996 年 4 月,由 AMR 和 Pittiglio Rabin & McGrath (PRTM) 国际咨询公司联合成立了供应链协会(Supply Chain Council)^[16],目前已有 300 多家世界上最大的制造企业加入了该协会。协会为其成员提供供应链管理方面的咨询服务和技术支持。Standford 大学还成立了全球供应链论坛(Global

Supply Chain Management Forum), 专门研究供应链管理技术, 并为企业提供有关供应链的技术服务。1995年9月, 美国 Lehigh 大学的敏捷网络试验计划(agile web pilot program)在其第6阶段报告中指出, 采用供应链技术支持虚拟企业, 并提到了可重构的供应链(re-configurable supply chain)所应具有的所有功能。

欧洲许多国家以及美洲的其他国家, 如英国、爱尔兰、德国、荷兰、加拿大等学术机构和企业界也积极开展与供应链管理相关技术的研究。

例如, 1998年, 英国桑德兰大学电子商务中心在欧洲 ESPRIT 计划资助下, 开展了一个名为 Supply Point 的研究项目, 旨在开发一个电子获取系统, 以使最后的客户能够直接从中小企业组成的供应链虚拟联盟中订货, 并称为虚拟供应链^[17]。欧共体在其实施的基于小组的欧洲汽车制造计划(Team Based European Automotive Manufacture Program)中, 开发了实现整个汽车供应链虚拟集成的框架, 在该框架中采用了世界领先的软件工具以满足供应链管理的需求。加拿大 Toronto 大学在实施企业集成计划中, 将集成供应链管理列为其重要项目。他们所开发的供应链集成系统由一组合作的、智能的主体组成(Agent)。每个 Agent 能够完成供应链上的一种或几种功能, 并研究如何恰当地分解供应链的各个功能, 将它们封装到 Agent 中。

目前, 我国供应链管理的理论研究和实践正处于起步阶段。清华大学、西安交通大学、华中科技大学、上海交通大学、同济大学、北京航空航天大学等研究机构处于国内研究的前沿。主要是针对集中式供应链管理中的利益分配问题、供应链中的瓶颈分析、网状供应链管理、定量识别信息、物料和资金、考虑供应链决策过程的自治性、构建支持敏捷制造环境下供应链管理的信息基础结构等方面进行研究。

从1998年开始, 国家863计划CIMS主题也将供应链技术与系统列入该主题的研究与开发内容之一, 在应用基础研究、重大关键技术攻关等不同层次设置了若干研究与开发项目。部分成果已经在企业进行了成功的应用, 取得了初步的经济与社会效益。

对供应链而言, 不确定性产生的根源主要有3个方面: 供应过程、制造过程、客户需求过程^[5, 14, 18]。由于供应链的每一级中都存在着不确定性, 这些不确定性又是引起供应链管理困难的主要原因之一, 因此, 如何设计合理的供应链结构降低不确定性的影响是得到学术机构与企业界所广泛关注的一个研究领域。

在供应链运作中典型的不确定性表现为需求的不确定性和信息的曲解现

象。对于该问题的研究,最早始于 20 世纪 60 年代初,Forrester 基于系统动力学模型,首先分析了需求波动沿着供应链向上游企业逐级放大的系统特性^[19]。他认为这一现象是由于组织的行为随着时间变化而引起的,因此,可以通过改变组织行为方式来加以克服。同时,他指出供应链信息的反馈是如此之复杂,只靠管理直觉不可能得到好的效果。他认为如果把系统看作成为一个整体并且对其进行动态建模,可以使系统运行的结果得到提高。

通常,供应商得到的订单数量和实际顾客的购买量有着很大的偏差(例如需求信息失真),同时,这种失真向供应链上游企业逐级放大(例如方差放大)。这种特征形成了供需衔接的不确定性。作为缓冲,通常采用备有过量的库存或放大生产能力等,既大量占用流动资金,降低设备利用率,又容易造成库存物品损耗和失效。学者们形象地将其称为 Forrester Effect^[20](牛鞭效应)或 Bullwhip Effect^[21](长鞭效应)——这是一种典型的供应链的不确定性现象。与此同时,许多经济学家也认识到“牛鞭效应”这一现象。他们指出厂家产量的变化大于销售商销售量的变化。这种现象反映出供应链上需求的不同步,它说明供应链运作中的一个普遍现象:看到的是非实际的。

随后,国外学者对此进行了进一步的研究,如 Lee Hau 等学者^[21,22]对供应链上的牛鞭效应进行了深入的研究,认为牛鞭效应是由于系统参与人为响应需求变化、避免缺货、降低生产成本,在追求利润最大化的条件下所做出的理性行为。将它产生的原因归结为需求预测修正、订货批量决策、价格波动、信息不完全下的博弈行为等 4 个方面,并指出共享销售数据、交换库存信息等措施能够有效地减少牛鞭效应。许多学者指出通过信息技术使制造商与零售商共享销售数据可以减少这种变动性^[23~25]。Sterman^[26]将牛鞭效应归因于供应链中参与人的非理性行为和对反馈信息的错误理解。他认为通过对供应链中各参与人进行培训,提高理性决策来克服牛鞭效应。Frank Chen 等学者^[27]以一个制造商和一个零售商构成的包括需求预测和提前时间两个因素的简单两级供应链为研究对象,对它们进行了分析,指出共享用户信息能够大大减少牛鞭效应的影响,但不可能完全消除。D. R. Towill 等学者采用控制系统工程的方法研究了如何度量牛鞭效应的影响以及如何避免牛鞭效应产生的问题^[28]。

国内学者对该问题也进行了相关的研究^[29~34],比较多的是重申或拓展了 Lee Hau 等人的研究成果。张钦等学者^[35]考虑了一个包含一个供应商和一个零售商的两级供应链,研究在需求模型 ARIMA(0, 1, 1)下牛鞭效应的量化和信息共享的价值问题。马新安等学者^[36]在给出一个供应链的多级库存

控制系统模型的系统方框图及传递函数的基础上,分析了使整个供应链稳定的临界条件,指出牛鞭效应产生的原因是由于在系统时滞及系统增益的共同作用下使得供应链中各子系统产生衰减振荡或发散振荡的结果。傅焯等学者^[37]从委托代理理论出发研究了供应链牛鞭效应的成因,指出供应链中的牛鞭效应和其他效率损失问题的根源在于供应链的结构。万杰等学者^[38]以1个供应商和 n 个零售商组成的供应链为研究对象,对在零售商的订货量超过供应商的生产能力的情况下,分析了供应商所选择的分配机制造成的牛鞭效应问题。

另外一个关注供应链不确定性的领域是在生产作业计划的研究中。传统的确定型生产作业计划问题一般分 $n/1, n/2, n/m$ 等类型,基本解决方法有优先调度规则、甘特图、线性规划、动态规划、“广度优先”枚举法等。但是,在实际生产调度问题上存在许多不确定性因素,因此,研究不确定性生产调度问题具有更重要的实际应用价值。目前研究这类问题常用的方法有随机调度、随机动态规划等。

随机调度主要着重于对某一台机器或一般的排序网络系统的排序理论结果的研究,在这种方法中,一般都假设变量有特定的分布。这种方法直观上很清楚,但是应用效果并不太好,尤其是对于那些非线性问题。

随机动态规划是数学规划的一个分支,对于经济管理中的资源分配问题、设备更新问题以及上面提到的确定型生产作业计划等,它都是一种有效的方法。Chen等学者利用随机动态规划方法处理随机生产作业计划问题^[39]。

随着模糊数学的发展,模糊数学规划的思想被运用到调度领域,形成非确定性调度的一个重要分支——模糊调度。由于各种不确定性因素,如机器故障、操作工人的熟练程度、环境参数等的影响,很少能获得精确的加工时间和交货期。因此,把加工时间和交货期按模糊数处理更加符合生产实际。由此,模糊交货期、模糊加工时间的调度问题就成为研究的热点。如王万良等学者^[40]用模糊数描述生产调度问题中订单完成期、处理率、处理时间等因素的不确定性,建立连续生产过程中订单变化引起的动态调度问题的模糊优化数学模型。李平等学者^[41]采用三角模糊数处理时间的不确定性,研究了具有公共交货期窗口的JobShop的提前/拖期调度问题。耿兆强等学者^[42]研究了模糊加工时间和模糊交货期的最优调度顺序,其中模糊加工时间用三角模糊数和梯形模糊数来表示,模糊交货期用梯形模糊数和六点模糊数来表示。

在供应链库存领域的研究中,国内外许多学者也考虑了不确定性因素的影响。例如马士华等学者^[43]研究了基于随机提前期的 (Q, r) 库存控制模型,

其中分别考虑了需求是常量和需求是随机变量两种情况下的库存模型。还有很多学者利用 Poisson 分布来描述市场需求,分析单个制造商、多个处于相同地位的分销商、一个中心仓库的库存系统优化问题^[44~45]。汪云峰等学者^[46]分析了供应链上的不确定性因素与库存的关系,针对每一类库存产生的原因进行了研究。

在供应链建模与分析方法中,必须考虑不确定性的影响。通常分析供应链不确定性的方法有数学规划方法、优化方法、仿真方法、企业情景方法等^[47]。大部分使用的供应链模型是基于优化和仿真的^[48],优化模型的一个主要缺点是利用假设降低问题的复杂度,忽略许多包含在供应链中的不确定性。仿真提供了一个好的解决方法,可以结合复杂性和不确定性分析整个供应链的绩效。Ricki 等学者^[49]探讨了仿真方法在供应链建模中的作用。Bernhard 等学者^[50]介绍了目前在供应链管理中应用系统动力学的方法进行研究的状况。Perea 等学者^[51]借鉴控制论的思想,提出了一个分析供应链不确定性的动态建模分析的方法。

许多软件公司已经开发了一些供应链的分析工具,如 Supply Chain Strategist(i2 Technologies, Inc.), Supply Chain Builder (Simulation Dynamics, Inc.)^[52], The IBM Supply Chain Analyzer^[53], Arena (Rockwell Software Corporation)等。基于这些工具,企业和研究机构可以开发出自己的应用系统用来分析供应链的动态行为。例如,Compaq 公司基于 Arena 开发了自己的软件包 Compaq Supply Chain Analysis Tool (CSCAT)^[54]。

Scenario 分析方法是近年来兴起的一种新型数学建模方法,又称假想方案分析法或构想法,它是一种基于条件假设的规划决策模型。当某些问题机理不清,缺少数据,又不能通过做实验来获得数据时,人们只能在已有经验和某些研究的基础上,对于将来可能发生的情况给出逻辑上合理的设想和描述,然后用已有的方法构造模型。陈祥锋应用 Scenario 模型处理未来价格变化的不确定信息,结合供应链中时间柔性合同模型,分析了在风险共享的供应链环境下时间柔性合同的决策方案^[55]。

另外, Van Der Vorst 等学者^[56]辨认了供应链不确定性产生的 3 类根源:订单预测的水平、输入的数据以及管理和决策的流程加上运作流程中存在一些固有的不确定性。他们提出实时的信息系统是达到有效运作的供应链的使能技术。Richard Wilding 等学者^[57]提出了研究供应链复杂性的一个框架——“供应链复杂三角形”,对供应链不确定性的产生和远离均衡状态的行为进行了深入的解释。他们认为引起供应链中动态行为的原因是确定性的混

沌、并行的交互行为以及需求放大这 3 类独立却又相互影响的因素。David Levy^[58]认为混沌理论可以为理解供应链动态的、复杂的行为提供一个理论框架。基于此框架,他给出了一个用来描述一个计算机制造商和他的供应商以及市场之间交互行为的仿真模型。Erik R 等学者^[59]给出了一个可以产生动态行为供应链级联结构模型。通过利用实际的参数仿真试验,揭示了决策者的有限理性与信息的反馈、系统中的非线性形和时滞可以产生供应链的复杂行为。Gupta^[60]系统的分析了在市场与技术不确定性下供应链的决策行为。揭晖^[61]以不确定性为主线,运用概率统计、随机模型及仿真分析等技术,对供应链的信息传递和提前时期展开了深入的研究工作。罗赞^[18]提出了通过有效控制信息流通的手段解决供应链中存在的 uncertainty 问题的一些思路。

1.3 研究的基本目标及方法论

1.3.1 研究的目标

理清了供应链不确定性的这一主题的研究现状,也就可以确定本书的研究目标。通过对掌握的大量文献的阅读与分析认为,当前对该问题的研究现状主要存在如下的特点和不足:

(1) 目前,对于不确定性的描述基本上都是采用概率分布函数。例如,对于顾客需求的不确定性的分析大都是假定顾客实际需求为一阶自回归过程,即

$$D_t = \mu + \rho D_{t-1} + \epsilon_t \quad (1-1)$$

这里, μ 为常数; ρ 为相关系数($-1 < \rho < 1$); ϵ_t 为随机误差;服从均值为 0、方差为 σ^2 的独立同分布(i. i. d.)随机变量。但是,当在缺乏足够的、确定的相关证据与资料时,或是根本没有相关证据或资料时,这种用概率进行推理的方法根本无法奏效。

(2) 目前的大部分模型往往对现实做了过多的抽象,忽视(或者仅仅考虑了部分)不确定性对供应链绩效的影响。例如,大多数已有的供应链模型都是基于确定性提前期进行分析的,这样的假设在一些情况下是适用的。但对于许多产品(特别是创新型产品,为了增加竞争优势,越来越多的传统功能型产品被赋予一些创新特征),提前期与供应商的生产能力密切相关,制造的不确定会导致供应的不确定,另外地理位置、运送方式等也会影响提前期。因此在研究中,考虑提前期不确定的情况会得到更一般的结论。