

供应链

复杂自适应系统资源流 涌现的研究

白世贞 郑小京 著



科学出版社

www.sciencep.com

供应链复杂自适应系统资源流 涌现的研究

白世贞 郑小京 著

国家自然科学基金资助项目（项目编号：70471087）

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是关于供应链复杂自适应系统资源流复杂性涌现的一部专著,系统研究了供应链主体 (Agent) 的运行规则,以及鉴于 Agent 所携带资源之间的复杂交互作用特征及其在运行过程中的复杂变化特征,从而为供应链资源决策提供科学依据。书中对供应链 Agent 确定的各 Agent 的竞争-合作机制及所实施的运行策略进行定性分析。建立了供应链复杂自适应系统 Agent 融交配能力、交配速度和交配时间为一体的三层-回声模型,在对各种资源进行详细定义、确定各个资源的价值量、进行 DNA 编码的基础上,采用 Swarm 平台对该系统建立与之相对应的仿真模型,并进行模拟仿真,得到供应链复杂自适应系统资源流复杂性涌现的结论,为供应链系统资源结构调整与优化提供科学依据。

本书可供从事管理科学、复杂性科学研究的科技人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

供应链复杂自适应系统资源流涌现的研究 / 白世贞, 郑小京著.

—北京: 科学出版社, 2008

ISBN 978-7-03-020733-3

I. 供… II. ①白… ②郑… III. 物资供应—物资管理—研究
IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 190229 号

责任编辑: 赖文华 任加林 / 责任校对: 刘彦妮

责任印制: 吕春珉 / 封面设计: 耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2008 年 1 月第 一 版 开本: B5 (720×1000)
2008 年 1 月第一次印刷 印张: 15 1/2
印数: 1—2 000 字数: 300 000

定价: 40.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137026

前 言

随着社会经济的快速发展,供应链竞争逐渐成为经济竞争的主流。从本质上讲,供应链是以信息、管理、经营哲学、市场、人才为核心纽带的资源流,以物流、资金、技术为重要纽带资源流的虚拟组织,能够将各个节点企业资源进行整合,从而有效地削弱组织的内耗,使其具有强大的竞争能力,为此该组织的计划、协调、组织与控制成为供应链管理的主要内容。供应链系统从本质上讲是由节点企业在新进化论思想指导下,以“适者生存”、“物竞天择”为原则,按照一定行为规则,与环境、其他企业发生交互作用而产生的一个复杂自适应系统(以下称为CAS),对于该系统中资源流内涵及其变化规律、内在机制的探索是该领域研究的重点之一。

长期以来,对供应链资源流的研究主要局限于一般系统的研究,主要采用还原论的方法对该系统进行分析,获得一些比较准确的结论。然而,还原论本身是一种自上而下的研究过程,因此存在一些难以避免的弊端:在系统分析时,如果上一级的系统分解出现某些漏洞或出现重复,那么最终的结论必然存在一些问题;子系统一般是按照线性相加的思想进行分解的,并没有考虑系统之间的交互影响,因此遗漏许多深层次上的本质特征。这些弊端主要表现为:都缺乏智能性、自治性与社会性,即当 Agent 的短期目标与长期目标发生冲突时,不能描述 Agent 按照经营策略放弃短期行为的过程;不能描绘有限理性、能获得有限信息的企业所进行的各种决策,以及仅仅能记忆过去有限时间长度内自己的策略和对手的策略,仅能根据这些信息进行自我提高的机制;不能描绘处于特定环境下 Agent 与环境之间的相互影响,以及在此情况下形成的紊乱现象。

故而,以前的工作总是疲于重复建立模型、修改模型等工作,而没

有在根本上挖掘深层次上的问题，这在很大程度上影响了该领域的研究进展。要打破这种局限性，我们需要破除陈规，从复杂自适应系统的角度对该系统进行分析。

供应链组织具有以下特点：①整个组织具有一个鲜明的基本目的——执行任务并且生存下去；②由大量的相互作用的行为主体构成；③与包含其他复杂系统的环境相互作用，并因此获得共同演化，具有很强的非线性（突现）；④发现，即通过反馈获取有关系统信息，包括运行环境方面的信息与其他系统相互作用表现出来的行为结果方面的信息；⑤选择，从其获得的反馈信息中辨识和选择有规律性的东西，并转化成为其正常或超常运行的模式或模型，从大量的解释这些规律的互斥模型中有效地选择一种，制定出处理外部环境事务的有效行为规则，并按照与环境有关的模式、规则行动；⑥观察其行为带来的各种反应以及这些反应所产生的结果，根据这些信息调整自己的行为，并修订模式以便更好地适应环境，即进行复杂学习或双循环学习；⑦整个组织内部成员可以拥有自己独特的个体模式，还可以受到共享模式的制约；⑧模式包括简单反应规则，制定预期目标和预先采取的复杂行动规则和自身评价规则。以上各种特征正好与 CAS 的特点相吻合，所以本书将供应链系统视为复杂自适应系统，在此基础上建立该复杂系统模型，对系统内各企业间的相互作用和依赖关系及其与外部环境相互作用的关系进行定性、定量的描述，分析该复杂系统的运行规律及其行为方式与本质，实现系统各成员间无缝对接，从而达到供应链管理组织共赢的目标。

从更深层次上讲，供应链系统是一个具有高创造性的系统，这种创造性主要来源于处于秩序与混乱边缘的高维、具有敏感临界初值效应性的复杂自适应系统的固有属性。在这个系统中，任何级别的子系统都由合法系统和影子系统两个部分构成。在很大程度上表现为非线性的影子系统决定供应链各个 Agent 进行协同化运作，有效削弱系统内耗，提高系统竞争能力的有效手段，表现为完全非线性的影子系统决定 Agent 能够迅速适应环境变化的创新能力，二者的相互渗透、相互影响，既使影

子系统不断转化为合法系统，又不断产生新的影子系统，从而使该系统魅力无穷。显然，这些只有在 CAS 理论中才能得到比较深刻的刻画。

单一种类 Agent 以最简单的规则相互作用就可以涌现出非常复杂的现象，于是像供应链复杂系统这种由若干种同质 Agent 和若干种异质 Agent 按照各自的不同规则，在聚集体内以及跨聚集体与其他同质 Agent、异质 Agent 以及环境发生交互作用所涌现出的复杂性更是难以描绘。为了对这种复杂性给予清晰的描述，按照系统分析的方法，我们首先确定该系统每个聚集体内各个 Agent 的属性与行为准则，以及在交互作用过程中资源的变化规则，然后采用自下而上的研究方法：探讨同一层次同一 Agent 之间的交互作用机理，以及在该交互作用之后涌现出的高层次的 Agent，分析该系统在该过程中资源变化状况；按照同样的方法探讨同一层次不同性质 Agent 之间的交互作用机制，以及在该交互作用之后涌现出该系统的资源变化状况；按照同样的方法探讨不同层次不同性质 Agent 之间的交互作用机制，以及在该交互作用之后涌现出该系统的资源变化状况。通过以上研究，我们完全可以掌握供应链复杂自适应资源流的涌现规律。

本书的主要目标就是探索供应链复杂适应系统中各个 Agent 携带资源及进行交互作用之后的系统资源变化规律，准确描绘供应链各个 Agent 所携带的各种不同资源之间的隐含的非线性相关关系或影响关系，从而对供应链资源的精确规划或结构性调整提供比较深刻的决策支持。通过正确的资源结构性调整，我们可以优化供应链的资源，减少资源浪费现象，从而真正提高资源的效用，增强供应链的综合竞争能力。

按照上述思路，本书共分为 11 章，第 1 章为绪论部分，主要阐述了本书的研究目的和拟解决的问题，以及国内外研究现状、研究思路。第 2 章主要对 CAS 的基本理论进行了简要的陈述。第 3~6 章对供应链复杂自适应系统中各个层次行为及其内在机制进行了比较深刻的分析，即从其 Agent、Sub-Agent、Sub-sub-Agent 在企业、部门、职能层的角度上进行了比较准确的抽象，并就不同层次上 Agent 的行为规则及其原

因给予详细说明。在第7章中,我们对供应链 Agent 行为模式及其内在机制进行深入分析,由此建立了基于资源流动的主体交互作用模式的三层-回声模型,用以描述系统内各 Agent 及系统整体资源涌现规律。为了对该模型进行模拟仿真,第8章、第9章对供应链各个 Agent 所携带的资源种类给予详细定义,并确定了各资源价值的获取方法与途径,按照三层-回声模型的要求将各资源进行了处理,最后通过 DNA 编码技术对所有资源进行编码,以用于 Swarm 模拟。第10章、第11章对供应链复杂自适应系统的资源涌现进行了比较详细的模拟仿真,其中第10章主要对整体供应链资源涌现进行了模拟仿真,在此基础上确定出一些比较科学可行的策略,第11章对不同层次供应链主体携带多种资源流交互之后的反馈性涌现进行了模拟仿真,可以确定各个 Agent 及整体系统的资源变化规律,从而确定适应的资源决策策略。

本书的出版得到国家自然科学基金委员会、哈尔滨商业大学的大力支持及同事们的热情帮助,在此表示由衷的感谢。我的研究生为本书的文字校对等做了许多详尽的工作,也在此对他们表示感谢。

本书只是作者在供应链复杂系统研究与探索的初步探索成果。由于作者的水平有限,书中难免有不妥和差错之处,敬请广大读者批评指正。

白世贞

2007年7月于哈尔滨

目 录

前言

1 绪论	1
1.1 供应链的产生背景、内涵及其特征	1
1.2 供应链系统研究方向概述	2
1.2.1 研究方向	2
1.2.2 研究现状	5
1.2.3 发展趋势	7
1.3 本书研究思路与拟解决的关键问题	9
1.3.1 研究思路	9
1.3.2 拟解决的关键问题	9
1.4 本书的研究目标与研究内容	9
1.4.1 研究目标	10
1.4.2 研究内容	10
1.5 本书的研究意义	11
1.6 本书的结构框架	13
参考文献	14
2 CAS 及其基于主体建模的理论基础	16
2.1 CAS 的特点及基本思想	16
2.1.1 CAS 的特点	16
2.1.2 CAS 理论的基本思想	17
2.2 霍兰 CAS 理论的基本内容	19
2.2.1 具有适应能力和主动的个体	19
2.2.2 个体演化的基本行为模型	22
2.2.3 整体演化的 Echo 模型	23
2.3 CAS 的研究方法	25

2.3.1	隐喻	26
2.3.2	模型	26
2.3.3	数值与计算	26
2.3.4	模拟及虚拟方法	27
2.4	基于 Agent 的复杂适应系统分析	28
2.4.1	Agent 的基本涵义及其作用	28
2.4.2	面向 Agent 的复杂适应系统分析	30
2.4.3	Agent 类的演化	31
2.4.4	基于 Agent 的模型构建	34
2.5	Swarm 模拟仿真技术及多 Agent 系统概述	35
2.5.1	Swarm 简介	35
2.5.2	多 Agent 系统概述	36
2.6	供应链系统与 Swarm 平台的类比	39
2.6.1	供应链订单履行过程中的 Swarm 建模	40
2.6.2	SCN 在 Swarm 上的实现	42
	参考文献	44
3	供应链管理复杂系统 Agent 及相互作用机制	45
3.1	复杂系统中供应链类型的确定	45
3.2	基于 Swarm 技术的供应链管理复杂系统的主体	47
3.2.1	供应链管理复杂系统中研究主体的确定	47
3.2.2	基于 Swarm 技术的供应链层次结构: Agent 和 Sub-Agent	48
3.3	几个基本的假设、对应的理论及其在 Swarm 中的设定	53
3.3.1	主体之间的博弈学习理论	53
3.3.2	主体之间决策方式: 多层次决策悖论	55
3.4	各个 Sub-Agent 的相互作用以及与环境的作用	57
3.5	基于 Swarm 技术的供应链管理复杂系统的层次结构	60
3.6	小结	62
	参考文献	62
4	供应链系统内节点企业运作规律	63
4.1	节点企业之间的关系	63

4.1.1	单一上游企业与单一下游企业所构成的两层供应链	63
4.1.2	网状供应链	69
4.2	多资源交互作用下供应链节点企业的关系	78
4.2.1	博弈	78
4.2.2	供应链博弈模型	82
	参考文献	92
5	供应链管理复杂自适应系统 Agent 交互作用内部模型	93
5.1	引言	93
5.2	Agent 内部模型的含义	93
5.3	供应链系统 Agent 规则的编码	94
5.3.1	供应链系统 Agent 行为规则染色体化	94
5.3.2	Agent 资源赋值	94
5.3.3	资源价值的修正	95
5.4	供应链系统 Agent 内部模型的建立	95
5.4.1	供应链系统各 Agent 内部模型要素分析	95
5.4.2	供应链 Agent 内部模型的数学描述	96
5.4.3	供应链 Agent 内部模型的进化	97
5.5	各层次及各类型的 Agent 交互作用内部模型	98
5.5.1	供应链系统各功能 Sub-Agent 交互的内部模型	98
5.5.2	供应链系统 Agent 的缺省层次——一种复杂的内部模型	99
5.6	供应链 Agent 内部模型的表示方法	100
5.6.1	Agent 交互的 Petri 网模型	100
5.6.2	AgentBDI 的 Petri 网模型	103
5.6.3	不同的 AgentBDI 交互作用的内部模型	105
5.7	小结	106
	参考文献	106
6	供应链管理复杂系统中 Sub-Agent 的行为	107
6.1	主体相互作用以及与环境作用的机制	107
6.2	Sub-Agent 的个人行为规则——个人机制	108
6.2.1	初步计划阶段的协调过程与协调机制	108

6.2.2	计划执行阶段的协调过程	120
6.2.3	计划检查阶段的协调过程	123
6.2.4	计划处理阶段的协调过程	123
6.3	基于资源供给-分配过程中的主体个人规则	124
6.3.1	随机环境假设	125
6.3.2	资源流动的限制及各主体行为的随机过程判断准则	127
6.4	小结	129
	参考文献	129
7	供应链管理复杂系统的三层-回声模型	130
7.1	供应链系统成员相互作用的方式——新进化论假设	130
7.2	双层-回声模型	131
7.2.1	回声模型的7个子模型	132
7.2.2	双层模型	138
7.3	供应链管理复杂系统特性分析	141
7.3.1	个人机制与共享机制理论	141
7.3.2	合法系统与影子系统理论	144
7.3.3	涌现及其原因	147
7.3.4	内耗及其原因	151
7.4	三层-回声模型	152
7.4.1	交叉复制子模型	153
7.4.2	创新能力子模型	154
7.4.3	三层-回声模型的构建	155
7.4.4	三层-回声模型的本质	156
7.5	小结	157
	参考文献	158
8	供应链管理复杂自适应系统中资源的价值	159
8.1	供应链管理复杂自适应系统中 Sub-Agent 携带资源种类	159
8.1.1	物流	159
8.1.2	资金流	160
8.1.3	信息流	162

8.1.4	市场	163
8.1.5	经营哲学	164
8.1.6	管理	165
8.1.7	人力资源	166
8.1.8	技术	166
8.2	资源向量的赋值	167
8.2.1	可直接测量资源向量的赋值	168
8.2.2	不可直接测量(隐性)资源的特点	168
8.2.3	不可直接测量资源向量的赋值	169
8.3	向量数据类型	184
8.4	分类变量型价值转化为效用型变量价值的方法	185
8.5	小结	189
	参考文献	189
9	主体携带资源流的整合	190
9.1	系统资源价值的特点	190
9.1.1	定义	190
9.1.2	供应链资源环境的描述	190
9.1.3	特点	191
9.2	系统资源价值的 DNA 编码方法	192
9.2.1	二进制编码方式	192
9.2.2	浮动编码方式	195
9.2.3	DNA 编码方式	196
9.3	资源价值的赋予	201
9.4	基于三层-回声模型的系统资源流分析	202
9.4.1	三层-回声模型的再现	202
9.4.2	对资源的重新考虑	203
	参考文献	204
10	供应链复杂系统的模拟仿真	205
10.1	概述	205
10.1.1	研究内容	205

10.1.2	供应链模拟仿真的思路	206
10.1.3	供应链管理复杂系统模拟仿真的数据	207
10.2	供应链管理复杂系统模拟仿真及其结果诠释	207
10.2.1	模拟过程	207
10.2.2	模拟仿真结果诠释	215
10.3	供应链管理复杂系统模拟仿真结果的原因分析	216
10.3.1	资源共享对供应链系统资源优势整合的重要作用	217
10.3.2	内部顾客的新型理念对供应链管理系统效益的提高	217
10.3.3	快速反应系统对供应链系统的价值增加作用	218
10.4	小结	218
	参考文献	219
11	Multi-Agent 下系统及其 Agent 资源流的涌现	220
11.1	供应链管理复杂自适应系统的资源与环境	221
11.1.1	系统资源	221
11.1.2	系统环境	222
11.2	Agent 的属性与规则	223
11.2.1	属性	223
11.2.2	规则——供应链管理复杂自适应系统的 GEF 和 LEF	226
11.3	模拟仿真	229
11.3.1	总体思路——Swarm 模拟过程中融合遗传算法的应用	229
11.3.2	模拟仿真结果	231
11.4	小结	236
	参考文献	236

1 绪 论

本书的研究内容来源于国家自然科学基金资助的面上项目。

1.1 供应链的产生背景、内涵及其特征

全球经济一体化是近几年国际经济发展的一个主要趋势，这给企业带来了难得的机遇和严峻的挑战，企业面临着不断急剧变化的市场需求，缩短交货期，提高质量，降低成本和改进服务的压力。企业经营环境的变化，使得原来各个分散的企业逐渐意识到，要在竞争的市场中生存下去，必须与其他企业建立一种战略上的合作伙伴关系，实行优势互补，发挥各企业的核心能力，并且在一种跨企业的集成管理模式下，使各个企业能够统一协调起来，只有这样才能适应新的环境变化。供应链及供应链管理思想就是在这样的背景下产生的。

对供应链目前还没有一个公认的定义。Ellram 从集成的角度定义供应链，他认为供应链是一个从供应商到最终客户的分配通道。传统供应链的结构模式偏重于企业内部的从采购原材料和零部件、生产的转换过程以及销售到用户的流程。而在市场竞争加剧、不确定因素增加的情况下，供应链应是企业与外部的联系和合作，是一个范围更加广泛的概念，它从原材料的供应开始，经过链中不同企业的制造加工、组装、分销等过程直到最终用户。每一个企业是一个节点，节点企业之间是一种需求供应的关系。此外，物料在供应链上因加工、包装、运输等过程而增加其价值，因此，供应链不仅是一条链接供应商到用户的物链，更是一条增值链。

本书给出的定义是：所谓供应链是指产品、信息、资金和技术等资源，在到达消费者手中之前所涉及以上相应资源的原料供应商、生产商、批发商、零售商以及最终消费者组成的供需网络，即由物料获取、物料加工并将成品送到用户手中这一过程所涉及的企业和部门组成的一个网络。它是围绕核心企业，通过信息流、物流、资金流的控制，从采购原材料开始，到中间产品以及最终产品，最后又由分销网络把产品送到消费者手中，全过程设计的供应商、制造商、分销商、零售商、最终用户连成的一个整体性功能网络结构模式。它可以看作是一个范围

更广的企业组织结构模式，它包含供应链上所有加盟的节点企业，从原料的供应开始，经过链中不同企业的制造加工、组装、分销等过程直到最终用户。它不仅是一条连接供应商到用户的物料链、信息链、资金链，而且也是一条增值链，物料在供应链上因加工、包装、运输等过程而增加其价值，给相关企业和顾客都带来收益。

供应链是一个网链结构，又围绕核心企业的供应商、供应商的供应商和用户、用户的用户组成。一个企业是一个节点，节点企业和节点企业之间是一种供求与供应关系。因此供应链主要有以下特征：

(1) 复杂性。因为供应链节点企业组成的跨度（层次）不同，供应链往往由多个，甚至多种类型企业组成，所以供应链结构模式比一般单个企业的结构模式更复杂。

(2) 动态性。供应链管理因企业战略和适应市场需求变化的需要，其中节点企业需要动态更新，这就使供应链具有明显的动态性。

(3) 面向用户需求。供应链的形成、存在、重构，都是基于一定的市场需求而发生的，并且在供应链的运作过程中，用户的需求拉动是供应链中信息流、产品/服务流、资金流运作的驱动源。

(4) 交叉性。节点企业可以是这个供应链的成员，同时又是另一个供应链的成员，众多的供应链形成交叉结构。

1.2 供应链系统研究方向概述

近年来，随着企业界和学术界对供应链管理的重视程度越来越大，有关供应链管理方面的研究也就越来越多，涉及的内容也越来越广。本书将从几个方面（实际研究中涉及的内容当然不仅仅局限在这几个方面，但下面这几个方面应该涵盖了当前研究的主要热点）对供应链管理的研究做一简要的介绍。

1.2.1 研究方向

1.2.1.1 供应链协调

我们将供应链定义为：相互间通过提供原材料、零部件、产品、服务的厂家、供应商、零售商等组成的网络。那么，供应链管理就是要对供应链中的信息流、物流和资金流进行设计、规划和控制，从而增强整个供应链的竞争力，提高供应链中各成员的效率和效益。由于供应链涉及多个利益自主体，如果没有一定的机

制来约束各个企业的行为,那么企业间的信息不对称和所谓的双边际化将不可避免。由于供应链上的企业间信息沟通不够,加上经营决策行为方面的问题等,导致所谓的 Bullwhip 效应。Lee、Padmanabhan 和 Whatag 对 Bullwhip 效应的成因及对策进行了系统的研究。如何保证供应链上的企业间协调运作,即企业从自身利益的角度出发促使相关企业加强合作与交流,分享成本与需求等方面的信息,削弱信息不对称,并通过在企业间进行收入再分配削弱双边际化效应,引导各企业按照系统最优的决策行事,从而使系统达到更优;同时,保证各成员利益的最大化(至少得到改进)。当前研究的主要协调策略包括:回购(return policies, buyback agreement)、数量折扣(quantity discount)、数量约束(quantity commitment)、数量弹性(quantity flexibility)、订货储备契约(backup agreement)、期权(option)等。

随着科学技术的进步和顾客对产品个性化要求的提高,越来越多的产品具有创新型产品的特征,市场需求的不确定性越来越大,如何利用信息改进对市场需求的预测,进而提高供应链管理绩效,是最近供应链管理研究的一个难点问题。这方面的工作包括:两阶段生产-订货模式、双向风险补偿策略等,这方面的研究目前依然十分活跃,这方面的研究论文也层出不穷,而且向着综合化、集成化方面发展。

1.2.1.2 供应链建模与优化

从供应链建模的发展来看,经历了从简单模型到复杂模型、从单阶段模型到多阶段模型、从单产品模型到多产品模型、从国家模型到国际模型、从确定型模型到随机型模型的发展过程。Hansstmann 建立了一个包括材料采购、生产及销售的模型,来对各阶段的库存水平进行最优求解。Geoffrion 和 Graves 针对多产品单阶段问题建立了一个混合整数规划模型,该模型允许增加销售中心,并提出一种分解算法。Hodder 和 Dincer 建立了一个大规模非线性混合整数随机规划模型来描述全球供应链,在模型中考虑汇率、市场价格和各国利率的变动,目标是使税后利润的期望值最大。Cohen 和 Kleindorfer 提出了跨国公司运作的标准模型框架,框架考虑对供应链中成员选择、生产能力、产品组合、物流、现金流的决策;该框架中包括随机供应链网络流模型、资金流模型、随机汇率模型和需求模型。Cohen 和 Huchizerneier 对全球供应链管理的研究和应用进行了综述。目前,关于供应链建模与优化方面的研究论文仍然不少,如 Corbett 和 Karmarkar 对确定性需求下供应链的最优结构问题进行了讨论,但大多数主要集中在算法研究和一些具

体问题的改进上,新的思想和令人兴奋的成果并不多见。

1.2.1.3 供应链运作

库存管理一直是企业经营中的重要问题,能否有效地管理库存关系到企业资产运营的效率,直接影响到企业的经营业绩。在供应链中,库存是企业间进行协调的纽带,扮演着重要的角色,相关研究很受关注。随着信息技术等的发展和普及,促进了一些新的库存管理策略的涌现,如快速响应(quick response, QR)、有效客户响应(efficient consumer response, ECR)、供应商管理库存(vendor managed inventory, VMI 或 supplier managed inventory)、精确响应(accurate response, AR)、多级库存系统(Multi-Echelon)等。

在激烈的竞争环境下,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的特征,使得产品的生命周期越来越短,花样越来越多,需求预测越来越困难。为了实现快速响应顾客需求的变化,在运作策略方面也有一些新的发展,包括:通过从全局的角度对运作流程加以优化,从而延迟产品的个性化在制造系统中的实现时间,即所谓的延迟策略。综合推动式生产系统和拉动式系统的优点,对面向订单的装配系统进行更为系统的分析与研究。在通过分担风险提高运作绩效方面也有一些进展。例如,通过销售商之间的合作来抵御市场需求不确定的风险,即所谓的同层紧急转运;另外,考虑产品之间的替代关系或顾客需求的替代可能来安排运作。实际上,关于产品的替代性与同层紧急转运有很多相同的特征。创新型产品具有明显的易变质的特征。

目前对这方面的研究开始更多地将顾客的行为与企业的运作整合起来考虑。

1.2.1.4 供应链仿真

由于供应链结构的特点和管理上的复杂性,大大限制了应用传统数学分析的方法来研究供应链管理中问题的可能性。采用模拟方法是克服数学方法缺陷的一个有效途径。Towill 等提出了工业动态仿真模型,采用动态分析方法对供应链设计和业绩评估进行研究。Horscroft 介绍了一个针对多层供应链管理的模拟系统“供应链博弈”,西门子公司也开发过类似的系统。荷兰的 Delft 工业大学开发了两个所谓的“物流实验室”:TASTLE(The Advanced Simulation Tool for Logistic Engineering)和 DPSS(Distribution Planning Support System)。

近几年,随着计算机科学技术的发展和人工智能领域所取得的进步,Multi-Agent 系统在研究复杂系统方面受到越来越多的关注。同样,在供应链研究