

GONGYINGLIAN

XIETIAOGUANLIYANJIU

供应链 协调管理研究

GONGYINGLIAN

XIETIAOGUANLIYANJIU

陈原 著

湖南人民出版社

供应链 协调管理研究

GONGYINGLIAN
XIETIAOGUANLIYANJIU

陈原 著

湖南人民出版社

图书在版编目 (CIP) 数据

供应链协调管理研究 / 陈原著. —长沙: 湖南人民出版社,

2009. 8

ISBN 978 - 7 - 5438 - 5976 - 0

I. 供… II. 陈… III. 物资供应 - 物资管理 IV. F252

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 156765 号

供应链协调管理研究

陈 原 著

出 版 人: 李建国

责任编辑: 郝 静

装帧设计: 陈 新 + 杨发凯

出版、发行: 湖南人民出版社

网 址: <http://www.hnppp.com>

地 址: 长沙市营盘东路 3 号

邮 编: 410005

经 销: 湖南省新华书店

印 刷: 湖南航天长宇印刷有限责任公司

印 次: 2009 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

开 本: 850 × 1168 1 / 32

印 张: 7.625

字 数: 164000

书 号: ISBN 978 - 7 - 5438 - 5976 - 0

定 价: 16.00 元

营销电话: 0731 - 82226732

(如发现印装质量问题请与承印厂调换)

目 录

| | |
|--------------------------------------|----|
| 第1章 导论 | 1 |
| 1.1 供应链协调管理在供应链管理（SCM）领域中地位 | 2 |
| 1.2 供应链协调管理的必要性和意义 | 12 |
| 1.3 供应链协调所面临的问题 | 18 |
| 第2章 供应链协调管理研究的总体概况 | 22 |
| 2.1 供应链在战略层面上的全局性协调管理研究 | 23 |
| 2.2 供应链在战术和运作层面上的局部协调管理研究 | 28 |
| 2.3 供应链协调管理研究展望 | 33 |
| 第3章 供应链协调及其管理的概念界定 | 36 |
| 3.1 对供应链协调概念和分类的界定 | 36 |
| 3.2 对供应链协调障碍的分析 | 43 |
| 3.3 供应链协调管理 | 66 |
| 第4章 供应链协调管理机制的理论分析 | 76 |

| | | |
|-------------|-----------------------------------|------------|
| 4.1 | 供应链协调机制的概念和分类 | 76 |
| 4.2 | 供应链信息共享的协调机制 | 78 |
| 4.3 | 供应链契约与激励的协调机制 | 91 |
| 4.4 | 供应链合作与诚信的协调机制 | 108 |
| 4.5 | 供应链集体学习的协调机制 | 120 |
| 第5章 | 供应链协调的绩效评价 | 133 |
| 5.1 | 供应链协调管理绩效评价的概念 | 133 |
| 5.2 | 供应链协调绩效评价指标体系 | 135 |
| 5.3 | 供应链协调绩效评价指标的量化分析 | 141 |
| 5.4 | 供应链协调绩效评价方法 | 153 |
| 第6章 | 民用航空制造业供应链协调的框架设计与实例 ... | 158 |
| 6.1 | 民用航空制造业供应链的国内外发展现状及供应链协调的需求 | 159 |
| 6.2 | 民用航空制造业供应链的协调管理框架 | 165 |
| 6.3 | 民用航空制造业供应链协调管理的概念模型 | 173 |
| 6.4 | 利用协同产品商务管理的思想和方法集成供应链协调管理 | 184 |
| 6.5 | 波音飞机公司全球制造供应链的协调管理实例研究 | 200 |
| 参考文献 | | 219 |

第1章 导论

在今天的全球市场环境里，单个的企业不再作为具有独一无二品牌标识的独立实体参与市场竞争，而更多的是作为供应链整体的一部分参与市场竞争，一个企业最终成功与否将在于对供应链中复杂商业关系网络集成与协调的管理能力^[1] (Drucker 1998; Lambert & cooper, 2000)。

21 世纪的竞争不再是企业与企业之间的竞争，而是供应链与供应链之间的竞争。供应链 (Supply Chain, SC) 是一个与产品的制造和服务有关的由供应商、制造商、销售商、客户组成的功能网络。供应链管理 (Supply Chain Management, SCM) 是用系统的观点将供应链所有成员看成一个有机整体，对整个供应链内各成员企业间的物流、信息流、资金流进行设计、规划、协调和控制，对包括原材料采购、产品制造、运输、分销以及零售的整个过程进行有效的管理，同时合作伙伴共担责任、风险，共享利益，以最小成本实现最大的系统利润。《财富》(Fortune) 杂志将供应链管理列为企业一种重要的战略竞争资源。

重协调是科学发展观的一个鲜明特征。体系的协调性对成本和效率等都将产生深远的影响，是一个企业乃至一个产业可持续发展的基石。

1.1 供应链协调管理在供应链管理 (SCM) 领域中地位

协调问题是供应链管理过程诸多问题中最为突出的难点问题，并不是单纯的数学模型和软件就可以解决的，其中涉及很多复杂的因素，它不仅存在于供应链企业内部各职能部门之间，更突现于供应链的各阶段之间。

1.1.1 协调问题是供应链管理的核心问题

供应链协调问题指的是供应链成员利益矛盾的协调，它决定着成员企业的协作效率，是供应链管理中的核心问题。国外的经验和研究已经表明，在供应链管理中，尽管技术和财务方面的支持非常重要，但它们却不是实施供应链管理的主要障碍，实施供应链管理的主要障碍来自于组织内部和合作伙伴之间的协调。

供应链管理被称为面向 21 世纪知识经济时代的管理思想和方法，协调是其重要内容。供应链是围绕主导企业，通过对信息流、物流、资金流的控制与管理，将主导企业连同它的供应商、分销商、零售商直到用户组成一个整体的功能网络结构模式。供应链管理的实质是主导企业通过与它的供应商、销售商进行有效的协作，以实现（终端）产品的最优增值和经营行为的最优化。因此企业的竞争力在很大程度上取决于供应链管理是否优良，也可以说企业的竞争力取决于供应链成员间的协作效率。

供应链协调问题是建立在供应链集成之上的。下面我们来看一看卢震(2003)建立的一个供应、制造、销售集成化的系统,它由供应、制造和销售阶段的三部分模型组成。

(1) 供应阶段的动态模型,即供应商库存状态方程

$$x_{1,k+1} = x_{1,k} + u_{1,k} - v_{1,k} \quad (1-1)$$

式(1-1)中 $x_{1,k}$ 是供应商在 k 时刻的库存量, n_1 维状态向量; $u_{1,k}$ 是 k 时刻的供应量, n_1 维控制变量; $v_{1,k}$ 是 k 时刻的供应商提供给制造商的物料量, n_1 维控制变量。

(2) 制造阶段的动态模型,由两个方程组成,即生产过程的神经网络方程

$$p_{k+1} = f(p_k, v_{1,k}) \quad (1-2)$$

式(1-2)中 $p_{k+1} = f(p_k, v_{1,k})$ 是神经网络的输出, n_2 维状态向量; p_k 是 p_{k+1} 的一阶滞后,作为系统的广义输入; $v_{1,k}$ 是式(1-1)中所述控制变量,是神经网络的输入。制造阶段的生产过程是一个复杂非线性系统,假设这种未知的非线性生产系统可以采用神经网络来逼近。

生产库存状态方程(这是制造阶段的另一个模型)

$$x_{2,k+1} = x_{2,k} + p_k - v_{2,k} \quad (1-3)$$

式(1-3)中 $x_{2,k}$ 是供应商在 k 时刻的库存量, n_2 维状态向量; p_k 是式(1-2)中生产过程中的生产产出; $v_{2,k}$ 是制造商提供给销售商的目标产品, n_2 维控制变量。

(3) 销售阶段的动态模型,即销售商库存状态方程

$$x_{3,k+1} = x_{3,k} + v_{2,k} - d_{3,k} \quad (1-4)$$

式(1-4)中 $x_{3,k}$ 是销售商库存量, $n_3 = n_2$ 维状态向量; $v_{2,k}$ 是式(1-3)中制造商提供给销售商的物品量, $n_3 = n_2$ 维控制变量; $d_{3,k}$ 是销售商销售的产品量, $n_3 = n_2$ 维外生变量。

销售阶段的销售量 $d_{3,k}$ 是外生不受控制变量，它是顾客的市场行为，这是假设存在如下的情况，即

$$d_{3,k} = D_{3,k} \quad (1-5)$$

$$d_{3,k} = D_{3,k} + \xi_k \quad (1-6)$$

式 (1-5) 中 $D_{3,k}$ 是确定性函数，式 (1-6) 中 ξ_k 是噪声函数，可以是白色噪声，也可以是有色噪声，它反映了顾客的市场不确定性行为。

综合式 (1-1) 至 (1-6) 组成供应链集成化模型。该模型集成化具有 3 个特点：第一，将供应、制造、销售集成于一个系统；第二，将线性与非线性动态集成；第三，将状态方程和神经网络集成。这一集成化模型在供应阶段的供应量可以推断整个供应链，在销售阶段的销售量外生作用下也可以拉动整个供应链。

供应链协调管理的目标是改变原有供应商、制造商、销售商各自分立的低水平经营。积极影响链上各个环节的库存水平、供应成本、生产成本，最终提高对顾客的服务水平。对于供应链系统的目标函数，考虑如下子目标函数和约束条件。

供应链系统的库存成本目标函数，即

$$J_1 = \sum_{k=0}^N [q_{11}^T x_{1,k} + q_{12}^T x_{2,k} + q_{13}^T x_{3,k}] \quad (1-7)$$

库存成本目标函数 (1-7) 中， $q_{11}, q_{12}, q_{13} \geq 0, q_{11}, q_{12}, q_{13}$ 分别是供应、制造、销售库存系统中单位储存货物的成本相应维数的列向量。库存目标函数 J_1 反映对于供应链中供应、制造、销售库存成本的要求。

供应链系统的供应和运输成本目标函数，即

$$J_2 = \sum_{k=0}^N [r_{11}^T u_{1,k} + r_{12}^T v_{1,k} + r_{13}^T v_{2,k}] \quad (1-8)$$

供应和运输成本目标函数(1-8)中, $r_{11}, r_{12}, r_{13} > 0$, r_{11}, r_{12}, r_{13} 分别是供应、制造、销售过程中单位货物供应和运输成本相应维数的列向量。

供应链管理问题中, 供应阶段的供应量 $u_{1,k}$ 是控制变量, 但是受到供应商若干条件的限制, 即

$$u_{1,k}^1 \leq u_{1,k} \leq u_{1,k}^2 \quad (1-9)$$

供应链系统库存安全的约束条件, 即

$$x_{1,k} \geq x_1^0, x_{2,k} \geq x_2^0, x_{3,k} \geq x_3^0 \quad (1-10)$$

库存安全的约束条件(1-10)中, 分别是供应、制造、销售过程中的库存安全货物量相应维数的列向量。

供应链系统制造阶段中生产水平的约束条件, 即

$$p_k \geq p^0 \quad (1-11)$$

制造阶段中的约束条件式(1-11)表明制造阶段中生产应按照计划水平不低于 p^0 进行, p^0 是相应维数的列向量。

供应链集成化模型的目标函数归纳如下, 即

$$J = J_1 + J_2 \quad (1-12)$$

于是, 供应链协调管理问题可以表述为在目标函数(1-12)的要求之下具有动态系统(1-1)至(1-6)和约束条件(1-9)至(1-11)的优化问题。

供应链本身就是以企业间的同步、协调运行为前提的利益共同体。陈志祥在其博士论文“供应链管理模式下的生产计划与控制研究”中认为供应链管理是一种“智能集成协调管理”模式^[2], 代表了未来管理的发展趋势, 可见协调管理在供应链管理中具有重要的地位。供应链协调管理贯穿供应链的整个生

命周期,协调效果的好坏直接关系到供应链合作伙伴关系的稳定与活力。

1.1.2 供应链协调管理是解决供应链管理中信息和激励问题的可行途径

从供应链管理的发展过程来看,针对供应链中成员关系的处理大致有三种模式:集中控制(centralized control)、协作控制(分布无协调,decentralized control)和协调控制(coordination control)。供应链是由物流、信息流和资金流联结起来的多个实体构成的供应网络,供应链管理一般是由多个实体组成的分布决策结构,由于非对称信息和不一致激励,以集中控制为主的传统供应链管理最优决策难以实现,而局部最优决策又不能保证系统的整体性能。因此,分布决策结构下的协调机制研究备受关注。

表 1-1 供应链管理控制模式

| 控制模式 | 信息结构 | 决策激励 |
|------|----------------|-------|
| 集中控制 | 完全信息, 对称信息结构 | 一般激励 |
| 协作控制 | 共享信息, 对称信息结构 | 一致激励 |
| 协调控制 | 不完全信息, 非对称信息结构 | 不一致激励 |

决策激励是指个体在理性假设下的决策动机,这里特指供应链实体的决策行为受其目标优化的驱动。一般而言供应链实体间合作与竞争关系并存,这使得它们有着不同的甚至冲突的目标。从而造成供应链实体决策激励的不一致,这样个体的局部最优决策可能偏离系统的全局最优决策。“双重边际”现象就

是因为决策个体的激励不一致而造成系统总体利润水平下降。

信息结构是指系统信息的分布与共享水平，如果供应链实体的全部信息为公有知识，则称为对称信息结构或完全信息；如果只有部分信息共享则称为非对称信息结构或不完全信息。一般情况下供应链实体出于自身利益的考虑，完全的信息共享是不可能的。这样当一个实体的决策依赖于另一个实体的私有信息时就会导致决策偏差。供应链管理中的“牛鞭效应”就是因不完全信息以及决策激励的差异引起的信息扭曲现象。

传统的供应链管理一般以集中控制为主，即假定一个决策者拥有供应链的全部信息，控制所有供应链实体的决策变量，以系统整体效用（利润、成本等）最大化为目标。协作控制是指供应链各个实体通过信息共享以合作方式实现优化系统性能的目标。

理论上这两种控制模式可以通过建立供应链优化模型得到最大化系统整体效用的控制策略。然而实际供应链是由相对独立的自主实体组成，决策权和信息是分布的，由于非对称信息结构和不一致激励，以集中控制为传统的供应链管理最优决策难以实现，集中和协作这两种控制模式将受到限制甚至是不可能的。

因此信息和激励问题成为供应链管理的瓶颈。理论和实践表明，通过在供应链实体间引入适当的协调机制可以在一定的信息结构下满足个体激励约束同时有效地改进系统整体性能，甚至达到集中控制的效果。由于协调机制在实现上表现为实体间的契约，国外有些文献又将供应链协调称为供应链契约。

1.1.3 SCM 三个微观热点问题是供应链协调管理侧重需要解决的问题

从国内外对于供应链相关文献的研究来看,所涉及的理论与方法非常的广泛,不仅包括定性、定量的研究还包含仿真模拟以及案例分析等。SCM 的研究可以追溯到 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;另外一个分析工具是最优化技术,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;此外,SCM 也广泛使用分布式数据库和信息系统技术等方法。根据供应链相关文献研究归纳分析,供应链前沿问题可归结为如下 3 个微观热点问题。

(1) 供应链中的不确定性问题

通常供应链中的不确定性是影响供应链计划的制订以及新产品供应链设计的主要因素之一。特别是由于需求引起的不确定性将影响整个供应链环节的设计、计划、协调、控制等活动。为此国内外许多学者进行了探讨总结并寻求一些解决办法。Sunil Chopra、Peter Meindl (2001) 将供应链的不确定性归于两类:需求不确定性和供应的不确定性;同时指出产品的需求量受多种随机因素的影响如流行趋势、促销手段、气候因素、消费者偏好等,这些因素随着时间的推移会逐渐显现出来^[3]。X. Qi-etal. (2004) 采用一个供应商和一个零售商的模型考察了供应链计划层次中的需求不确定性以及由此产生的信息扭曲现象,并且分析了需求扭曲对于原始计划变动成本的影响^[4]。国内方面,主要是从不同的方面对此问题进行了分类总结。比如李赤林、罗延发(2003)对供应链不确定性进行更为细致地划分,

不仅分析了引起供应链不确定性的来源,阐明了供应链不确定性和具体的各种供应链决策的关系,而且提出了具体的管理方式以降低供应链的不确定性^[5]。

根据 Lee 和 Whang 提出的随机游动模型^[6],可以简单地刻画这种需求的不确定性,即假设:

$$D_t = d_t + \varepsilon_t$$

其中: D_t 为 t 时期需要预计的某种产品的需求量,通常是可以预测和估量的;

d_t 为没有随机因素干扰的情况下, t 时期某种产品的需求量;

ε_t 为 t 时期发生随机因素对产品需求量的影响量,通常其发布可知。

由于随机因素的存在,使得需求出现不确定性,为保证生产供应的连续性和消费者需求的及时满足,必须对需求进行提前预测,并依此作为下订单的依据。但在 SCM 领域,除了需求供应的不确定性之外,可能还存在着其他的不确定性,如制造过程的不确定性等。为此需要细分不确定性产生的根由以及后果,以便寻求解决的最佳途径。从更深的层次来看,供应链不确定性在供应链中的表现就是 Bullwhip 效应。

(2) 供应链中的 Bullwhip 效应

早在 1961 年,Forrester 就观察到了供应链中的 Bullwhip 效应。Bullwhip 效应指的是在供应链中以订单形式传送的信息,其方差的变动将大于实际需求方差的变动,而且这种变动将随着订单的传播而逐级放大,从而更加偏离于实际需求。20 世纪 80 年代,Steman、Blinder、Blanchard、Caplin 等人的著述中对这种需求扭曲现象进行了描述^[6]。早期的论述多数是定性分析而

且认为是供应链成员之间非理性的结果。Lee 等人 (1997) 采用定量分析模型, 将 Bullwhip 效应的起因归结于 4 个方面^[21]: (1) 需求信号处理 (demand signal processing); (2) 分配博弈 (rating game); (3) 订单批量 (order batching); (4) 价格变动 (price variations)。Lee 的研究指出, 这种现象是供应链中不可避免的现象, 是供应链成员理性化决策的结果。Lee 等在文中运用定量化的方法分析了 Bullwhip 效应, 即假设需求是可预测的, 采用周期性检测库存策略, 根据历史数据预测需求, 进而确定每期的目标库存 S_t 和采购订单 Y_t 。假设未来需求和过去的需求存在必然的某种联系, 例如服从一种简单的自回归模型 [AR (1)], 那么需要预测的需求可表示如下:

$$D_t = d + \rho D_{t-1} + \varepsilon_t \quad (1-13)$$

$$Y_t = D_t + (S_t - S_{t-1}) \quad (1-14)$$

$$S_t = m_t + k \sigma \sqrt{v} \quad (1-15)$$

其中 d 为非负常量, ρ 为自相关系数, 为 -1 至 1 之间的常量, D_t 表示 t 期末的需求, ε_t 服从 $N(0, \sigma^2)$; S_t 表示修正的预期目标库存; Y_t 表示依据修正的目标库存决定的采购订单, 其关系如公式 1-14 和 1-15 表示, 其中目标库存由预测的平均需求 m_t 加上安全库存构成。由此可以得到需求与订单的关系:

$$Y_t = D_t + \frac{\rho(1-\rho^{t+1})}{1-\rho} (D_t - D_{t-1})$$

从上式可以看到, 订单 Y_t 的方差将大于需求 D_t 的方差, 其差值计算如下:

$$\text{var}(Y_t) - \text{var}(D_t) = \frac{2\rho(1-\rho^{t+1})(1-\rho^t)}{(1+\rho)(1-\rho)^2} \sigma^2 \geq 0$$

国内的一些学者在 Lee 等人的基础上对此也做了进一步的

研究描述。达庆利等(2003)对于供应链中的 Bullwhip 效应进行了文献综述,讨论了供应链中 Bullwhip 效应的现象和成因,提出了减轻和消除该效应的对策^[7]。王勇等(2003)采用一个一阶自回归模型分析 Bullwhip 效应的成因,并通过供应链成员间的信息共享与最优委托权安排来减少这种效应^[8]。

(3) 供应链中的信息共享问题

关于供应链环境下的信息共享问题, Lee 和 Whang 等人(1998)对信息共享的类型和应用进行过比较全面和定性的描述,并提出了三种信息共享的模型。从信息共享的类型研究来看,主要包括库存信息共享、销售信息共享、需求与预测信息共享、订单状态信息共享和生产计划信息共享等类型^[97]。此后,学术界对这个领域的研究向着更加量化的方向发展,涌现出许多新的模型和算法。学术界对信息共享的研究,可以归结为两个大的范畴:信息共享的价值问题;信息共享的支持问题。对信息共享的两个问题的研究是近年来最受关注的热点,也是分歧和争论最大的一块领域。不同的研究者从不同的假设条件出发采用不同的方法,得出了很多不同甚至截然相反的结论。供应链中的点,也是分歧和争论最大的一块领域。不同的研究者从不同的假设条件出发采用不同的方法,得出了很多不同甚至截然相反的结论。

对于供应链中的信息共享问题,国内学者也进行了相应的研究,并提出了一些改进的模型和方法。李刚等(2002)对信息共享在供应链中的价值进行了总结研究,对信息共享领域里的有代表性的12个模型,从假设条件、建模、因素分析、模型讨论4个角度,分析了各个模型之间的联系和区别;指出了供应链信息共享的价值问题相对于模型的假设条件,建模方法等

的强烈敏感性以及可能的原因^[6]。但是从目前的状况来看，理论模型和实际需求的结合仍还存在一定的差距。很多业界领先的供应链管理（Supply Chain Management, SCM）软件厂商对这个问题的理解，也还仅仅停留在常识和概念阶段，尚未将量化的模型集成到产品中。除了 IT 技术的支持外，保障信息共享的有效实施，还需要考虑设计什么样的机制。可以说，从机制设计和技术手段两个方面探讨信息共享的理论模型和实际需求，是理论与应用相结合的最佳途径，也是信息共享真正成为 SCM 核心的必要条件。

这些年来，供应链中的不确定性、Bullwhip 效应和信息共享三个问题一直是困扰供应链实践与理论应用的焦点所在，而且它们之间又有着相互影响相互依存的因果关系，所以有许多学者与研究机构对这三方面做了深入地研究。供应链中存在的各种问题大都可以归结为这三个微观问题，然而在实际应用中并没有完美有效地得以解决。因此，解决这三个微观问题成为当今 SCM 理论研究与实践应用的前沿，同时也是供应链协调管理要侧重解决的主要问题之一。

1.2 供应链协调管理的必要性和意义

协调是一个在学术研究和实际应用中广泛使用的概念，涉及的学科领域主要是系统学、控制论、经济学、管理学、并行计算及人工智能等。协调除了作为一种调节手段或一种管理和控制的职能之外，有时也作为一种状态表明各子系统或各系统因素之间、系统各功能之间、结构或目标之间的融合关系，