

文章编号: 1001-0920(2006)07-0776-05

供应链中提前期压缩的 Pareto 优化

宋华明^{1,2}, 马士华¹

(1. 华中科技大学 管理学院, 武汉 430074; 2. 南京理工大学 经济管理学院, 南京 210094)

摘要: 在需求函数为均匀分布且预测偏差随提前期变化的条件下, 分析了提前期压缩对供应链成员收益的影响, 以及如何实现供应链成员收益的 Pareto 改进. 研究表明: 通过引入线性补偿策略, 在提前期压缩的前提下, 可以实现供应链成员收益的 Pareto 改进, 使供应链成员达到双赢.

关键词: 提前期压缩; 预测; 渠道协调; Pareto 改进

中图分类号: F253.4

文献标识码: A

Pareto Optimization in Supply Chain under Lead-time Reduction

SONG Huaming^{1,2}, MA Shi-hua²

(1. College of Management, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430074, China; 2. School of Economy Management, Nanjing University of Science and Technology, Nanjing 210094, China. Correspondent: SONG Huaming, E-mail: huaming@mail.njust.edu.cn)

Abstract: The effect of lead-time reduction on profits of supply chain actors is studied, the Pareto improvement of supply chain channel coordination is discussed base on the assumption that probability density function of the market demand is uniform distribution and the forecast bias varies along with lead time. The result shows that, after a compensating mechanism is introduced, the Pareto improvement of the supply chain actors profits is achieved, and supply chain actors can be win-to-win.

Key words: Lead-time reduction; Forecasting; Channel coordination; Pareto improvement

1 引言

技术的进步和需求的多样化, 使得产品寿命周期不断缩短, 因此时间成为形成竞争优势的一个关键资源^[1]. 基于时间的竞争(TBC)是 20 世纪 90 年代后的一种主流竞争模式. 这种竞争模式直接影响了运作管理, 体现在运作层次就是供应链提前期的压缩. 提前期的压缩是实现供应链快速响应用户需求的有效途径, 是形成供应链战略优势的重要来源^[2].

提前期影响到需求预测偏差. 一般说, 订货提前期越短, 预测的时间跨度越小, 预测偏差越小, 订货量越准确^[3]. 根据 Wal-Mart 的调查, 提前 26 周进货, 需求预测偏差为 40%; 提前 16 周进货, 需求预测偏差为 20%; 如果在销售时节开始时进货, 则需

求预测偏差能降到 10%^[4].

对于供应商-零售商这样的两级供应链而言, 提前期的压缩意味着可以减少安全库存, 降低库存资金风险, 加速顾客响应, 改善顾客服务水平, 提高企业竞争力. 显然, 提前期的压缩对于零售商是有利的. 然而, 相对于供应链的上游成员——供应商而言, 却是另一种情况. Porter^[5]指出: 供应链上提前期压缩并非人人都是赢家. Iyer^[6]指出: 由于买卖双方之间存在某种对立关系, 零售商降低预测偏差带来的益处恰恰是供应商所不希望的. 也就是说, 没有供应链的协调, 提前期的压缩不能实现供应链成员的双赢局面.

关于提前期研究的文献, 大多从单一节点优化的角度, 研究提前期变动对库存的影响, 如文献[7~

收稿日期: 2005-03-07; 修回日期: 2005-10-28

基金项目: 国家自然科学基金重点项目(70332001); 中国博士后科学基金项目(2004035636).

作者简介: 宋华明(1968—), 男, 江苏新沂人, 讲师, 博士, 从事运营管理、物流和供应链管理的研究; 马士华(1956—), 男, 天津人, 教授, 博士生导师, 从事物流和供应链管理等研究.

9] 在检索到的关于提前期研究的文献中, [6, 10, 11] 是从供应链协调的角度进行研究 Iyer^[6] 采用 Bayes 方法进行预测, 利用先验信息修正预测, 分析了实施 QR 前后供应链成员 (供应商-零售商) 收益变化的情况, 提出了实现双方收益 Pareto 改进的一些对策 文献[10, 11] 扩展了 Iyer 模型, 鲁其辉等^[10] 提出一种在 QR 下的补偿机制, 实现供应链的渠道协调; Lau 等^[11] 把 Iyer 模型中的参数当作决策变量来处理, 研究降低不确定性对供应链及其成员收益的影响 但他们均没有把提前期作为一个变量来对待, 没有给出提前期与供应链及其成员收益的函数关系, 从而未能量化出提前期压缩对供应链及其成员收益的影响

本文主要研究提前期如何影响供应链及其成员的收益, 采取什么策略来协调供应链, 在提前期压缩的情形下实现供应链成员收益的 Pareto 改进 与文献[6, 10, 11] 不同的是, 本文是在假设预测偏差随提前期变化的条件下进行的, 建立了提前期与供应链及其成员收益的函数关系式, 研究提前期压缩对供应链及其成员收益的影响以及协调问题 与文献[8, 9] 不同的是, 本文从供应链渠道协调的角度, 揭示出供应链中提前期压缩对供应链及其成员收益的影响, 以及如何实现供应链渠道的协调, 而文献[8, 9] 是供应链上单一节点的优化问题, 是传统的报童模型的推广.

2 提前期压缩的模型描述

2.1 符号说明

考虑一个由供应商 - 零售商组成的分散决策型供应链, 生产和销售单一产品, 只考虑单一周期, 在单一周期内零售商只有一次订货机会 假设零售商从提交订单到收到货物的时间为 T , T 即为供应商的提前期 若零售商希望供应商将提前期压缩为 t ($0 < t < T$), 则供应链提前期的压缩量为 $T - t$

一般地, 随着供应链提前期的压缩, 零售商收集的信息量越来越充分, 对市场需求预测的偏差越来越小^[8] 记 X 为产品的市场需求, 且假设 X 是服从均匀分布的随机变量 当提前期为 t ($0 < t < T$) 时, 可预测 X 的密度函数为 $f(x, t)$, 分布函数为 $F(x, t)$. 随机变量 X 的数学期望为 μ 恒等于常数, 均方差为

$$\sigma = \sigma(t) = \sigma_0 + \frac{\sigma_T - \sigma_0}{T} t$$

其中: σ_0 为提前期为 0 即 $t = 0$ 时的均方差, σ_T 为提前期不变即 $t = T$ 时的均方差, 且 $\sigma_T > \sigma_0$ 这里假设 $\mu < \sqrt{3} \sigma_T$ (实际中, $\mu < \sqrt{3} \sigma_T$ 几乎不会出现, 一旦出现, 则说明预测偏差太大, 需要重新预测). 在 X

为均匀分布的假设下, X 的概率密度函数和概率分布函数分别为

$$f(x, t) = \begin{cases} 0, & X < L(t) \text{ or } X > U(t); \\ \frac{1}{\sqrt{3} \sigma}, & L(t) \leq X \leq U(t). \end{cases}$$

$$F(x, t) = \begin{cases} 0, & X < L(t); \\ \frac{x - L(t)}{\sqrt{3} \sigma}, & L(t) \leq X \leq U(t); \\ 1, & X > U(t). \end{cases}$$

其中

$$L(t) = \mu - \sqrt{3} \sigma, U(t) = \mu + \sqrt{3} \sigma$$

记 p 为零售商的单位产品市场售价; h 为一个周期未售出的单位滞销产品带来的费用, 如削价处理带来的损失、库存费用等; π 为单位产品的缺货损失, 如违约惩罚、顾客流失带来的损失等; c 为供应商边际生产成本, w 为供应商给予零售商的单位产品批发价, 且有 $p > w > c$ (否则 $w < c$, 则供应商无利可图; $w > p$, 则零售商无利可图). q 为零售商的订货量, $R(q)$ 为零售商对应的期望收入, 这里假定信息是完全对称的

2.2 供应链及其成员的收益模型

当供应链的提前期由 T 压缩为 t ($0 < t < T$) 时, 记 $\Pi_r(q, t)$, $\Pi_s(q, t)$, $\Pi(q, t)$ 分别为零售商、供应商以及供应链的收益, 则有

$$\Pi_r(q, t) = R(q) - wq, \tag{1}$$

$$\Pi_s(q, t) = (w - c)q, \tag{2}$$

$$\Pi(q, t) = \Pi_r + \Pi_s = R(q) - cq \tag{3}$$

其中

$$R(q, t) = p \left(\int_0^q xf(x, t) dx + \int_q^T qf(x, t) dx \right) - h \int_0^q (q - x)f(x, t) dx - \pi \int_q^T (x - q)f(x, t) dt$$

式中第 1 项和第 2 项为期望销售额, 第 3 项为库存成本, 第 4 项为缺货损失

固定 t , 分别对式 (1) 关于 q 进行一阶微分和二阶微分, 易知二阶微分恒小于 0 令 $\Pi_r(q, t)$ 关于 q 的一阶微分为 0, 解出 q , 可得

$$Q^*(t) = \mu + (2s - 1)\sqrt{3} \sigma \tag{4}$$

其中

$$s = F(Q^*(t)) = \frac{p + \pi - w}{p + \pi + h}$$

称为服务水平^[6], 用来衡量顾客需求被满足的程度 式 (4) 代入式 (1) ~ (3) 并化简, 则零售商、供应商和供应链在提前期为 t 时最大收益都是提前期 t 的

函数,可简记为 $\Pi_r^*(t)$, $\Pi_s^*(t)$, $\Pi_i^*(t)$. 其中

$$\Pi_r^*(t) = (p - w)\mu + \sqrt{3}\sigma(p + \pi - w)(s - 1), \quad (5)$$

$$\Pi_s^*(t) = (w - c)[\mu + \sqrt{3}\sigma(2s - 1)], \quad (6)$$

$$\begin{aligned} \Pi_i^*(t) &= \Pi_r^* + \Pi_s^* = \\ &\mu(p - c) + \sqrt{3}\sigma[(p + \pi + w - 2c)s - (p + \pi - c)] \end{aligned} \quad (7)$$

3 提前期压缩的影响分析

下面分析供应链的提前期压缩对供应链及其成员收益的影响. 在式(5)~(7)中,只有 σ 是变量,根据2.1节的假设, σ 是提前期 t 的函数,因此可将式(5)~(7)中的变量 σ 用 t 来代替,得到

$$\begin{aligned} \Pi_i^*(t) &= \mu(p - c) + \sqrt{3}[(p + \pi + \\ &w - 2c)s - (p + \pi - \\ &c)]\left(\sigma_0 + \frac{\sigma_t - \sigma_0}{T}t\right), \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \Pi_r^*(t) &= (p - w)\mu + \sqrt{3}(p + \pi - \\ &w)(s - 1)\left(\sigma_0 + \frac{\sigma_t - \sigma_0}{T}t\right), \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} \Pi_s^*(t) &= (w - c)\left[\mu + (2s - \\ &1)\sqrt{3}\left(\sigma_0 + \frac{\sigma_t - \sigma_0}{T}t\right)\right] \end{aligned} \quad (10)$$

由式(8)~(10)知,供应链收益、供应链成员收益均是关于提前期 t 的一次函数,一次函数的单调性容易证明. 因此得到如下结论:

结论 1 供应链收益 $\Pi^*(t)$ 是提前期 t 的单调递减函数,当供应链的服务水平 $s < 0.5$ 时,零售商收益 $\Pi_r^*(t)$ 和供应商收益 $\Pi_s^*(t)$ 均是提前期 t 的单调递减函数,提前期压缩可实现供应链的 Pareto 改进;当供应链的服务水平 $s > 0.5$ 时,零售商收益 $\Pi_r^*(t)$ 是提前期 t 的单调递减函数,而供应商收益 $\Pi_s^*(t)$ 是提前期 t 的单调递增函数,这种情形下提前期压缩不能实现供应链的 Pareto 改进.

供应链提前期的压缩,并非每个成员都会从中受益. Porter^[5]指出:对于供需双方而言,需方常将风险转移到供方,供应链提前期压缩意味着供应商具有更多的仓库和更高的库存. Iyer 等^[6]指出:在提前期压缩的渠道协调机制中,通常对下游节点(零售商)提出附加条款,从而补偿供应商的损失. 对于服务水平 $s < 0.5$ 的供应链而言,客户的需求满足率过于低下,需要作进一步改善. 一般情况下,供应链的服务水平应有 $s > 0.5$. 在这种条件下,供应链提前期的压缩使供应商的收益受损,提前期压缩量越大,供应商的损失越大. 从这个角度说,供应商是不愿压缩提前期的.

下节介绍当供应链的服务水平 $s > 0.5$ 时,通过一种协调机制,在供应链提前期压缩的前提下分配新增的利益,实现供应链成员收益的 Pareto 优化.

4 提前期压缩的协调

首先分析供应商利益下降的原因. 当供应链的服务水平 $s > 0.5$ 时,伴随着供应链提前期压缩(t 减小),零售商的需求预测偏差减小(σ 减小),导致最优订货量 $Q^*(t) = \mu + \sqrt{3}\sigma(2s - 1)$ 下降,在批发价格 w 不变的情况下,供应商的利润减少了.

引用文献[12]提出的线性转移支付策略,即零售商提供给供应商一种补偿机制,将收益中的一部分 $|\theta(q)|$ 补偿给供应商, $\theta(q) = k(q_0 - q)$ ^[12]. 其中 q_0 为确保在提前期压缩的情况下,供应商的收益不小于提前期压缩前的收益,由供应商和零售商协商而定; k 是转移支付系数,表示当零售商的订货量低于 q_0 的每一单位给供应商的补偿.

供应链引入补偿机制后,零售商、供应商和供应链的收益分别记为 $\Pi_r(q, t)$, $\Pi_s(q, t)$, $\Pi_l(q, t)$, 则有

$$\begin{aligned} \Pi_r(q, t) &= \Pi_r(q, t) - k(q_0 - q) = \\ &R(q) - wq - k(q_0 - q), \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \Pi_s(q, t) &= \Pi_s(q, t) + k(q_0 - q) = \\ &(w - c)q + k(q_0 - q). \end{aligned} \quad (12)$$

供应链整体的收益表达式同式(3),即

$$\Pi_l(q, t) = R(q) - cq \quad (13)$$

为求出零售商独立决策时最优订货量,固定 t ,在式(11)两边分别关于 q 进行一阶和二阶微分,易知二阶微分恒小于 0. 令 $\partial\Pi_r/\partial q = 0$, 假定存在 $Q_{ir}^*(t)$ 满足 $\partial\Pi_r/\partial q|_{Q_{ir}^*(t)} = 0$, 则有

$$F(Q_{ir}^*(t)) = \frac{p + \pi + k - w}{p + \pi + h}$$

为求出供应链集中决策时最优订货量,固定 t ,在式(13)两边分别关于 q 求一阶微分,并令 $\partial\Pi_l/\partial q = 0$, 假定存在 $Q_i^*(t)$ 满足 $\partial\Pi_l/\partial q|_{Q_i^*(t)} = 0$, 则有

$$F(Q_i^*(t)) = \frac{p + \pi - c}{p + \pi + h}$$

令 $Q_{ir}^*(t) = Q_i^*(t)$, 则有

$$\frac{p + \pi - c}{p + \pi + h} = \frac{p + \pi + k - w}{p + \pi + h}$$

由上式可解出 $k = w - c$. 在 $k = w - c$ 的条件下,零售商单独决策的最优订货量就是供应链集中决策的最优订货量,因而补偿策略可实现供应链的渠道协调. 从而有

$$Q_{ir}^* = Q_i^*(t) = \mu + (2s^l - 1)\sqrt{3}\sigma, \quad (14)$$

其中

$$s^l = \frac{p + \pi - c}{p + \pi + h} > s$$

式(14)代入式(11)~(13),引入补偿机制后,当供应链的提前期为 t 时,记零售商、供应商和供应链的最优收益分别为 $\Pi_r^*(Q_i^*(t)), \Pi_s^*(Q_i^*(t)), \Pi^*(Q_i^*(t))$, 它们也是提前期 t 的函数, 简记为 $\Pi_r^*(t), \Pi_s^*(t), \Pi^*(t)$. 则有

$$\Pi_r^*(t) = (p - c)\mu + \sqrt{3}\sigma(p + \pi - c)(s^l - 1) - (w - c)q_0, \quad (15)$$

$$\Pi_s^*(t) = (w - c)q_0, \quad (16)$$

$$\Pi^*(t) = (p - c)\mu + \sqrt{3}\sigma(p + \pi - c)(s^l - 1). \quad (17)$$

比较供应链在协调前后的收益 $\Pi^*(t)$, 易知 $\Pi_r^*(t) > \Pi_r^*(T), \Pi_s^*(t) > \Pi_s^*(T)$. 这说明在协调后, 消除了供应链中的双重边际效应, 供应链的收益相应增加了. 在供应链提前期从 T 压缩为 $t(0 < t < T)$ 时, 为实现在供应链成员收益的 Pareto 改进, 供应商和零售商的个体理性约束为

$$\Pi_r^*(t) \geq \Pi_r^*(T), \Pi_s^*(t) \geq \Pi_s^*(T).$$

求解以上不等式组, 可得到如下结论:

结论 2 当供应链提前期由 T 压缩到 t 时, 为实现供应链上零售商和供应商收益的 Pareto 改进, 引入线性转移支付策略, 在 $k = w - c$ 的条件下, 协调机制中参数 q_0 应满足条件: $q_0^l \leq q_0 \leq q_0^u$, 其中

$$q_0^l = \mu + (2s - 1)\sqrt{3}\sigma_r,$$

$$q_0^u = \mu + \frac{\sqrt{3}}{w - c}[(p + \pi - c)(s^l - 1)\sigma - (p + \pi - w)(s - 1)\sigma_r]$$

供应链中引入补偿机制后, 提前期压缩使得分散式供应链获得了集成式供应链的收益, 实现了供应链上成员收益的 Pareto 改进. 比较渠道协调前后供应链收益的变化, 记供应链成员及供应链收益增量分别为

$$\Delta_r = \Pi_r^*(t) - \Pi_r^*(T),$$

$$\Delta_s = \Pi_s^*(t) - \Pi_s^*(T),$$

$$\Delta = \Pi^*(t) - \Pi^*(T) = \Delta_r + \Delta_s$$

提前期压缩和渠道协调带来新增收益 Δ 的划分成为一个重要的问题. 令 $q_0 = q_0^l + l(q_0^u - q_0^l)$, 其中 $l \in [0, 1]$. 易证 $\Delta_r = (1 - l)\Delta, \Delta_s = l \times \Delta$. 参数 l 成为新增收益的分配系数, 在双方实现收益 Pareto 改进的前提下, 通过调整 l 值可以重新划分新增利益在供应链成员之间的分配比例. 因此有如下结论:

结论 3 通过调整 $q_0 \in [q_0^l, q_0^u]$, 即调整分配系数 $l(l \in [0, 1])$ 的值, 可实现对供应链新增收益 Δ 的任意划分. 即当 $q_0 = q_0^l + l(q_0^u - q_0^l)$ 时, 供应商收益增量 $\Delta_s = l\Delta$, 零售商收益增量为 $\Delta_r = (1 - l)\Delta$.

5 数值分析

现在通过一个数值例子来验证上述结论. 在 2.1 节的背景下, 假定

$$\mu = 1\,000, \sigma_r = 200, \sigma_0 = 20,$$

$$c = 20, p = 60, h = 10,$$

$$\pi = 60, w = 40, T = 60$$

5.1 协调前后提前期压缩对供应链及其成员收益的影响

固定 $l \in [0, 1]$, 例如 $l = 0.2, t \in [0, T]$, 采用式(5)~(7)和(15)~(17), 分别计算协调前后供应链及其成员收益. 协调前后供应链及其成员收益随提前期压缩量变化的情况如图 1 和图 2 所示, 部分数值见表 1.

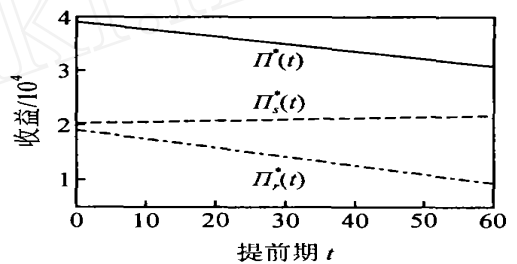


图 1 协调前提前期变化对供应链及其成员收益的影响

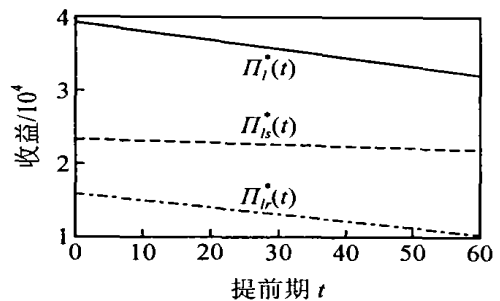


图 2 协调后提前期变化对供应链及其成员收益的影响
表 1 协调前后提前期压缩对供应链及其成员收益的影响

提前期 t	协调前收益			协调后收益		
	$\Pi_s^*(t)$	$\Pi_r^*(t)$	$\Pi^*(t)$	$\Pi_s^*(t)$	$\Pi_r^*(t)$	$\Pi^*(t)$
0	20 160	18 934	39 094	23 251	15 950	39 201
20	20 640	15 736	36 376	22 771	14 031	36 802
40	21 119	12 539	33 658	22 292	12 113	34 405
60	21 599	9 341	30 940	21 812	10 194	32 006

由图 1、图 2 和表 1 数据可知, 提前期的压缩对于整个供应链而言是有益的. 在服务水平 $s < 0.5$ 的前提下, 提前期压缩量越大, 零售商收益增加越多, 供应商的收益越小. 引入线性转移支付补偿机制后, 提前期的压缩量越大, 零售商和供应商双方收益增加越多, 实现了收益的 Pareto 改进.

5.2 参数 l 对供应链及其成员收益分配的影响

固定 t , 如取 $t = 40$, 即将提前期压缩了 20 个时间单位, 让 $l \in [0, 1]$ 变化, 计算供应链及其成员对

表2 $t=40, l \in [0, 1]$ 变化时供应链成员新增收益分配情况

l	零售商			供应商			供应链	
	$\Pi_r^*(t)$	Δ_r	Δ_r/Δ	$\Pi_s^*(t)$	Δ_s	Δ_s/Δ	$\Pi^*(t)$	Δ
0	15 203	1 066	100%	21 599	0	0%	36 802	1 066
0.2	14 031	853	80%	22 771	213	20%	36 802	1 066
0.4	12 858	640	60%	23 944	426	60%	36 802	1 066
0.6	11 686	426	40%	25 116	640	40%	36 802	1 066
0.8	10 514	213	20%	26 288	853	80%	36 802	1 066
1.0	9 341	0	0%	27 461	1 066	100%	36 802	1 066

应的收益和收益增量,并计算 Δ_r 和 Δ_s 在 Δ 中所占的比例.计算结果如表2所示.

由表2数据可知,系数 l 的变化影响提前期压缩带来的收益在成员之间的分配.当 l 在 $[0, 1]$ 内变化时,供应链新增收益 Δ 的 $1-l$ 部分被零售商占有,比例为 l 的新增收益被供应商占有.

6 结 论

本文研究供应链提前期的压缩对供应链及其收益的影响,以及如何实现供应链成员收益的 Pareto 改进.在 2.1 节的假设条件下,得到如下结论:

1) 提前期的压缩可使供应链及零售商的收益增加,提前期的压缩量越大,收益的增加越大.

2) 在服务水平小于 0.5 的条件下,提前期的压缩可使供应商的收益增加,压缩量越大,收益的增加越大.在这种情况下提前期的压缩可实现供应链收益的 Pareto 改进;在服务水平大于 0.5 的条件下,提前期的压缩可使供应商的收益减少,压缩量越大,收益的减少越多.在这种情况下提前期的压缩不能达到供应链收益的 Pareto 改进.

3) 在服务水平大于 0.5 的情况下,引入一种补偿机制,可以实现供应链收益的 Pareto 改进;进一步通过契约参数的调整,可以实现供应链收益的任意划分.

参考文献(References)

- [1] 阎子刚,吕亚君. 供应链管理[M]. 北京:机械工业出版社,2003:119-125.
(Yan Z G, Lv Y J. *Supply Chain Management* [M]. Beijing: China Machine Press, 2003: 119-125.)
- [2] Tersine R J, Hummingbird E A. Lead-time Reduction: The Search for Competitive Advantage [J]. *Int J of Operations and Production Management*, 1995, 15 (2): 8-18.
- [3] Sandra S R, Henrique L C. Time-based Competitiveness in Brazil: Whys and Hows [J]. *Int J of Operations and Production Management*, 1998, 18

(3): 233-245.

- [4] Blackburn J D. *Time-based Competition: The Next Battleground in American Manufacturing* [M]. Homewood: Business One Irwin, 1991: 246-269.
- [5] Porter A M. Leadtimes are Shrinking, But Not Everyone's a Winner [J]. *Purchasing*, 1998, 125 (7): 22-25.
- [6] Iyer A V, Bergen M E. Quick Response in Manufacturer-retailer Channels [J]. *Management Science*, 1997, 43 (4): 559-570.
- [7] Chopra S, Reinhardt G, Dada M. The Effect of Lead Time Uncertainty on Safety Stocks [J]. *Decision Sciences*, 2004, 35 (1): 1-24.
- [8] Chen M S, Chuang C C. An Extended Newsvoy Problem with Shortage-level Constraints [J]. *Int J of Production Economics*, 2000, 67 (3): 269-277.
- [9] 蔡清波,鲁其辉,朱道立. 预测精度随时间变化的报童问题模型分析[J]. *预测*, 2003, 22 (5): 42-45, 33.
(Cai Q B, Lu Q H, Zhu D L. The Newsvoy Problem Model with Changing Forecast Accuracy [J]. *Forecasting*, 2003, 22 (5): 42-45, 33.)
- [10] 鲁其辉,朱道立,林正华. 带有快速反应策略供应链系统的补偿策略研究[J]. *管理科学学报*, 2004, 7 (4): 14-23.
(Lu Q H, Zhu D L, Lin Z H. Return Policies in Supply Chain System with Quick Response Strategy [J]. *J of Management Science in China*, 2004, 7 (4): 14-23.)
- [11] Lau A H L, Lau H S. The Effects of Reducing Demand Uncertainty in a Manufacturer-retailer Channel for Single-period Products [J]. *Computers and Operations Research*, 2002, 29 (11): 1583-1602.
- [12] 唐宏祥,何建敏,刘春林. 一类供应链的线性转移支付激励机制研究[J]. *中国管理科学*, 2003, 11 (6): 29-34.
(Tang H X, He J M, Liu C L. Research on Linear Transfer Payment Incentive Mechanism of One Kind of Supply Chain [J]. *Chinese J of Management Science*, 2003, 11 (6): 29-34.)