

文章编号: 1003-207(2004)02-0049-06

供应链库存协调策略研究

刘永胜, 李敏强

(天津大学管理学院, 天津 300072)

摘要: 研究和分析了直运型供应链通过共同补给期协调库存的策略问题。在该供应链中, 单一供应商提供单一产品给面临随机需求的单一零售商。在所提出的库存协调策略条件下, 供应商指定共同补给期, 当零售商按供应商指定的共同补给期作为其订货周期时, 供应商提供零售商一定的价格折扣。这种协调策略可以视为 Stackelberg 博弈。在阐述了解决该博弈问题的方法后, 进行了数值实验, 分析了采用这种协调策略的利益。

关键词: 供应链; 直运; 库存协调; 随机需求; 共同补给期

中图分类号: F253.4 **文献标识码:** A

1 引言

库存以各种各样的形式、各种各样的原因而存在于整个供应链。维持这些库存每年大约耗费其价值的 20% 到 40%^[1]。因而, 用科学方式管理这些库存以维持最低水平具有重要的意义。“供应链管理”(SCM) 是一种集成管理思想, 控制从供应商到最终用户的全部物料和资源的流动。在传统采购和配送渠道中, 单独一个公司的杰出库存绩效可能对整个供应链绩效产生负面影响。例如, 一个制造商可能把它的原材料库存(或完工产品库存)转嫁给供应商(采购商)以最小化它的库存成本, 进而增加供应链的总库存成本^[2]。然而, 在当今供应链管理实践中, 公司在试图发现一种最优化整个供应链而不是实现供应链的每一层次优化的方法。因而, “库存协调”被认为是供应链效率的关键因素之一^[3]。

库存协调模型主要分为 2 类: “集成库存系统模型”和“多级库存模型”。前者通过放松传统库存研究中的一些假设和限制, 提供各种库存协调方法。Goyal 等^[4]将集成库存系统模型划分为 4 种类型: (1) 处理联合经济批量策略的模型; (2) 通过同时确定购买者和供应商订货数量处理库存协调的模型; (3) 处理集成库存系统但并不同时确定购买者和供应商订货数量的模型; (4) 出于营销考虑处理购买者-供应商协调的模型。而“多级库存模型”通过放松

单一存货点的假设, 处理多级生产和/或配送库存协调。多级系统涉及各场所、配送阶段和生产层次之间各种各样的物流。如果每级代表一个独立公司, 则多级生产或多级配送系统的结构是类似于供应链结构。

在供应链库存协调领域人们已经进行了大量的研究。Shin^[3]放松了传统数量折扣库存协调方法中的一些主要假设。特别地, 为了将随机需求引入库存协调问题的建模之中, 使用了众所周知的多级库存模型的性质, 并通过模拟实验对修改后的数量折扣库存协调策略在各种运作条件下的绩效进行评价。Benton 等^[5]综述了 1984~1995 年间的各种数量折扣库存协调模型, 并分析了这些模型的特点。Viswanathan 等^[6]从供应商的利益出发进一步研究了以数量折扣作为库存协调手段的有关问题。Ganeshan^[7]针对多个供应商补充存货给一个中心仓库(反过来中心仓库又配送给大量的零售商)的生产/配送网络提出了一种近似最优的(s, Q)型库存策略。Andersson 等^[8]研究了在所有设施都使用连续检查设施存货(R, Q)一策略补充其库存前提下, 有一个中心仓库和 N 个异样零售商的两级配送系统分散库存控制的模型。Parry 等^[9]从最大化制造商利润的角度, 研究了利用复杂的 Stackelberg 两部分合成价格表(two-part tariffs)实现渠道协调的问题。Viswanathan 等^[10]研究了确定需求情形下由一个供应商、多个购买商的单一产品供应链通过共同补给期协调库存问题。Tsay^[11]从制造商与零售商双方角度研究了制造商-零售商渠道库存过剩协调策略问题。Lee^[12]研究了由一个供应商、一个零售

收稿日期: 2003-03-17

作者简介: 刘永胜(1963-), 男(汉族), 河北唐山人, 天津大学管理学院, 博士研究生, 研究方向: 供应链管理。

商和一个折扣销售店(DSO)组成的配送渠道中,库存、控制、退货和清仓消价销售策略的跨组织协调问题。Klastorin 等^[13]研究了分散多级库存/配送系统中一个供应商与多个零售商之间的通过价格折扣实现订货协调问题。Boya 等^[14]研究了在确定的对价格敏感的顾客需求条件下,由一个批发商和一个或更多零售商组成的供应链的协调订价与库存补给策略问题。Giannoccaro 等^[15]以集成方式提出了一种管理供应链所有阶段库存决策的方法,它通过确定一种库存订货策略使整个供应链绩效达到最优。Moses 等^[16]研究了零售商使用定期检查基本存货策略从制造商的配送中心(DC)订货条件下,如何就零售商店内的库存水平双方达成一致,进而实现供应链库存协调的问题。此外,还有许多针对供应商管理库存(VMI)这种供应链库存协调方法的研究^[17-19]。

尽管供应链库存协调方面的研究成果已有大量的报导,但据我们所知,还没有涉及随机需求情形下对通过共同补给期进行库存协调的研究。基于这一考虑,本文在由一个供应商和一个零售商组成的供应链系统中,从供应商的角度出发,研究静态随机需求情形下有关基于订货补给期的库存协调策略问题。供应商规定零售商(或批发商)产品的补给订货只能在特定时点进行,即每周一,每隔一周的周一,或每月的第一个周一,等等。供应商实施这种库存协调策略,能够节约订货处理(包括递送成本),并从根本上消除产品储存成本。如果供应链中已这样做了,则零售商/批发商可能会毫无异议地接受它。然而,如果零售商已习惯于在任意时点(对它们更方便)递送补给订货的话,它们可能不愿意只是在特定的时期接受递送。因此,零售商可能要求充分的补偿激励,例如价格折扣。本文核心是要说明通过提供价格折扣(价格补偿)给零售商如何实施共同补给期协调库存策略。

2 模型

2.1 供应链结构

本文提出的模型研究一个由一个供应商和一个零售商组成两阶段供应链。这种供应链结构如图 1 所示。

在该系统中,两个相邻阶段(供应商和零售商)之间的库存转移表示一种交易。最终顾客的随机需求是不确定性的主要来源。在供应商与零售商之间缺乏任何协调情况下,我们假定零售商每隔时间 t

以其相应的订货批量 Q_i 进行补给订货,订货提前期可以忽略。因此,补给订货一到达就立即得到满足。该供应商从外部供应商购买商品,并执行直运型(lot-for-lot)订货^[10],即该供应商并不保存任何库存,每当接到零售商订货时再订购(或自制)必需的数量。直运型订货假定可能有局限性,但有利于重点分析实施共同补给期策略的利益,并使分析起来更简单。同时,一旦实施共同补给期策略,直运型订货对于供应商不保存任何库存并发出订货给其上游供应商以满足补给期也有意义。

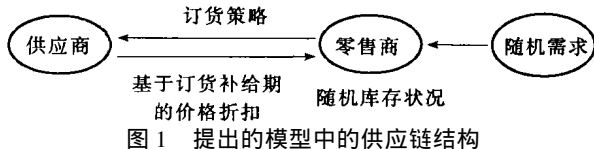


图 1 提出的模型中的供应链结构

2.2 符号

设符号的意义如下:

- R : 随机变量, 每期顾客需求;
- \bar{R} : 每期平均需求;
- σ : 每期需求标准差;
- N : 每年期数;
- D : 每年期望需求 = $E[N(\bar{R})]$;
- P : 零售商支付的价格;
- d : 单位折扣金额;
- S_1 : 零售商每次订货成本;
- S_2 : 供应商每次订货处理成本;
- H_1 : 零售商库存持有成本率;
- C_s : 零售商单位短缺成本;
- I_i : 零售商订货补给期的期初库存, $i = 1, 2, \dots, n$;
- S : 零售商最高库存量;
- S_d : 零售商享受折扣时最高库存量;
- Q : 零售商订货数量;
- t : 零售商订货补给期;
- t_d : 供应商规定的共同补给期;
- TC_1 : 零售商不享受折扣每年成本函数;
- TC_1^d : 零售商享受折扣每年成本函数;
- TC_2 : 供应商每年成本函数;
- TC_2^d : 供应商提供折扣后每年成本函数。

2.3 模型分析

2.3.1 零售商期望库存成本

(1) 假定每期需求(R)为连续随机变量,且服从正态分布。零售商采用定期订货策略,订货补给期为 t ,相应的每年订货次数为 $n(= 1/t)$ 。在每个订

货补给期有 Nt 期需求, 且每期需求独立同分布, 则每个订货补给期需求 (x_i) 平均值为 $R_i = Nt\bar{R}$, 标准差为 $\sigma_i = \sqrt{Nt}\sigma^{20}$ 。给定随机变量 Y , $E[Y]$ 表示 Y 的期望值。符号 Y^+ 和 Y^- 用于表示 Y 的正、负部分。

(2) 为便于分析问题, 假定递送和供应提前期很短, 可以近似地看作零, 则零售商总库存成本为:

$$\begin{aligned}
 TC_1(t, S) &= nS_1 + \sum_{i=1}^n P(S - \int_0^S (S - x_{i-1})f(x_{i-1}) dx_{i-1}) \\
 &+ (\sum_{i=1}^n PH_1 \int_0^S (S - x_i)f(x_i) dx_i) / n \\
 &+ \sum_{i=1}^n C_s \int_S^\infty (x_i - S)f(x_i) dx_i \\
 &= \frac{S_1}{t} + \frac{P}{t}(S - E[S - X_t]^+) \\
 &+ \frac{1}{2}PH_1(S + E[S - X_t]^+) \\
 &+ \frac{C_s}{t}E[X_t - S]^+ \quad (1)
 \end{aligned}$$

式中, 第一项为每年订货成本, 第二项为每年货物成本, 第三项为每年存储成本, 第四项为每年缺货成本。

在缺乏协调的情况下, 零售商的问题是求出最优的 t 和 S , 使得其总成本最低。由于 $S = I_i + Q_i$, Q_i 可连续取值, 假定 $TC_1(t, S)$ 为 S 的连续函数。给定 t , 则

$$\begin{aligned}
 \frac{dTC_1(t, S)}{dS} &= \frac{P}{t}[1 - F_t(S)] \\
 &+ \frac{1}{2}PH_1[1 + F_t(S)] - C_s[1 - F_t(S)] \\
 \text{令 } \frac{dTC_1(t, S)}{dS} &= 0, \text{ 有 } F_t(S) = \frac{C_s - PH_1t/2 - P}{C_s + PH_1t/2 - P} \quad (2)
 \end{aligned}$$

$\frac{C_s - P}{PH_1 + C_s}$ 严格小于 1, 称为临界值, 以 L 表示, 即 $\frac{C_s - PH_1t/2 - P}{C_s + PH_1t/2 - P} = L$ 。

因此, 为在给定 t 下确定 S , 可应用下面公式:

$$F_t(S) = F\left(\frac{S - R_t}{\sigma_t}\right) = F\left(\frac{S - Nt\bar{R}}{\sqrt{Nt}\sigma}\right) = L \quad (3)$$

给定 t 的取值范围, 通过模拟实验可得出最优的 t 和 S , 相应求出 $TC_1(t, S)$ 的最小值 TC_1^0 。

(3) 如果零售商按供应商规定的共同补给期 t_d

进行订货, 则零售商总库存成本由下式给定:

$$\begin{aligned}
 TC_1^d(t_d, S_d) &= \frac{S_1}{t_d} + \frac{P}{t_d}(S_d - E[S_d - X_{t_d}]^+) \\
 &+ \frac{1}{2}PH_1(S_d + E[S_d - X_{t_d}]^+) \\
 &+ \frac{C_s}{t_d}E[X_{t_d} - S_d]^+ \quad (4)
 \end{aligned}$$

式中, 各项含义与(1) 相同。

只有当提供的价格折扣足以补偿零售商总库存成本的增加以及超过由(1) 式给定的最低成本 TC_1^0 的 $100K$ (K 用 % 表示) 的补偿时, 零售商才会接受该策略。这里之所以需要有一定的额外补偿是因为按照规定的共同补给期进行订货, 零售商失去了订货的灵活性。因此, 全部折扣金额 Dd 应该满足下列条件:

$$Dd \geq TC_1^d(t_d, S_d) - (1 - K)TC_1^0 \quad (5)$$

2.3.2 供应商的总成本

(1) 在实施共同补给期协调库存策略之前, 供应商的总成本即为其全部的订货处理成本, 由下式给定

$$TC_2 = S_2/t \quad (6)$$

(2) 在订货补给期协调库存策略下, 供应商的总成本为订货处理成本加价格折扣成本, 即

$$TC_2^d = S_2/t_d + Dd \quad (7)$$

于是, 供应商确定 t_d 和 d 的问题可以用公式表示为:

$$(P) \quad \text{Min } TC_2^d = S_2/t_d + Dd \quad (8)$$

$$\begin{cases} Dd \geq TC_1^d - (1 - K)TC_1^0 \\ t_d \in X \end{cases} \quad (9)$$

这里 X 为所考虑的策略集合。在数值实验中, 我们设 $X = \{1/365, 1/52, 2/52, 1/12, 2/12, 1/4\}$ 。

对问题(P) 可以进一步化简为:

$$(P) \quad TC_2^d(t_d, S_d) = \frac{S_2}{t_d} + TC_1^d - (1 - K)TC_1^0$$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{S_1 + S_2}{t_d} + \frac{P}{t_d}(S_d - E[S_d - X_{t_d}]^+) \\
 &+ \frac{1}{2}PH_1(S_d + E[S_d - X_{t_d}]^+) \\
 &+ \frac{C_s}{t_d}E[X_{t_d} - S_d]^+ - (1 - K)TC_1^0 \quad (10)
 \end{aligned}$$

显然, 问题(P) 的最佳 t_d 可以通过无遗漏地搜索所有 $t_d \in X$, 评价目标函数(10) 来确定。求解问题(P) 的具体方法如下:

① 对每个 t_d , 确定满足目标函数(10) 的 S_d 值,

并求出目标函数值; 确定 S_d 的公式(具体推导过程与公式(4)的推导过程类似)为:

$$F\left[\frac{S_d - Nt_d R}{\sqrt{Nt_d}\sigma}\right] = \frac{C_s - PH_1 t_d / 2 - P}{C_s + PH_1 t_d / 2 - P} \quad (12)$$

②在所有 $t_d \in X$ 中, 选择使目标函数(10)最小所对应的 t_d 值, 即为双方协调的最佳共同补给期 t_d^* 。

此时, 最佳价格折扣 d^* 为:

$$d^* = \frac{TC_2^d(t_d^*, S_d^*) - S_2 / t_d^*}{D} = \frac{TC_1^d(t_d^*, S_d^*) - (1 - K)TC_1^0}{D} \quad (13)$$

式中 $TC_2^d(t_d^*, S_d^*)$ 为目标函数(10)的最小值。

3 数值实验与分析

(1) 给定有关控制参数基本值和有关变量数值, 分别见表 1 和表 2。

表 1 控制参数

每年期数(N)	365
单位价格(P)	100
零售商每次订货成本(S_1)	1,000
零售商库存持有成本率(H_1)	10%
零售商单位短缺成本(C_s)	200
供应商每次接收订货处理成本(S_2)	10,000
补偿最初成本比例(K)	2%

表 2 变量

每期平均需求(\bar{R})	50
每期需求标准差(σ)	10
零售商订货补给期(t)	{1/365, 1/52, 2/52, 1/12, 2/12, 1/4}
最高储存量(S)	计算得出
单位折扣金额(d)	计算得出

(2) 数值计算结果及分析

利用 Visual foxpro 6.0 编程, 模拟次数设为 10000, 取平均结果。数值实验的详细结果如表 3 所示。

表 3 各种情况下数值实验的详细结果

S_2 (1)	S_1 (2)	H_1 (3)	C_s (4)	P (5)	$t(t_d)$ (6)	S (7)	K (8)	d (9)	没有任何协调情况下的成本			在共同补给期协调策略下的成本节约		
									供应商(10)	零售商(11)	供应链(12)	供应商(13)	零售商(14)	供应链(15)
10,000	1,000	10%	200	100	1/365	80	2%	20.18	3,650,000	2,190,550	5,840,550	-3,898,235	37,190	-3,861,045
10,000	1,000	10%	200	100	1/52	380	2%	3.69	520,000	1,889,655	2,409,655	-467,340	37,190	-430,150
10,000	1,000	10%	200	100	2/52	729	2%	2.50	260,000	1,868,005	2,128,005	-185,690	37,190	-148,500
10,000	1,000	10%	200	100	1/12	1545	2%	2.04	120,000*	1,859,505**	1,979,505***	-37,190	37,190	0
10,000	1,000	10%	200	100	2/12	3063	2%	2.06	60,000	1,859,930	1,919,930	22,385	37,190	59,575
10,000	1,000	10%	200	100	1/4	4582	2%	2.30	40,000	1,864,355	1,904,355	37,960#	37,190##	75,150###
20,000	1,000	10%	200	100	1/365	80	2%	20.18	7,300,000	2,190,550	9,490,550	-7,428,235	37,190	-7,391,045
20,000	1,000	10%	200	100	1/52	380	2%	3.69	1,040,000	1,889,655	2,929,655	-867,340	37,190	-830,150
20,000	1,000	10%	200	100	2/52	729	2%	2.50	520,000	1,868,005	2,388,005	-325,690	37,190	-288,500
20,000	1,000	10%	200	100	1/12	1545	2%	2.04	240,000*	1,859,505**	2,099,505***	-37,190	37,190	0
20,000	1,000	10%	200	100	2/12	3063	2%	2.06	120,000	1,859,930	1,979,930	82,385	37,190	119,575
20,000	1,000	10%	200	100	1/4	4582	2%	2.30	80,000	1,864,355	1,944,355	117,960#	37,190##	155,150###

①如果没有任何协调, 零售商最佳订货补给期为 1/12 年, 即每月订货 1 次; 总库存最低成本为 1,859,505, 供应商订货处理总成本为 120,000, 整个供应链系统库存总成本为 1,979,505。

②供应商希望利用共同订货补给期策略, 并给零售商价格折扣作为补偿, 以降低零售商总成本, 同时本身节省订货处理成本。从供应商的角度, 最佳共同补给期为 1/4 年, 即每季度订货 1 次, 最佳价格折扣为 2.30, 总成本(订货处理成本加价格折扣成本)为 77960; 而零售商采用此共同补给期(即 1/4 年)的总成本为 1,942,315, 系统总成本为 1,904,355。与没有任何协调相比, 采用共同补给期协调策略后供应商、零售商和系统的成本节约分别为 37,960、37,190 和 75,150。显然, 在给定的基本条件下, 该策略能够很好地起到协调供应链库存的作用。

③为进一步分析利用共同补给期协调策略获得的成本节约与各成本参数之间的关系, 我们分别改变 S_2 、 S_1 、 H_1 和 C_s 的基本值, 共同补给期取值范围以及其他参数和变量与原来一致。详细的数值实验结果见表 3, 包括非协调情形的成本、从供应商角度的最佳 t_d 和相应价格折扣以及成本节约。

从表 3 中可以发现, 从供应商角度来看, 共同补给期协调策略的效果与供应商订货处理成本同方向变化, 与零售商的订货成本、单位存储成本和缺货成本反方向变化, 并且在其它条件不变的条件下, 供应商订货处理成本只有大于某一特定值(下限), 或者零售商的订货成本、单位存储成本和缺货成本只有分别小于其各自的某一特定值(上限)时, 该协调策略才有意义。例如, 在本数值实验中, 供应商订货处理成本下限为 5255, 即供应商订货处理成本只有大于 5255 时该协调策略才有意义。

(续表)

S ₂	S ₁	H ₁	C _s	P	t(t _d)	S	K	d	没有任何协调情况下的成本			在共同补给期协调策略下的成本节约		
									供应商(10)	零售商(11)	供应链(12)	供应商(13)	零售商(14)	供应链(15)
30,000	1,000	10%	200	100	1/365	80	2%	20.18	10,950,000	2,190,550	13,140,550	-10,958,235	37,190	-10,921,045
30,000	1,000	10%	200	100	1/52	380	2%	3.69	1,560,000	1,889,655	3,449,655	-1,267,340	37,190	-1,230,150
30,000	1,000	10%	200	100	2/52	729	2%	2.50	780,000	1,868,005	2,648,005	-465,690	37,190	428,500
30,000	1,000	10%	200	100	1/12	1545	2%	2.04	360,000*	1,859,505**	2,219,505***	-37,190	37,190	0
30,000	1,000	10%	200	100	2/12	3063	2%	2.06	180,000	1,859,930	2,039,930	142,385	37,190	179,575
30,000	1,000	10%	200	100	1/4	4582	2%	2.30	120,000	1,864,355	1,984,355	197,960#	37,190##	235,150###
10,000	1,500	10%	200	100	1/365	80	2%	30.00	3,650,000	2,373,050	6,023,050	-4,137,379	37,259	-4,100,120
10,000	1,500	10%	200	100	1/52	380	2%	4.93	520,000	1,915,655	2,435,655	-549,984	37,259	-512,725
10,000	1,500	10%	200	100	2/52	729	2%	3.03	260,000	1,881,005	2,141,005	-255,334	37,259	-218,075
10,000	1,500	10%	200	100	1/12	1545	2%	2.18	120,000	1,865,505	1,985,505	-99,834	37,259	-62,575
10,000	1,500	10%	200	100	2/12	3063	2%	2.04	60,000*	1,862,930**	1,922,930***	-37,259	37,259	0
10,000	1,500	10%	200	100	1/4	4582	2%	2.19	40,000	1,864,355	1,904,355	-18,684	37,259	18,575
10,000	2,000	10%	200	100	1/365	80	2%	39.83	3,650,000	2,555,550	6,205,550	-4,316,939	37,319	-4,279,620
10,000	2,000	10%	200	100	1/52	380	2%	6.19	520,000	1,941,655	2,461,655	-573,044	37,319	-535,725
10,000	2,000	10%	200	100	2/52	729	2%	3.58	260,000	1,894,005	2,154,005	-265,394	37,319	-228,075
10,000	2,000	10%	200	100	1/12	1545	2%	2.35	120,000	1,871,505	1,991,505	-102,894	37,319	-65,575
10,000	2,000	10%	200	100	2/12	3063	2%	2.04	60,000*	1,865,930**	1,925,930***	-37,319	37,319	0
10,000	2,000	10%	200	100	1/4	4582	2%	2.18	40,000	1,868,355	1,908,355	-19,744	37,319	17,575
10,000	1,000	20%	200	100	1/365	80	2%	19.72	3,650,000	2,191,100	5,841,100	-3,889,911	37,371	-3,852,540
10,000	1,000	20%	200	100	1/52	378	2%	3.31	520,000	1,891,670	2,411,670	-460,481	37,371	-423,110
10,000	1,000	20%	200	100	2/52	726	2%	2.37	260,000	1,874,360	2,134,360	-183,171	37,371	-145,800
10,000	1,000	20%	200	100	1/12	1542	2%	2.05	120,000*	1,868,560**	1,988,560***	-37,371	37,371	0
10,000	1,000	20%	200	100	2/12	3060	2%	2.42	60,000	1,875,420	1,935,420	15,769	37,371	53,140
10,000	1,000	20%	200	100	1/4	4579	2%	3.11	40,000	1,887,860	1,927,860	23,329#	37,371##	60,700###
10,000	1,000	30%	200	100	1/365	80	2%	19.26	3,650,000	2,191,650	5,841,650	-3,881,607	37,552	-3,844,055
10,000	1,000	30%	200	100	1/52	376	2%	2.94	520,000	1,893,645	2,413,645	-453,602	37,552	-415,050
10,000	1,000	30%	200	100	2/52	725	2%	2.09	260,000	1,878,110	2,138,110	-178,067	37,552	-140,515
10,000	1,000	30%	200	100	1/12	1540	2%	2.06	120,000*	1,877,595**	1,997,595***	-37,552	37,552	0
10,000	1,000	30%	200	100	2/12	3058	2%	2.85	60,000	1,892,070	1,952,070	7,973	37,552	45,525
10,000	1,000	30%	200	100	1/4	4577	2%	3.86	40,000	1,910,545	1,950,545	9,498#	37,552##	47,050###
10,000	1,000	10%	300	100	1/365	81	2%	19.60	3,650,000	2,190,560	5,840,560	-3,887,642	37,407	-3,850,235
10,000	1,000	10%	300	100	1/52	381	2%	3.68	520,000	1,900,065	2,420,065	-467,147	37,407	-429,740
10,000	1,000	10%	300	100	2/52	731	2%	2.64	260,000	1,881,025	2,141,025	-188,107	37,407	-150,700
10,000	1,000	10%	300	100	1/12	1547	2%	2.05	120,000*	1,870,325**	1,990,325***	-37,407	37,407	0
10,000	1,000	10%	300	100	2/12	3066	2%	2.14	60,000	1,871,955	1,931,955	20,964	37,407	58,371
10,000	1,000	10%	300	100	1/4	4585	2%	2.36	40,000	1,875,975	1,915,975	36,944#	37,407##	74,315###
10,000	1,000	10%	400	100	1/365	81	2%	18.96	3,650,000	2,190,560	5,840,560	-3,936,038	37,643	-3,898,395
10,000	1,000	10%	400	100	1/52	381	2%	3.61	520,000	1,910,465	2,430,465	-525,943	37,643	-488,300
10,000	1,000	10%	400	100	2/52	732	2%	2.71	260,000	1,894,035	2,154,035	-249,513	37,643	-211,870
10,000	1,000	10%	400	100	1/12	1549	2%	2.20	120,000	1,884,740	2,004,740	-100,218	37,643	-62,575
10,000	1,000	10%	400	100	2/12	3067	2%	2.06	60,000*	1,882,165**	1,942,165***	-37,643	37,643	0
10,000	1,000	10%	400	100	1/4	4586	2%	2.27	40,000	1,885,985	1,925,985	-21,463	37,643	16,180

注 1: (9) = [(11) - (11)** * (1 - (8))] / (365 * 50); (12) = (10) + (11); (13) = (10)* + (1 - (8)) * (11)** - (12); (14) = (8) * (11)** *; (15) = (13) + (14)

注 2: *、** 和*** 分别表示没有任何协调情况下, 供应商、零售商和供应链的期望最低成本; #、## 和### 分别表示在共同补给期协调策略下, 供应商、零售商和供应链比原来没有协调情况下的期望节约成本; 表示在共同补给期协调策略下供应商最佳价格折扣。

4 结束语

在本文中, 建立了随机需求情形下一个供应商和一个零售商供应链的库存协调策略模型。供应商要求零售商以规定的共同补给期进行订货。确定最佳共同补给期和相应的最佳价格折扣问题可以模拟

为一个 Stackelberg 博弈, 提出了为确定供应商最佳策略而解决该问题的简单方法, 并进行了数值实验。数值实验结果显示, 在供应商订货处理成本只有大于某一数值, 或者零售商的订货成本、单位存储成本和缺货成本只有小于各自某一数值时, 利用共同补给期协调策略才能起到协调供应链库存的作用。

本文提出的供应链库存协调策略还可以在许多方面进行扩展, 如将一个零售商扩展为多个零售商, 增加供应商库存成本, 以及供应商提供信用期等。相信这种策略可以在供应链库存协调中发挥应有的调节作用。

参考文献:

- [1] Ballou R. H. . Business Logistics Management [M] . 3rd ed. , Prentice- Hall, Englewood Cliffs, NJ, 1992
- [2] Lee H L. Managing Supply Chain Inventory: Pitfalls and Opportunity[J]. Sloan Management Review/ Spring 1992, 65- 73.
- [3] Shin H J. INVENTORY COORDINATION IN THE INDUSTRIAL SUPPLY CHAIN[D]. The Ohio State University, 2001, 1- 22.
- [4] Goyal S K, Gupta Y P. Integrated Inventory Models: The Buyer- Vendor Coordination[J]. European Journal of Operational Research, 1989, 41: 261- 269.
- [5] Benton W C, Park S A Classification of Literature on Determining the Lot Size under Quantity Discounts[J]. European Journal of Operational Research, 1996, 92: 219- 238.
- [6] Viswanathan S Optimal strategy for the integrated vendor - buyer inventory model[J]. European Journal of Operational Research, 1998, 105: 38- 42.
- [7] Ganeshan R. . Managing supply chain inventories: A multiple retailer, one warehouse, multiple supplier model[J]. Int. J. Production Economics, 1999, 59: 341- 354.
- [8] Andersson J, Marklund J. Decentralized inventory control in a two- level distribution system[J]. European Journal of Operational Research, 2000, 127: 483- 506.
- [9] Parry M E, Ingene C A. IS CHANNEL COORDINATION ALL IT IS CRACKED UO TO BE? [W]. University of Virginia, 2000, No. 00- 02.
- [10] Viswanathan S, Piplani R. Coordinating supply chain inventories through common replenishment epochs[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 129: 277- 286.
- [11] Tsay A A. Managing retail channel overstock: Markdown money and return policies[J]. Journal of Retailing, 2001, 77: 457- 492.
- [12] Lee C H. Coordinated stocking, clearance sales, and return policies for a supply chain[J]. European Journal of Operational Research, 2001, 131: 491- 513.
- [13] Klastorin T. D. , Moinzadeh K. , Son J. . Coordinating orders in supply chain through price discounts [J] . IIE Transactions, 2002, 34: 679- 689.
- [14] Boyai T, Gallego G. Coordination pricing and inventory replenishment policies for one wholesaler and one or more geographically dispersed retailers[J]. Int. J. Production Economics, 2002, 77: 95- 111.
- [15] Giannoccaro I, Pontrandolfo P. Inventory management in supply chains: a reinforcement learning approach [J]. Int. J. Production Economics, 2002, 78: 153- 161.
- [16] Moses M, Seshadri S. Policy mechanisms for supply chain coordination[J]. IIE Transactions, 2000, 32: 245- 262.
- [17] Dong Y, Xu K F. A supply chain model of vendor managed inventory[J]. Transportation Research Part E, 2002, 38: 75- 95.
- [18] Choi K S, Dai J G, Song J S. On Measuring Supplier Performance under Vendor- Managed- Inventory Programs [R]. Georgia Institute of Technology, Atlanta, 2002.
- [19] Achabal D D, McIntyre S H, Smith S A, et al A Decision Support System for Vendor Managed Inventory [J]. Journal of Retailing, 2000, 67(4) : 430- 454.
- [20] Sunil Chopra, Peter Meindl. Supply Chain Management [M] . New Jersey, U. S. A. , Prentice Hall, Inc. , 2001: 182- 183.

On Inventory Coordination Policy in Supply Chain

LIU Yong- sheng, LI Min- qiang

(School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

Abstract: A policy of coordinating inventory by common replenishment periods for a kind of lot- for- lot supply chain is studied and analyzed. In this supply chain, a supplier provides a single product to a single retailer who experiences stochastic demand. Under the proposed policy, the supplier specifies common replenishment periods. The supplier offers the retailer a price discount while the retailer's replenishment period is in harmony with the supplier's. It's regarded as a Stackelberg game. After an approach to the game is developed, a numerical study is conducted and the benefit of applying the policy under certain conditions is analyzed.

Key words: supply chain; lot- for- lot; inventory coordination; stochastic demand; common replenishment period