

Double Marginalization Analyzing Based on Service Level in Supply Chain

Xiusen Li, Yuejun Pan, Xiaoyi Wang

School of Mathematics and Statistics, Shandong University of Technology, Zibo Shandong
Email: leexiusen@163.com

Received: Sep. 6th, 2018; accepted: Sep. 21st, 2018; published: Sep. 28th, 2018

Abstract

Analysis of double marginalization based on service level optimizing of joint decision, is studied in supply chain with a vendor and a retailer. The conclusion is that joint decision greatly effects double marginalization, and rational contract decision based on cost sharing weakens double marginalization on the chain's profitability.

Keywords

Supply Chain, Cycle Service Level (CSL), Double Marginalization, Cost of Surplus

基于供应链服务水平优化的双边际化效应分析

李秀森, 潘月君, 王效义

山东理工大学, 数学与统计学院, 山东 淄博
Email: leexiusen@163.com

收稿日期: 2018年9月6日; 录用日期: 2018年9月21日; 发布日期: 2018年9月28日

摘 要

在供应商和零售商组成的两层供应链中, 讨论了合作模式下, 基于周期服务水平优化的双边际化效应问题。研究表明: 联合决策对于服务水平的双边际化效应有重要的影响, 而基于成本分担的合理契约设计可以减弱这种效应对供应链的影响。

关键词

供应链, 周期服务水平, 双边际化, 销售剩余成本



1. 引言

供需谈判中零售商拥有较多的需求信息，服务水平往往由其具体确定，但局部决策给供应链带来双边化效应[1] [2]。因此合作模式下，基于服务水平优化的双边化分析，对于减弱双边化效应对供应链的影响有重要意义，而目前文献中少见该类研究。

2. 基于成本分担的周期服务水平优化

供应商为零售商供应一种易腐蚀产品，产品保质期(或保鲜期) t 天，零售商相应地采用以 t 天为一周期的周期盘点策略，经过一个周期的销售剩余或由零售商处理，或根据回购合同退货给供应商处理[3] [4] [5]。双方的合作模式是分担销售剩余成本。参数假设如下：

p ——零售价； c ——供货价； m ——生产成本； r ——单位销售剩余由零售商处理的价格($0 < r < c$)； b ——单位销售剩余退货给供应商处理的价格($0 < b < m$)； h ——单位产品一周期的库存成本(假设 $p - c - h > 0$)。

u ——供小于求时零售商承担的单位缺货损失(Cost of under-stocking)，假设缺货意味顾客丢失，即 $u = p - c - h/2$ ，其中 $h/2$ 为周期内已销售部分的平均库存成本。

v ——供过于求时单位销售剩余成本(Cost of overstocking)，包括单位销售剩余产品(以下简称“剩余”)的库存成本和处理成本。合作模式如下：单位剩余的库存成本 h 在供销双方之间的分配因子为 β ，零售商分担 βh ，供应商分担 $(1 - \beta)h$ ；单位剩余的处理成本的分配因子为 γ ，零售商处理剩余时，零售商分担 $\gamma(c - r)$ ，此时零售商承担 $v = \beta h + \gamma(c - r)$ ；剩余退货给供应商处理时，零售商分担 $\gamma(m - b)$ ，此时零售商承担 $v = \beta h + \gamma(m - b)$ ，($0 \leq \beta, \gamma \leq 1$)。

2.1. 零售商决策的最优服务水平

供应链最优周期服务水平是周期内需求量 x 小或等于最优订货量 Q^* 的概率： $CSL^* = \text{Prob}\{x \leq Q^*\}$ [1] [6]。该水平下再购买单位产品的边际贡献为零，即 $(1 - CSL^*)u - CSL^*v = 0$ ，由此易定义合作情况下零售商决策的最优服务水平：

$$CSL^* = u / (u + v) \quad (1)$$

零售商处理剩余时，合作情况下零售商决策的最优服务水平，记为：

$$CSL_R^* = \frac{u}{u + \beta h + \gamma(c - r)} \quad (2)$$

而供应商处理剩余时，记为：

$$CSL_V^* = \frac{u}{u + \beta h + \gamma(m - b)} \quad (3)$$

2.2. 整体决策的最优服务水平

从供应链整体角度考虑时，单位缺货成本为 $p - m - h/2$ ；单位销售剩余成本为 $m - r + h$ (零售商处理剩余)，或 $m - b + h$ (供应商处理剩余)。假设 $r - m - h < 0$ ，即处理单位剩余不获利。由此可定义零售商处

理剩余时, 整体决策的最优服务水平记为:

$$CSL_{SCR}^* = \frac{p-m-h/2}{p-r+h/2} \quad (4)$$

供应商处理剩余时, 整体决策的最优服务水平记为:

$$CSL_{SCV}^* = \frac{p-m-h/2}{p-b+h/2} \quad (5)$$

2.3. 最优服务水平下的订货策略

假设各周期需求是连续型随机变量, 且相互独立。其中, 第 i 周期需求 x_i , 期望 μ_i , 标准差 σ_i , 分布函数 $F_i(\cdot)$ 。不论是零售商还是整体的决策、不论是零售商还是供应商处理剩余, 都以 U, V 代表合作情形下零售商或整体承担的缺货成本和销售剩余成本、 CSL^* 代表所决策的最优服务水平, 在以上各种情况下都有第 i 周期零售商或整体的期望利润为:

$$\pi_i(Q_i) = \int_{Q_i}^{\infty} Q_i U f_i(x_i) dx_i + \int_0^{Q_i} [x_i U - (Q_i - x_i) V] f_i(x_i) dx_i$$

由分布函数的单调性易证该期望利润关于订货量是凹的, 且由此易得最优订货量:

$$Q_i^* = F_i^{-1}(CSL^*, \mu_i, \sigma_i) \quad (6)$$

$F_i^{-1}(\cdot)$ 为 $F_i(\cdot)$ 反函数, $i=1,2,\dots$ (证明略)。

3. 基于服务水平优化的风险成本分析

零售商处理剩余时, 他承担了由剩余带来的较大的风险和成本, 而由式(2)、(6)容易看出: 供应商分担销售剩余成本将刺激零售商提高服务水平, 从而增加了订货量(最优服务水平是 β, γ 的单减函数, 最优订货量是服务水平的单增函数)。

供应商处理剩余时, 允许零售商退货使供应商承担了最大的风险, 而由式(3)也容易看出: 谈判中供应商常要求零售商分担更多的剩余成本, 即要求 β, γ 同时增大, 从而刺激零售商降低服务水平。但从另外一个角度分析, 由于允许退货, 零售商风险最小, 假如零售商不分担剩余成本, 将自发提高服务水平, 甚至盲目夸大需求, 增加订货承诺, 从而增大长鞭效应的影响, 往往造成退货增加, 而退货由供应商处理时的成本往往最高, 这将极大伤害供应商和整体的利益。因此, 分担处理成本可以对零售商起到牵制作用, 从而减弱长鞭效应的不利影响[2]。

4. 基于服务水平优化的双边际化分析

4.1. 零售商处理剩余时双边际化分析

1) 不合作模式

由式(2)易得: 不合作, 即 $\beta = \gamma = 1$ 时, 零售商局部决策:

$$CSL_R^0 = \frac{p-c-h/2}{p-r+h/2} \quad (7)$$

此时由式(4)、(7)易知: 当零售商局部和整体决策相同, 即 $CSL_R^0 = CSL_{SCR}^*$ 时, 由分布函数严格单调性和式(6)可知: 局部和整体决策的最优订货量相同(即第一最优解 First-best); 但此时 $m = c$, 即不合作时供应商获利为零, 因此第一最优解无法实现。

实际上总有 $m < c$ ，因此只有 $CSL_R^0 < CSL_{SCR}^*$ 的可能，此时零售商最优订货量小于整体最优订货量，引起供应链效益的双边化，导致供应链以及各成员的获利减少。而在实际中，局部和整体决策的最优服务水平的差异由系统价格、成本、销售周期等因素决定。

2) 合作模式

比较式(2)、(7)易知：双方合作，即 $0 < \beta, \gamma < 1$ 时， $CSL_R^* \geq CSL_R^0$ ，显然可以减弱双边化效应。而当 $\gamma \rightarrow 0, \beta \rightarrow 0$ 时， $CSL_R^* \rightarrow 1$ ，因此调整成本分担情况可能使零售商的决策接近甚至高于整体决策的水平。另外，当 $CSL_R^* < CSL_{SCR}^*$ 时引起双边化； $CSL_R^* = CSL_{SCR}^*$ 时，第一最优解实现(见算例 1)。

3) 算例 1

假设系统参数如下： $p = 10, c = 5, m = 3, r = 4, h = 4$ ，由式(2)、(4)易得，当 $20\beta + 5\gamma = 9$ 时， $CSL_R^* = CSL_{SCR}^* = 5/8$ ，可以实现第一最优解(如 $\beta = 0.3$ 且 $\gamma = 0.6$ 时，第一最优解为： $Q_i^* = F_i^{-1}(5/8, \mu_i, \sigma_i)$)。此时 $20\beta + 5\gamma = 9, 0 < \beta, \gamma < 1$ 。

4.2. 供应商处理剩余时的边际化分析

1) 不合作模式和折价退货策略

由式(3)易得：不合作，即 $\beta = 1, \gamma = 0$ 时，零售商的局部决策为：

$$CSL_V^0 = \frac{p - c - h/2}{p - c + h/2} \quad (8)$$

易发现无法确定局部决策(8)和整体决策(5)的大小，即此时双边化对于系统参数 c, m, b 敏感。

但在局部决策的服务水平高于整体决策的水平情况下，供应商可以采取灵活的“折价退货策略”，如事先规定退货价 d ($m < d < c$)，此时 $v = c - d + h$ ，由式(3)易得，折价退货策略下零售商将决策：

$CSL_{VD}^0 = \frac{p - c - h/2}{p - d + h/2}$ 。因为 $d < c$ ，所以 $CSL_{VD}^0 < CSL_V^0$ ，即“折价退货策略”可以抑制零售商盲目提高服务水平，从而减弱这种盲目决策对于整体的伤害。

2) 合作模式

通过比较合作与不合作时供应商决策的最优服务水平，以及整体服务水平，即式(3)、(8)和(5)，也发现服务水平之间的差异对于系统参数及合作方式(即销售剩余成本分配方式)敏感。这主要是因为供应商处理剩余时，分配因子 γ 和 β 对于最优服务水平的影响方向相反。但我们也可以灵活设计成本的分担方式，减弱双边化的影响，实现第一最优解(见算例 2)。

3) 算例 2

假设系统参数： $p = 30, c = 20, m = 10, b = 5, h = 1$ ，由式(3)、(5)易得，当 $\beta + 5\gamma = 114/39$ 时， $CSL_V^* = CSL_{SCV}^* = 39/51$ ，可以实现第一最优解。此时， $\beta + 5\gamma = 114/39, 0 \leq \beta, \gamma \leq 1$ 。

5. 结束语

本文对合作情况下供应链最优周期服务水平优化，以及基于服务水平优化的双边化效应，作了较全面的分析。结论表明：信息共享、联合决策有利于提高供应链整体效益，这与当前许多研究结论是一致的[7]。局部决策和联合决策的最优服务水平都会给系统带来双边化效应；但通过合同谈判，设计销售剩余成本合理的分担方式，可以减弱这种效应对整体效益的损害。

参考文献

- [1] Chopra, S. and Meindl, P. (2001) Supply Chain Management—Strategy, Planning, and Operation. Tsinghua University

Publisher, Beijing, 183-229.

- [2] 马云高, 王熊民. 消费者预测行为对供应链牛鞭效应和零售商库存的影响分析[J]. 运筹与管理, 2012, 21(5): 22-27.
- [3] 申成霖, 张新鑫, 卿志琼. 服务水平约束下基于顾客策略性退货的供应链契约协调研究[J]. 中国管理科学, 2010, 18(4): 56-64.
- [4] Wang, S.J., Huang, C.T., Wang, W.L., *et al.* (2010) Incorporating ARIMA Forecasting and Service-Level Based Replenishment in RFID-Enabled Supply Chain. *International Journal of Production Research*, **48**, 2655-2677.
<https://doi.org/10.1080/00207540903564983>
- [5] 陈旭. 需求信息更新条件下易逝性品的订货批量策略[J]. 管理科学学报, 2003, 5(8): 38-42.
- [6] 申成霖, 侯文华, 张新鑫, 卿志琼. 基于信息更新与服务水平约束的供应链订货及协调决策[J]. 中国管理科学, 2012, 20(5): 55-63.
- [7] 吴育华, 赵强, 王初. 基于多人合作理论的供应链库存利益分配机制研究[J]. 中国管理科学, 2002, 12(10): 44-47.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2324-7908, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ssem@hanspub.org