

文章编号: 1001-0920(2009)01-0122-03

Downside-risk 控制下的供应链收益共享契约设计研究

陈菊红, 郭福利

(西安理工大学 工商管理学院, 西安 710054)

摘要: 运用 Downside-risk 约束, 对一个两阶供应链模型中风险规避型零售商与其上游风险中性供应商之间的协调进行契约设计和建模, 在供应链收益共享契约下风险约束得到满足, 并且供应商和零售商的利润均得到了提高. 同时, 供应链收益共享契约得到有效设计时, 风险中性方可作为风险规避方提供相应的风险保护, 满足其风险约束, 可产生更多的利润, 以更好地协调供应链. 算例分析验证了该结论的有效性.

关键词: Downside-risk; 供应链; 收益共享契约; 协调

中图分类号: F406.7

文献标识码: A

Study on supply chain revenue sharing contract design with downside-risk control

CHEN Ju-hong, GUO Fu-li

(School of Administration Business, Xi'an University of Technology, Xi'an 710054, China. Correspondent: GUO Fu-li, E-mail: gzh371@sohu.com)

Abstract: In this paper, a cooperation contract between a risk-neutral supplier and a risk-averse retailer in a two stages supply chain model with downside-risk control is designed and modeled in order to study the influence of revenue sharing contract on the cooperation of supply chain partners. The restriction of downside-risk is satisfied and revenue of each other is increased. At the same time, when the supply chain revenue sharing contract is designed efficiently, the risk-neutral provides initiatively the risk-averse with necessary risk protecting to satisfy its restriction of risk. An example verifies the effectiveness of the conclusion.

Key words: Downside-risk; Supply chain; Revenue sharing contract; Cooperation

1 引言

供应链节点企业实际运作过程中, 存在大量诸如需求不确定、信息不对称以及供应商不稳定等随机因素. 这些因素的存在会给供应链管理带来巨大的风险性, 特别是一些重大事件(如生产事故、自然灾害、恐怖袭击等)的发生, 会给企业和社会造成巨大影响. Hendricks 和 Singhal^[1,2] 的实证研究充分反映了供应链风险因素对公司财富具有明显影响这一事实. Eeckhout 等^[3] 指出, 一个风险规避型的零售商在作决策时, 其订购量将小于以期望利润最大化为原则的零售商所确定的订购量, 并且订购量随着风险规避度的增加而下降. Fisher 和 Raman^[4] 注意到时尚服装生产管理者实际订购量小于风险中性管理者的订购量.

由于供应链风险和不确定性因素对公司效益产生越来越大的影响, 近年来供应链企业管理者的态度已经有了很大的转变, 他们已不仅仅关注企业利润的最大化, 而更注重企业获得期望利润的可能性以及面临的各种风险问题. 因此, 在考虑风险约束时, 如何协调供应链正逐渐成为供应链管理中的焦点问题.

在具有风险控制状态下供应链收益共享契约协调方面, 国内外学者已做了很多有意义的研究. 索寒生等^[5] 指出, 供应链收益共享契约能够解决供需链上决策激励不一致和风险规避效应导致供需链低效的问题. 叶飞^[6] 提出了具有风险规避者加盟的供应链收益共享协调机制, 并指出, 供应商可采用收益共享契约协调整个供应链, 在收益共享机制中供应商

收稿日期: 2007-11-01; 修回日期: 2007-12-25.

基金项目: 陕西省软科学项目(2005 KR95).

作者简介: 陈菊红(1964—), 女, 陕西富平人, 教授, 博士生导师, 从事虚拟企业与供应链管理、知识管理等研究;

郭福利(1981—), 男, 河南商丘人, 博士生, 从事物流与供应链管理的研究.

制定的批发价格要低于其生产成本,而且当零售商为风险规避者时,它将期望供应商给予较低的批发价格,而宁愿让供应商获取较大的供应链销售收入份额. Haria Giannocaro 和 Pierpaolo Pontrandolfo^[7]研究了二阶供应链的收益分享问题. Xinghua Gan 等^[8]运用 Downside-risk 控制理论,对由一个风险中性供应商和风险规避零售商组成的两阶供应链模型进行风险分担优化,协调整个供应链.

在上述研究中,文献[5-7]均是利用方差-标准差方法来进行风险的度量与控制研究.人们通常认为风险仅有负面影响,而方差-标准差方法同时度量了风险的正面和负面影响,因此用方差-标准差方法度量风险不能反映人们的真实心理感受.针对方差-标准差方法的这一缺陷,Downside-risk 方法无需考虑风险的正面影响,而仅刻画相对于某一目标收益水平(通常取总体平均水平或零收益水平)之下的收益率分布状况.本文将引入 Downside-risk 控制来设计供应链收益共享契约,讨论满足风险控制下的合作利润分配问题,优化供应链伙伴间的合作关系以协调整个供应链.

2 两阶供应链中 Downside-risk 控制模型

2.1 Downside-risk 度量理论简介

投资者心理普遍具有在损失情况下“风险寻找”(倾向于不确定结果)和在盈利情况下“风险回避”(倾向于确定结果)的特点,因此损失与盈利对风险确定的影响各有不同.通常引入风险基准或参照水平来代替方差和标准差方法中的均值,以及着重考察收益分布的左边(即损失边)在风险构成中的作用,人们将这类方法归结为 Downside-risk 衡量法. Downside-risk 衡量法更加符合投资者的真实风险感受,其模型应用的理论假设更加单纯,不存在对收益的正态分布假设^[9].

2.2 风险控制模型的建立

下行风险定义为实际利润小于或等于决策者制定的目标利润的概率^[10].如果供应商或零售商是风险规避的,则可用来描述其对风险的规避程度.在 Downside-risk 控制下,供应链处于分散状态时,用 w_1 表示单位产品的批发价格, p 表示单位产品的零售商价格, q_1 为零售商的订货量, X 表示随机需求(其分布函数和密度函数分别为 $F(\cdot)$ 和 $f(\cdot)$), 供应商是领导者,零售商为追随者.则零售商的实际利润为

$$(q_1, X) = p \times \min(q_1, X) - w_1 q_1. \quad (1)$$

假设其目标利润为 α_1 , 则其 Downside-risk 即为 $P\{(q_1, X) < \alpha_1\}$.

零售商需要选择订货量 q_1 使其期望利润最大

化,同时满足 Downside-risk 不大于某个值 β_1 . 这样其决策问题便可用 Telser 提到的模型描述为^[11]

$$\begin{aligned} \max E[(q_1, X)], \quad q_1 &\geq 0; \\ \text{s.t. } P\{(q_1, X) < \alpha_1\} &\leq \beta_1. \end{aligned} \quad (2)$$

α_1 值由决策者给定.当 $\alpha_1 = 0$ 时,由于利润小于 0 的概率几乎为 0,此时约束成立,说明零售商风险中性,甚至风险偏好;否则,就是风险规避的.风险因数 (β_1, α_1) 共同反映了零售商对风险的规避程度.

在供应链处于分散状态和没有 Downside-risk 约束的情况下,可以得到零售商的最优订货量为

$$\hat{q}_1 = F^{-1}\left[\frac{p - w_1}{p}\right]. \quad (3)$$

文献[7]证明:假设 $q_1^0 = \alpha_1 / (p - w_1)$, 若 $q_1 < q_1^0$, 则 Downside-risk 为 1; 若 $q_1 > q_1^0$, 则 Downside-risk 为

$$P\{(q_1, X) < \alpha_1\} = F\left[\frac{\alpha_1 + q_1 w_1}{p}\right].$$

显然,Downside-risk 随 q_1 而递增.同时,对于风险因数对 (β_1, α_1) , 若 $\beta_1 > F[q_1^0]$, 则零售商的最优订货量为

$$q_1^* = \begin{cases} \hat{q}_1, & F\left[\frac{\alpha_1 + w_1 \hat{q}_1}{p}\right] \leq \beta_1; \\ \frac{p F^{-1}[\beta_1] - \alpha_1}{w_1}, & F(q_1^0) < \beta_1 < F\left[\frac{\alpha_1 + w_1 \hat{q}_1}{p}\right]. \end{cases} \quad (4)$$

2.3 Downside-risk 控制下供应链收益共享契约协调模型

根据上述假设,在供应链收益共享契约约束状态下,用 w_2 表示单位产品的批发价格,零售价格不变, q_2 为零售商的订货量, c 为单位产品的生产成本,产品市场需求特征不变,供应商从零售商销售额获得的份额为 $(1 - \phi)$, 零售商获得的份额为 ϕ . 则此状态下零售商的利润为

$$(q_2, X) = \phi p \times \min(q_2, X) - w_2 q_2. \quad (5)$$

假设其目标利润为 α_2 , 则其 Downside-risk 即为 $P\{(q_2, X) < \alpha_2\}$.

零售商需要选择订货量 q_2 使其期望利润 $E[(q_2, X)]$ 最大化,同时满足 Downside-risk 不大于某个值 β_2 . 即

$$\begin{aligned} \max E[(q_2, X)], \quad q_2 &\geq 0; \\ \text{s.t. } P\{(q_2, X) < \alpha_2\} &\leq \beta_2. \end{aligned} \quad (6)$$

供应链收益共享契约约束下,零售商的最优订货量为

$$\hat{q}_2 = F^{-1}\left[\frac{\phi p - w_2}{\phi p}\right]. \quad (7)$$

同理可得,对于风险因数对 (β_2, α_2) , 若 $\beta_2 > F[q_2^0]$, 则零售商的最优订货量为

$$q_2^* = \begin{cases} q_2, & F[\frac{-2+w_2q_2}{p}] > 2; \\ \frac{pF^{-1}[2]}{w_2}, & F(q_2^0) < 2 < F[\frac{-2+w_2q_2}{p}]. \end{cases} \quad (8)$$

其中 $q_2^0 = 2/(p - w_2)$.

为保证双方都能接受这个契约的一个必要的前提条件是,在该契约下双方所获得的收益不得小于分散状态下各自所获得的收益.也就是说,要保证在该契约的制约下各方的收益均是 Pareto 改进,即要满足以下不等式成立(在已知约束条件下,取 $F[(1 + w_1q_1)/p]$ 和 $F[(2 + w_2q_2)/p]$ 状态下的最优订货量进行讨论):

$$\begin{aligned} & \phi p \int_0^{q_2} \bar{F}(X) dX - q_2 w_2 \\ & p \int_0^{q_1} \bar{F}(X) dX - q_1 w_1, \end{aligned} \quad (9)$$

$$\begin{aligned} & (1 - \phi) p \int_0^{q_2} \bar{F}(X) dX + q_2 w_2 - q_2 c \\ & q_1 w_1 - q_1 c, \end{aligned} \quad (10)$$

$$P\{q_1, X\} > 1, \quad (11)$$

$$P\{q_2, X\} > 2. \quad (12)$$

由 $F[(1 + w_1q_1)/p]$ 和 $F[(2 + w_2q_2)/p]$ 成立可知,存在 q_1 和 q_2 满足不等式(11)和(12).当不等式(11)和(12)成立时,说明在分散和集中状态下零售商的最优订货量是存在的,所以不等式(9)和(10)成立.

当上述不等式成立时,说明在此状态下供应链收益共享契约能够起到协调供应链的作用,即有 w_2

$= \phi$.此外,由不等式(9)和(10)可得,契约参数 ϕ 的取值范围为

$$\begin{aligned} & \frac{p \int_0^{q_1} \bar{F}(X) dX - q_1 w_1 + q_2 w_2}{p \int_0^{q_2} \bar{F}(X) dX} < \phi < \\ & 1 - \frac{q_1 w_1 - q_1 c + q_2 c - q_2 w_2}{p \int_0^{q_2} \bar{F}(X) dX}. \end{aligned} \quad (13)$$

供应商在设计收益共享契约时,必须使 ϕ 的取值范围处于上述不等式中,这样才能在保证自己利益的同时,让零售商也能接受该契约.但至于 ϕ 到底取什么值,则要取决于供应商和零售商各自在供应链上所处的地位以及相互之间的谈判能力.

3 算例分析

为了进一步说明收益共享契约的作用,这里给出具体的实例数值进行分析.假设随机变量 $X \sim U(a, b)$,且 $a = 20, b = 100$,则 $F(X) = \frac{X-a}{b-a}$, $F^{-1}(X) = a + (b-a)X; c = 5, p = 12, w_1 = 9, 1 = 120, 2 = 180; q_1 = 40, q_1^0 = 34, F[\frac{-2+w_1q_1}{p}] = 0.25, F[q_1^0] = 0.175, > 0.25; w_2 = 5\phi, q_2 = 67, q_2^0 = \frac{180}{12-5\phi}; 2 > F[q_2^0], F[\frac{-2+w_2q_2}{p}] > 2. 0.37$ $\phi > 0.51$,契约参数 ϕ 的取值范围只有处于上述范围,才能确保零售商接受该契约,同时保证供应商和零售商的收益都得到提高.在 Downside-risk 控制下,分散状态与供应链收益共享契约约束下供应商和零售商的收益对比如表 1 所示.

表 1 两种状态下供应商和零售商收益对比

ϕ (0.37 ϕ 0.51)	w_2 ($w_2 = \phi$)	2 %	供应商的收益		零售商的收益	
			分散状态下	契约约束下	分散状态下	契约约束下
0.40	2.00	> 8	160	199.995	120	133.33
0.45	2.25	> 10	160	183.32875	120	149.99625
0.50	2.50	> 12	160	166.625	120	166.625

从表 1 中可以看出,在同样条件下,收益共享契约状态下供应商和零售商的收益都得到了提高.其中在收益共享契约约束下,风险中性方为风险规避方主动提供相应的风险保护,满足其风险约束,可产生更多的利润,以更好地协调供应链.

4 结论

本文以一个由风险中性的供应商和风险规避型的零售商组成的两阶供应链为研究对象,引入金融工程中的 Downside-risk 度量方法对风险规避者进行风险控制.对比分析了分散和收益共享契约约束

状态下供应商和零售商的收益情况.由模型求解可知,收益共享契约状态下供应商和零售商的收益都得到了提高,其中风险中性的供应商为风险规避的零售商主动提供相应的风险保护,满足其风险约束.最后,通过算例分析验证了本文的结论.

本文是在假设供应商为风险中性状态下,研究其与风险规避的零售商之间的合作问题.若供应商和零售商同为风险规避时,在 Downside-risk 控制下,供应链收益共享契约能否起到协调供应链的作用,可作为下一步的研究方向.

(下转第 128 页)

基于无约束优化的非线性 SVR 训练遵循下述步骤:首先选择小规模训练样本进行训练,然后选择较大规模的训练样本重新训练;依此类推.为了便于对比,采用相同规模的训练样本实现基于对偶优化的非线性 SVR 训练,训练时间对比如图 3 所示.由图 3 可以看出,相对于对偶优化方案,无约束优化方案显得更为高效.

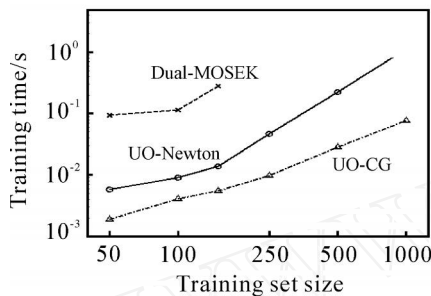


图3 无约束优化与对偶优化的训练时间对比

5 结论

本文主要研究了非线性 SVR 的无约束优化方案,并推导出牛顿法和共轭梯度法的更新规则.实验结果表明,该方法不仅可以加快模型选择的过程,而且还能提高训练速度.

因为目前该方法仅适用于中等规模的数据集建模或预测,所以未来的研究重点在于如何获取稀疏的近似解,特别是对于共轭梯度法,毕竟该方法的解不具备稀疏性.另外,能否利用无约束优化方案实现

在线学习同样值得深入探讨.

参考文献(References)

- [1] Vapnik V N. The nature of statistical learning theory [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1995.
- [2] Schölkopf B, Smola A J. Learning with kernels [M]. Cambridge: MIT Press, 2002.
- [3] Keerthi S S, DeCoste D. A modified finite Newton method for fast solution of large scale linear SVMs[J]. J of Machine Learning Research, 2005, 6: 341-361.
- [4] Chapelle O. Training a support vector machine in the primal[J]. Neural Computation, 2007, 19(5): 1155-1178.
- [5] Boyd S, Vandenberghe L. Convex optimization [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2004.
- [6] Keerthi S S, Chapelle O, DeCoste D. Building SVMs with reduced classifier complexity [J]. J of Machine Learning Research, 2006, 7: 1493-1515.
- [7] Anderson E D, Anderson A D. The MOSEK interior point optimizer for linear programming [C]. High Performance Optimization. Boston: Kluwer Publishers, 2000: 197-232.
- [8] Box G, Jenkins G M, Reinsel G C. Time series analysis, forecasting and control [M]. 3rd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2005.
- [9] Chapelle O, Vapnik V N, Bousquet O, et al. Choosing multiple parameters for support vector machines [J]. Machine Learning, 2002, 46(1): 131-159.

(上接第 124 页)

参考文献(References)

- [1] Hendricks K B, Singhal V R. The effect of supply chain glitches on shareholder wealth [J]. J of Operation Management, 2003, 21(5): 501-523.
- [2] Hendricks K B, Singhal V R. An empirical analysis of the effect of supply chain disruptions on long run stock price performance and equity risk of the firm [J]. Production and Operations Management, 2005, 14(1): 35-52.
- [3] Eeckhout L, Gollier C, Schlesinger H. The risk-averse (and prudent) newsboy[J]. Management Science, 1995, 41(11): 786-794.
- [4] Fisher M A, Hammond J H, Obermeyer W R, et al. Making supply meet demand in an uncertain world[J]. Harvard Business Review, 1994, 72(3): 83-93.
- [5] 索寒生, 储洪胜, 金以慧. 带有风险规避型销售商的供应链协调[J]. 控制与决策, 2004, 19(9): 1042-1044. (Suo H S, Chu H S, Jin Y H. Supply chain coordination with risk aversion retailers[J]. Control and Decision, 2004, 19(9): 1042-1044.)
- [6] 叶飞. 含风险规避者的供应链收益共享契约机制研究[J]. 工业工程与管理, 2006, 11(4): 50-54. (Ye F. Research on revenue sharing contract mechanism of supply chain with risk averse agent [J]. Industrial Engineering and Management, 2006, 11(4): 50-54.)
- [7] Haria Giannocaron, Pierpaolo Pontrandolfo. Supply chain coordination by revenue sharing contracts[J]. Int J of Production Economics, 2004, 89(2): 131-139.
- [8] Xianghua Gan, Suresh P Sethi, Houmin Yan. Channel coordination with a risk-neutral supplier and a downside-risk-averse retailer [J]. Production and Operations Management Society, 2005, 1(14): 80-89.
- [9] Fishburn P C. Mean-risk analysis with risk associated below-target returns [J]. The American Economic Review, 1977, 67(2): 116-126.
- [10] Xianghua Gan, Suresh P Sethi, Houmin Yan. Coordination of supply chains with risk-averse agents [J]. Production and Operations Management, 2004, 13(2): 135-149.
- [11] Telser L. Safety-first and hedging [J]. Review of Economic Studies, 1955, 23(Spring): 1-16.