

文章编号:1671-6833(2011)04-0125-04

一种基于风险评估的物资供应模型研究

李 燕

(哈尔滨医科大学 大庆校区医学检验系,黑龙江 大庆 163319)

摘 要:分析了非对称信息对物资供应影响的原理,分别建立了不同条件下预期供应量和供应成本模型,用预期效用理论对非对称信息的影响进行了定量评估,说明信息非对称导致了供应量下降和成本的上升.实例仿真验证了模型的有效性,说明了需求信息的共享对物资供应的重要意义,最后给出了物资供应中各方的应对策略.

关键词:非对称信息;风险喜好;效用函数;风险厌恶系数

中图分类号: E92 **文献标志码:** A

0 引言

物资供应中的信息非对称是指各供应节点不能同等地掌握决策所需的必要信息,信息处于“某些局中人拥有,另一些局中人不拥有”的非对称状态^[1].非对称信息会影响供应方对需求的反应速度、导致供应成本的上升、降低风险规避能力.

信息不对称,客观原因是供应节点所处职能和环境不同使他们所获知的信息存在差异^[2].在物资供应系统中,销售点更接近需求者,对需求有更加准确的认识,而上级供应者的信息就相对抽象.信息不对称的主观原因,是供应环节中各节点目标和责任的不一致.为追求自身目标的实现,各成员可能采取手段造成信息的非对称.比如需求的随机性和上级供货可能延迟,会使销售点抬高订货量并且隐瞒需求的减少,这种行为通过层层放大,导致了顶层供应方对需求预测的极大误差.

在物资供应过程中,需求信息的非对称影响最大,决策者不同风险态度又加剧了决策结果的不确定性.笔者通过建模研究非对称信息对物资供应影响而进行定量评估,通过仿真证明非对称信息的巨大风险,强调了信息共享和集成的重要性.

1 模型描述

根据物资的三级供应体制,销售点直接面对

消费需求,配送中心负责向生产工厂筹措物资并运送到销售点.销售点和配送中心对本级库存进行实时统计,并上报需求预测,以应对随机需求.体系结构如图1:

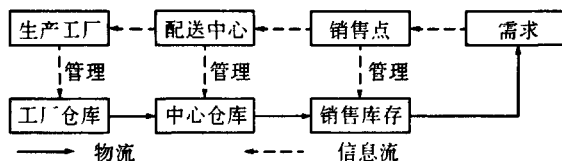


图1 企业物资供应的体系结构

Fig.1 Structure of material supply in corporations

各参变量设置如下:

μ 为销售点的稳定需求; ε 为销售点的随机需求,均值为0,密度为 $g(x)$,分布为 $G(x)$; ξ 为配送中心对销售点的随机需求预测值,其均值为0,密度为 $f(x)$,分布为 $F(x)$; D 为销售点的总需求,可知 $D = \mu + \varepsilon + \xi$; p 为单位物资的采购成本; x 为单位物资在工厂的库存成本; y 为单位物资从工厂到配送中心的运输成本; C 为物资供应总成本; K 为工厂物资的供应量.

在物资供应领域风险的研究中,一个基本的理论就是预期效用函数^[3].Gan等在研究一个风险规避决策者对不确定备件供应导致的维修成本上升时,采用了一个指数递增的、上凹的效用函数来表示维修成本^[4].用效用函数 $u(c)$ 用以描述决策者对成本的不满意度.根据预期效用理论,需要使 $u'(c) > 0$ 表示成本增加导致决策者不满意度

收稿日期:2011-01-09;修回日期:2011-04-17

作者简介:李燕(1971-),女,黑龙江大庆人,哈尔滨医科大学大庆校区医学检验系,硕士,主要研究方向:物流管理.

增大, $u''(c) > 0$ 表示随着成本增加不满意度增大的更快^[5]. 对物资供应成本的效用函数, 可定义 $u(c) = a^{-1}e^{ac}$, 其中 a 为风险厌恶系数, $a > 0$ 表示决策者为风险厌恶型, $a < 0$ 表示决策者为风险喜好型, $a = 0$ 表示决策者为风险中性. 显然, $a > 0$ 时 $u(c) = a^{-1}e^{ac}$ 为上凹形递增效用函数.

2 物资供应的需求预测

2.1 对称信息下需求预测

(1) 对称信息下风险中性工厂

对于风险中性工厂, 工厂和配送中心共享需求信息时, 配送中心的供应成本为:

$$\Omega^n = (x + y) \cdot E_{\min}(\mu + \varepsilon + \xi, K) \quad (1)$$

工厂的供应成本为:

$$\Pi^n = (p + x + y) E_{\min}(\mu + \varepsilon + \xi, K) - pK \quad (2)$$

工厂认同配送中心提供的需求信息后, 上述函数中就只有 ε 是变量了, 所以风险中性工厂预期供应量为:

$$K^n = \mu + \varepsilon + G^{-1}\left(\frac{x + y}{p + x + y}\right) \quad (3)$$

(2) 对称信息下风险厌恶型工厂

为了表示动态需求供应成本的效用函数, 设 C_θ 表示动态成本的期望, 按照预期效用理论^[6], 得到 $C_\theta = (p + x + y) E_{\min}(\varepsilon, K - \mu - \xi)$, 则风险厌恶型工厂的动态成本的期望效用为:

$$\begin{aligned} u(C_\theta) &= Eu(C) = E(a^{-1}e^{a(p+x+y)\min(\varepsilon, K-\mu-\xi)}) \\ &= a^{-1} \int_{-\infty}^{K-\mu-\xi} e^{a(p+x+y)\varepsilon} g(\varepsilon) d\varepsilon + \\ &\quad a^{-1} \int_{K-\mu-\xi}^{\infty} e^{a(p+x+y)(K-\mu-\xi)} g(\varepsilon) d\varepsilon \\ &= a^{-1} \int_{-\infty}^{K-\mu-\xi} e^{a(p+x+y)\varepsilon} g(\varepsilon) d\varepsilon + \\ &\quad a^{-1} [1 - G(K - \mu - \xi)] \cdot e^{a(p+x+y)(K-\mu-\xi)} \end{aligned} \quad (4)$$

求得结果:

$$C_\theta = \frac{\ln\left\{\int_{-\infty}^{K-\mu-\xi} e^{a(p+x+y)\varepsilon} g(\varepsilon) d\varepsilon + [1 - G(K - \mu - \xi)] \cdot e^{a(p+x+y)(K-\mu-\xi)}\right\}}{a} \quad (5)$$

根据上式可得, 对称信息下风险厌恶型工厂的供应成本为:

$$\Pi^{aa} = (p + x + y)(\mu + \xi) + C_\theta - pK \quad (6)$$

可以证明 $\frac{\partial^2 \Pi^{aa}}{\partial K^2} > 0$, 即 Π^{aa} 是 K 的上凹函数,

为了使满足需求下的供应总成本最小, 工厂最优供应量为:

$$K^{aa} = \arg\min \Pi^{aa}(K) \quad (7)$$

2.2 非对称信息下的需求预测

由对称信息下成本函数可以看出, 对于风险中性工厂, 配送中心单位物资供应成本是供应量的减函数, 且供应量的最优值 K^n 是配送中心私有信息 ξ 的增函数, 这也是配送中心抬高订货数量 ξ 的另一个原因.

(1) 非对称信息下风险中性工厂

当工厂意识到配送中心上报的需求量 ξ 虚高时, 就不再相信配送中心, 而是采用历史订购信息进行预测. 此时对于工厂而言, ε, ξ 都是变量, 设 $\varepsilon + \xi$ 的概率密度为 $h(\theta)$, 概率分布为 $H(\theta)$, 风险中性工厂供应成本为:

$$\Pi^{an} = (p + x + y) \cdot E_{\min}(\mu + \varepsilon + \xi, K) - pK \quad (8)$$

因为 Π^{an} 是 $\varepsilon + \xi$ 的函数, 此时最优供应量为:

$$K^{an} = \mu + H^{-1}\left(\frac{x + y}{p + x + y}\right) \quad (9)$$

(2) 非对称信息下风险厌恶型工厂

非对称信息下, 风险厌恶型工厂动态成本的期望为 $C_\theta = (p + x + y) E_{\min}(\varepsilon + \xi, K - \mu)$, 则 $u(C_\theta) = Eu(C) = E(a^{-1}e^{a(p+x+y)\min(\theta, K-\mu)})$

$$\begin{aligned} &= \int_{-\infty}^{K-\mu} a^{-1} e^{-a(p+x+y)\theta} h(\theta) d\theta + \\ &\quad \int_{K-\mu}^{\infty} a^{-1} e^{-a(p+x+y)(K-\mu)} h(\theta) d\theta \\ &= \int_{-\infty}^{K-\mu} a^{-1} e^{-a(p+x+y)\theta} h(\theta) d\theta + \\ &\quad [1 - H(K - \mu)] \cdot a^{-1} e^{-a(p+x+y)(K-\mu)} \end{aligned} \quad (10)$$

解得:

$$C_\theta = \frac{\ln\left\{\int_{-\infty}^{K-\mu} e^{-a(p+x+y)\theta} h(\theta) d\theta + [1 - H(K - \mu)] \cdot e^{-a(p+x+y)(K-\mu)}\right\}}{a} \quad (11)$$

由式(11)得到风险厌恶型工厂的最优供应成本为:

$$\Pi^{aa} = (p + x + y)\mu + C_\theta - pK \quad (12)$$

可以证得 $\frac{\partial^2 \Pi^{aa}}{\partial K^2} > 0$, 即 Π^{aa} 是 K 的上凹函数. 从而

得到风险厌恶型工厂的最优供应量为:

$$K^{aa} = \arg\min \Pi^{aa}(K) \quad (13)$$

综上所述可得:

因为

$$\Pi^{an} - \Pi^{aa} = (p + x + y)[(\mu + \xi) + C_\theta - E_{\min}(\mu + \varepsilon + \xi, K)] < 0 \quad (14)$$

$\Pi^{aa}(K^{aa}) < \Pi^{aa}(K^{an})$, 而成本是供应量的增函数, 故可得 $K^{aa} < K^{an}$, 同理可以证得 $K^{aa} < K^{an}$. 即无论信息共享与否, 风险厌恶型工厂总比风险中性工厂的供应量少. 因为在不考虑缺货惩罚或延迟供应成本时, 风险厌恶型工厂对积压物资造成的损失更敏感.

(2) 由式(5)可求得 $\partial C_s / \partial a > 0$, 进而得到供应成本 Π^{aa} 是 a 的增函数, 供应量 K^{aa} 是 a 的减函数. 即工厂的风险厌恶程度越高, 则供应量少, 供应成本越高.

3 信息非对称的等级

因为物资需求的动态变化导致了配送中心的私有预测信息, 也就是说 ε 是 ξ 的产生缘由^[7]. 而且工厂预测信息的不准确性, 在需求变化较大时相对影响更加严重, 即 $F(x) > G(x)$ 时, 信息非对称的影响更加明显. 所以信息非对称因子应该包括因素 ε 和 ξ , 设 σ_ε 和 σ_ξ 为各自的标准差, 可用 $\sigma_\xi / \sigma_\varepsilon$ 表示预测信息非对称等级.

由公式(8)可以明显的看出, Π^{aa} 供应成本是 ξ 的增函数. 式(11)中, 由 $\partial C_s / \partial \theta > 0$ 亦可得到, Π^{aa} 是 ξ 的增函数. 综上, 非对称信息下, 无论风险厌恶型还是风险中性, $\sigma_\xi / \sigma_\varepsilon$ 越大, 工厂和销售点仓库的供应成本函数越大.

综上可得: 非对称信息下, 无论风险厌恶型还是风险中性, 信息非对称等级越高, 工厂和配送中心的供应成本越大.

4 实例仿真

下面对前面得出的三个结论进行实例验证.

4.1 风险厌恶型工厂与风险中性工厂供应量的比较

一个物资供应系统的参数如下: $p=2, x=2, y=3, \mu=12, \gamma=5, \varepsilon, \xi$ 均是服从 $N(0, (5/3)^2)$ 的正态分布.

(1) 对称信息下, 风险厌恶型和风险中性工厂的最优供应量比较见图2.

由图2可知, $K^{aa} < K^{an}$ 时, 即对称信息下, 风险厌恶型工厂比风险中性工厂供应量少.

(2) 非对称信息下, 风险厌恶型和风险中性工厂供应量比较.

由上可知道: $\varepsilon + \xi$ 的分布为: $N(0, 2 \times (5/3)^2)$, 预测信息非共享时, 风险中性工厂的供应成本为 $K^{an} = \mu + H^{-1}\left(\frac{x+y}{p+x+y}\right) = 12 + H^{-1}(5/7)$

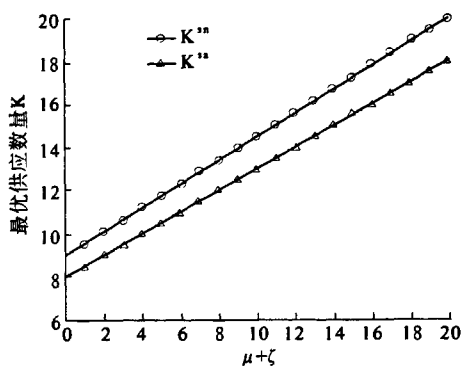


图2 不同风险态度工厂的最优供应量比较

Fig.2 The optimal capacity of corporations with different risk attitude

$=13.333\ 9$, 为求 K^{aa} , 令 $\partial \Pi^{aa} / \partial K = 0$, 计算得到风险厌恶型工厂供应量 $K^{aa} = 12.849\ 8$, 所以得到 $K^{aa} < K^{an}$.

由上述算例, 可以证明无论信息共享与否, 需求预测中, 风险厌恶型工厂总比风险中性工厂的供应量少.

4.2 风险厌恶系数对供应量的影响

风险厌恶系数 a 用于描述工厂风险厌恶的程度, 对 a 取不同的值, 在预测信息共享和非共享情况下, 分别研究风险厌恶型工厂的最优物资供应量. a 分别取值 $0.001, 0.005, 0.01, 0.02, 0.05$ 和 0.1 .

对称信息下风险厌恶型工厂供应量如表1所示. 非对称信息下风险厌恶型工厂供应量如表2所示. 可以看到, 工厂的风险厌恶系数越大, 物资供应量就越小.

表1 对称信息下风险厌恶型工厂供应量

Tab.1 The risk-averse supplier's capacity under symmetric forecast

a	0.001	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1
K^{aa}	12.931	12.882	12.821	12.700	12.340	11.748

表2 非对称信息下风险厌恶型工厂供应量

Tab.2 The risk-averse supplier's capacity under asymmetric forecast

a	0.001	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1
K^{aa}	13.309	13.212	13.091	12.849	12.132	10.963

4.3 信息非对称等级对工厂和配送中心供应成本的影响

考虑一个物资供应系统, 其参数如下: $p=5, x=2, \gamma=3, \mu=12$, 均是服从 $N(0, (5/3)^2)$ 的正态分布, 风险厌恶系数为 $a=0.02$ 时, 工厂和配送中心的供应成本如表3所示.

表3 工厂和配送中心的供应成本
Tab.3 The corporations and distributes' costs
respect to degree of asymmetry

σ_i/σ_s	Π^{an}	Ω^{an}	Π^{aa}	Ω^{aa}
0.2	61.476 064	18.151 845	57.830 609	17.968 548
0.4	62.009 157	18.383 751	59.332 309	18.575 011
0.6	63.321 740	19.595 397	60.591 388	19.088 347
0.8	63.985 209	19.728 956	61.554 934	19.484 361
1.0	64.411 081	19.955 902	62.165 397	19.736 749

由上述实例可以证明,非对称信息下,无论决策者风险厌恶还是风险中性, σ_i/σ_s 越大,工厂和配送中心的供应成本越大.

5 防范措施

物资供应中非对称信息会造成许多不必要的损失,分析其主客观原因,提出以下防范措施:

(1)建立供应节点之间的协调机制.要求供应节点认清共同目标,加强信任,建立广泛的任务合作和风险分担机制.当各节点本身任务与供应系统整体的最优目标不一致时,优先保证整体任务的运行和系统目标的实现.

(2)加强信息集成与信息共享.物资供应优化决策过程中,供应节点之间应该通过信息交流和沟通来消除信息扭曲^[1],从而降低总体成本.各供应节点应统一装备信息系统的体系结构、网络协议、数据接口和加密方法,以便充分运用 EDI、EOS、POS 等信息和网络技术,共享计划信息、库存信息、订单信息、需求信息和运输信息.

6 结论

笔者研究了非对称信息和决策者风险态度对物资供应的影响原理,并对影响进行量化评估.结论表明,非对称预测信息会导致供应成本的上升和供应量的下降,同时影响了供应系统的正常业务流程.模型从反面说明了信息共享对于物资供应的重要意义.

参考文献

[1] 孙洪海.供应链中信息风险规避的探讨[J].中国管理信息化,2008,11(5):64-67.
[2] 庄新田,黄小原.银行信贷风险的测量与控制[J].信息与控制,2001,30(6):570-575.
[3] 岳超源.决策理论与方法[M].北京:科学出版社,2006.
[4] GAN X, SETHI S P, YAN H. Coordination of supply chains with risk-averse agents[J]. Production and Operations Management, 2004, 13(2):135-149.
[5] 赵志策,张蕾.效用函数在IT风险评估中应用[J].计算机系统应用,2008(10):103-106.
[6] EECKHOUDT L, GOLLIERC, SCHLESINGER H. The Risk-averse (and prudent) newsboy[J]. Management Science, 1995,41(5):786-794.
[7] GOURIEROUX C, LAURENT J P, PHAM H. Mean-variance hedging and numeraire[J]. Mathematical Finance, 1998,8(3):179-200.

A Model Research on Material Supply Based on Risk Assessment

LI Yan

(Department of Medical Inspection, Harbin Medical University, Daqing 163319, China)

Abstract: The theory of impact of asymmetric information on material supply was analyzed, also models of optimum expected supply capacity and supply cost were presented in different conditions. The impact of asymmetric information was assessed by expect utility, which implies asymmetriy reduces supply capacity and increases the cost. The simulation of examples proved validity of the model and the importance of information share to in material supply. Lastly, strategies were given to every parts in material supply.

Key words: asymmetric information; risk prone; utility function; risk-aversion parameter