

文章编号: 1003-207(2006)03-0032-06

非对称信息下基于惩罚和奖励的供应链协同机制

张翠华^{1,3}, 任金玉², 于海斌³

- (1. 东北大学工商管理学院, 辽宁 沈阳 110004;
2. 沈阳理工大学机械工程学院, 辽宁 沈阳 110168;
3. 中科院沈阳自动化研究所, 辽宁 沈阳 110003)

摘 要: 研究了非对称信息下生产商与供应商之间的协同机制。通过对信息隐匿和信息对称条件下供应链决策结果的比较, 分析了建立协同机制的必要性, 引进了基于惩罚和奖励的激励函数, 提出了由订货量、惩罚成本和奖金三种激励方式相结合的协同机制, 着重研究了订货量一定的情况下, 生产商通过调整惩罚成本和奖金使非对称信息下供应链系统的绩效实现了最优, 最后进行了仿真计算。

关键词: 非对称信息; 惩罚成本; 奖金; 供应链协同; 协同机制

中图分类号: C931 文献标识码: A

1 引言

近年来, 供应链协同管理成为供应链管理领域研究的热点^[1,2]。而生产商与供应商之间的协同是供应链协同管理研究的重点问题^[3,4]。Monahan 第一个考虑了只有一个供应商和一个生产商的二级供应链系统通过数量折扣来实现协同的问题, 他从供应者的观点研究了双方之间通过产品数量折扣来增加双方利润^[5]; Corbett 和 Groot 在此基础上又得出了不对称信息下双方之间的最佳数量折扣^[6]。而近两年来, 有关供应链合约的研究增多, Porteus 和 Whang 研究了在多产品经销模型下具有不对称信息的多代理商和一家制造业公司的协同问题, 他们提出了使企业的预期收益最大的合约激励方案^[7]。另外, Reyniers 和 Tapiero 研究了生产商与供应商之间如何通过合约的制定来实现产品品质的保证^[8], Aderohumu 和 Mobolurin 研究了生产商与供应商之间为了保证准时生产的顺利实施针对产品准时交付的合约制定问题^[9]。然而, 目前关于合约制定的研究文献主要强调的仍然是在一个理论代理框

架下的问题, 分析合约是否可以应用于一个分散系统的文献较少。

对于分散系统协同问题的研究, Christoph 和 Zimmer 研究了基于二层规划的供应链协同机制^[10]。分析了在供应链内部各自拥有私有信息的情况下通过综合使用“任务”导向和“控制”导向策略来实现生产商与供应商之间的协同运作问题, 这里任务导向策略指生产商对零件订货量的最优决策, 而控制导向策略指未满足订单情况下生产商关于惩罚成本的最优决策。在上述研究的基础上, Zimmer 应用运筹学的最优化方法进一步建立了关于惩罚和奖励两种激励方式分别与订货量相结合的协同机制, 并分别确定了惩罚成本与订货量、奖金与订货量的最优组合值^[11]。另外, 卢震和黄小原提出了一种具实际意义的供应链协调机制——Stackelberg 主从对策, 推导了 Stackelberg 均衡解^[12]。

本文在文献[11]的基础上, 建立了生产商与供应商的预期成本和预期利润函数, 通过对信息隐匿和信息对称两种情况的比较, 分析了建立协同机制的必要性。与文献[11]不同的是, 同时引进了基于惩罚和奖励的激励函数, 提出了由订货量、奖金和惩罚成本三种激励方式相结合的协同机制, 着重研究了订货量一定的情况下, 生产商通过对惩罚成本和奖金的调整使非对称信息下供应链系统的绩效实现最优的问题, 并进行了仿真计算, 确定了惩罚成本和奖金的最优组合值。

收稿日期: 2005-04-19; 修订日期: 2006-03-25

基金项目: 国家自然科学基金项目(70401011); 辽宁省博士后基金项目(20051011)

作者简介: 张翠华(1971-), 女(汉族), 辽宁省沈阳人, 沈阳东北大学工商管理学院副教授, 工业工程系副主任, 中科院沈阳自动化研究所博士后, 研究方向: 供应链管理。

2 基本模型

这里考虑的是包含一个供应商和一个生产商的二级供应链系统。供应商正常的供应能力为 C , 供应商满足特定生产商的供应能力表示为 αC ($\alpha \in [0, 1]$)。生产商在发出订单之时, 供应商并不能确定 α 的值(因为需要等待其它生产商的订单), 故 α 为随机变量, 仅知道它的概率密度函数 $f(\alpha)$ 。即所研究供应链的供应量是不确定的(假设供应时间确定, 满足及时交付)。

为了更好地满足订单需求, 供应商针对特定的生产商还要建立一个额外供应量 Δ 。则交货量 d 的确定主要是根据随机供应量 αC , 额外供应量 Δ 和订货量 q 。即交货量满足

$$d \leq \alpha C + \Delta \quad (1)$$

且供应商的交货量不会大于订单要求的订货量, 所以交货量为

$$d = \min\{\alpha C + \Delta, q\} \quad (2)$$

2.1 生产商模型

根据文献[11], 生产商关于交货量 d 的实际成本函数为:

$$C^P = \pi[D - d]^+ + g[d - D]^+ + pd \quad (3)$$

式(3)中, C^P 是生产商总成本; π 为产成品的单位缺货成本; D 是产品的外部需求; d 是交货量; g 是单位零件的库存成本; p 是单位零件的购买成本。

生产商的预期总成本函数为

$$\begin{aligned} E(C^P) = & \pi \int_0^{\min\{x(q, \Delta), y(\Delta)\}} (D - (\alpha C + \Delta)) f(\alpha) d\alpha \\ & + \pi(D - q) \int_{x(q, \Delta)}^1 f(\alpha) d\alpha \mu_{\{D > q\}} \\ & + g \int_{y(\Delta)}^{x(q, \Delta)} (\alpha C + \Delta - D) f(\alpha) d\alpha \\ & + g(q - D) \int_{x(q, \Delta)}^1 f(\alpha) d\alpha \mu_{\{D \leq q\}} \\ & + p \int_0^{x(q, \Delta)} (\alpha C + \Delta) f(\alpha) d\alpha \\ & + pq \int_{x(q, \Delta)}^1 f(\alpha) d\alpha \end{aligned} \quad (4)$$

式(4)中, $\mu_{\{D > q\}}$ 定义为

$$\mu_{\{D > q\}} = \begin{cases} 1 & \text{若 } D > q, \\ 0 & \text{其它.} \end{cases}$$

$$y(\Delta) = (D - \Delta) / C, x(q, \Delta) = (q - \Delta) / C.$$

2.2 供应商模型

根据文献[11], 供应商实际利润函数为

$$C_q^S = p \min\{\alpha C + \Delta, q\} - h[\alpha C + \Delta - q]^+ - w \Delta \quad (5)$$

式(5)中, C_q^S 为供应商利润; p 为零部件价格; C 是正常供应能力; α 是正常供应能力的随机比例; Δ 是额外供应量; q 是订货量; h 为单位产品的持有成本; w 为单位零件购买成本。

供应商的预期利润函数为

$$\begin{aligned} E(C^S) = & p \int_0^{x(q, \Delta)} (\alpha C + \Delta) f(\alpha) d\alpha \\ & + pq \int_{x(q, \Delta)}^1 f(\alpha) d\alpha \\ & - h \int_{x(q, \Delta)}^1 (\alpha C + \Delta - q) f(\alpha) d\alpha - w \Delta \end{aligned} \quad (6)$$

3 供应链协同的必要性

3.1 信息不对称条件下供应链的决策

生产商只有在供应商所有信息已知的情况下才能确定使预期成本最小的最佳订货量。非对称信息下, 供应商的额外供应量是隐匿信息, 生产商为了计算自身的预期总成本就要对其进行预测, 从而确定最佳订货量。这里假设生产商订货量恰好等于外部需求量, 即 $q_{opt}^{worst} = D$ 。根据订货量 q , 供应商确定使预期利润最大的最优额外供应量 Δ_{opt}^{worst} , 即

$$\Delta_{opt}^{worst} = \arg \max_{\Delta \in [0, \bar{\Delta}]} E(C^S(\Delta)). \quad (7)$$

设随机变量 α 服从 $[\underline{\alpha}, \bar{\alpha}]$ 上的均匀分布, 根据文献[7], 供应商在信息不对称条件下的最优供应决策

$$\Delta_{opt}^{worst} = D - C \frac{w(\bar{\alpha} - \underline{\alpha}) + \bar{\alpha}h + p\underline{\alpha}}{h + p} \quad (8)$$

3.2 信息对称条件下供应链的决策

在对称信息下, 生产商与供应商完全可以观测彼此的行为, 这时的成本决策问题可看作一个联合优化问题, 则实际联合总成本函数为

$$C^{joint} = \pi[D - (\alpha C + \Delta)]^+ + \min\{g, h\}[\alpha C + \Delta - D]^+ + w \Delta \quad (9)$$

供应链预期总成本函数为

$$\begin{aligned} E(C^{joint}) = & \pi \int_0^{(D - \Delta) / C} (D - (\alpha C + \Delta)) f(\alpha) d\alpha \\ & + \min\{g, h\} \int_{(D - \Delta) / C}^1 (\alpha C + \Delta - D) f(\alpha) d\alpha + w \Delta \end{aligned} \quad (10)$$

设 α 满足 $[\underline{\alpha}, \bar{\alpha}]$ 上的均匀分布, 根据文献[7], 供应商在信息对称条件下的最优供应决策为

$$\Delta_{opt}^{joint} = D - C \frac{w(\bar{\alpha} - \underline{\alpha}) + \bar{\alpha} \min\{g, h\} + \pi \underline{\alpha}}{\min\{g, h\} + \pi} \quad (11)$$

3.3 协同必要性分析

通常情况下, $\pi > p, h \geq \min\{g, h\}$ 。由式(11)

和式(8)比较可知, 供应商在信息对称情况下的额外供应量要大于信息隐匿情况下的额外供应量。式(9)表明, 供应商对最优额外供应量的决策直接决定供应链总成本, 最优额外供应量大, 则供应链预期总成本低。这就说明在一个未协同的非对称信息下的供应链系统中, 供应链的预期总成本通常比信息对称的供应链系统的成本高。由此我们有必要建立适当的协同机制, 使非对称信息下的供应链系统获得与信息对称的集中式系统相同的绩效。

4 协同机制

与文献[11]不同的是, 这里引地一个由惩罚和奖励组成的激励函数 Θ , 即 $\Theta = \Theta_1 + \Theta_2$, 其中

$$\Theta_1 = -K[q - d]^+ = -K[q - (\alpha C + \Delta)]^+ \tag{12}$$

$$\Theta_2 = \begin{cases} A & \text{若 } d = q \\ 0 & \text{其他} \end{cases} \tag{13}$$

其中, Θ_1 表示供应商在没有满足订单的情况下向生产商支付的可变惩罚成本。其中 k 表示单位零件的惩罚成本。 Θ_2 表示生产商对供应商按照订单及时交付情况下的奖金支付, 支付金额为 A 。引进激励函数后生产商的成本函数和供应商的利润函数分别为

$$CP(d, \Theta) = \pi[D - d]^+ + g[d - D]^+ + pd + \Theta \tag{14}$$

$$C^S(q, \Theta) = pd - h[\alpha C + \Delta - q]^+ - w\Delta + \Theta \tag{15}$$

从上面两个目标函数来看, 激励函数 Θ 对供应链的总成本并没有产生直接的影响, 因为成本加和函数($C^p - C^s$)中, 生产商的支出($pd + \Theta$)和供应商的收入($pd + \Theta$)相互抵消, 因此, 为了使供应链总成本降低, 激励函数的引进必须对供应商的供应决策产生直接的影响。

已知密度函数 $f(\alpha)$, 供应商的预期利润为

$$\begin{aligned} E(C^S(K, A)) &= p \int_0^{x(q, \Delta)} (\alpha C + \Delta) f(\alpha) d\alpha \\ &+ pq \int_{x(q, \Delta)}^1 f(\alpha) d\alpha \\ &- h \int_{x(q, \Delta)}^1 (\alpha C + \Delta - q) f(\alpha) d\alpha \\ &- K \int_0^{x(q, \Delta)} (q - (\alpha C + \Delta)) f(\alpha) d\alpha \\ &+ A \int_{x(q, \Delta)}^1 f(\alpha) d\alpha - w\Delta \end{aligned} \tag{16}$$

设 α 满足 $[\underline{\alpha}, \bar{\alpha}]$ 上的均匀分布, 将密度函数代入式(16)后对 Δ 求一阶导数, 得供应商的最优额外

供应量为

$$\Delta_{opt}^\Theta(q, K, A) = \frac{C[w(\bar{\alpha} - \underline{\alpha}) + \bar{\alpha}h + (p + K)\underline{\alpha}] - A}{p + K + h} \tag{17}$$

上式与式(8)比较发现, 引入惩罚成本和奖金后, 与信息不对称条件下供应商的最优供应决策相比, 额外供应量增加, 说明激励机制对供应商的最优供应决策产生了影响, 使供应链预期总成本减小。

由式(17)可以看出, 供应商使预期总成本最小的最优供应决策主要受惩罚成本 K 、奖金 A 和订货量 q 的限制。说明生产商可以通过三种方式来影响供应商最优供应决策: 订货量、惩罚成本和奖金支付。

假设生产商对惩罚成本、奖金和订货量的决策是为了实现整个供应链总成本的最小且生产商直接影响供应商的供应决策。为了实现供应链预期总成本的最小, 生产商必须调整订货量 q 、惩罚成本 k 和奖金 A 的值, 使 $\Delta_{pt}^\Theta = \Delta_{opt}^{joint}$, 则由式(17)和式(11)得到关于惩罚成本和奖金的最优订货量函数,

$$\begin{aligned} q_{opt}(K, A) &= \\ &D - C \frac{w(\bar{\alpha} - \underline{\alpha}) + \bar{\alpha} \min\{g, h\} + \pi \underline{\alpha}}{\min\{g, h\} + \pi} \\ &+ \frac{C[w(\bar{\alpha} - \underline{\alpha}) + \bar{\alpha}h + (p + K)\underline{\alpha}] - A}{p + K + h} \\ &= \Delta_{opt}^{joint} + \frac{C[w(\bar{\alpha} - \underline{\alpha}) + \bar{\alpha}h + (p + k)\underline{\alpha}] - A}{p + K + h} \end{aligned} \tag{18}$$

满足上式的每一对惩罚成本、奖金和订货量的组合都将保证供应商的额外最优供应量是以保证整个供应链的最小总成本为前提的。由此, 已经找到了使非对称信息下的供应链绩效达到最优的协同机制。与文献[11]所建立的协调机制相比, 该协同模型为生产商与供应商之间提供了更多的协调方案, 使生产商和供应商之间可以根据协同前的收益情况, 沟通协商后, 选用其中一种令双方对自身预期收益均满意的协调机制。

这里考虑三种特殊情况: (1) 当 $K = 0$, 生产商通过对订货量和奖金的调整来实现供应链预期总成本最小的情况; (2) 当 $A = 0$, 生产商通过对订货量和惩罚成本的调整来实现供应链预期总成本最小的情况; (3) 当订货量 q 一定, 等于外部需求 D , 生产商通过对奖金和惩罚成本的调整来实现供应链预期总成本最小的情况。前两种情况在文献[11]中已经分析, 这里着重研究第三种情形。

当订货量 q 一定, 等于外部需求 D 时, 奖金 A

关于惩罚成本 K 的函数为:

$$A = C[w(\bar{\alpha} - \underline{\alpha}) + \bar{\alpha}h + (p + K)\underline{\alpha}] - (p + K + h)(D - \Delta_{opt}^{joint}) \quad (19)$$

满足式(19)的每一对惩罚成本和奖金的组合都将保证供应商的最优供应量决策使整个供应链预期总成本是最小的,即生产商在订货量等于外部需求的情况下,只要通过调整惩罚成本和奖金就可以实现供应链预期总成本最小,由此我们找到了一种基于惩罚成本和奖金的协同机制,使非对称信息下的供应链系统可以达到如信息共享的供应链系统相同的绩效。

文献[11]所建立的基于订货量和惩罚成本、基于订货量和奖金的协同机制中,订货量作为生产商对供应商的一种激励手段,应大于产品的外部需求,供应链系统要获得最大的预期收益,双方必须针对这部分库存进行协同控制。而本文所建立的基于惩罚成本和奖金协同机制,因其订货量恰好等于产品的外部需求量,双方不需要对预期的库存成本问题进行进一步的协调。尤其是针对满足 JIT 采购的供应链系统,更适宜应用基于惩罚成本和奖金的协同机制,使生产商可以按需计货,更好的实现库存最小或基本无库存的 JIT 生产。

5 仿真计算

上海一家某品牌显示器的生产商与沈阳、深圳和北京三家个人电脑(PC)装配商建立了长期合作关系,三家PC装配商根据某一时期内PC机的外部市场需求会及时向该显示器生产商订货。

假设某一订货周期内,沈阳PC装配商已知PC的外部市场需求为100台,装配商根据PC的外部市场需求和显示器生产商的信息确定自己的最优订货量,立即向显示器供应商以每台1000元的价格下达订单,如果在交货日,显示器供应商最终的交货数量大于外部市场需求,装配商就要存储剩余显示器,每台的存储费用为400元;如果在交货日,显示器供应商最终的交货数量小于外部市场需求,装配商就会无法满足PC的外部市场需求,而出现缺货,缺货的惩罚成本5000元。该显示器供应商正常生产能力为200台,因为要为三家PC装配商提供显示器,故假设该订货周期内,他针对沈阳PC装配商的随机供应系数 α 服从区间 $[0.3, 0.5]$ 上的均匀分布,由 α 分布可知,只有当 $\alpha = 0.5$ 时显示器生产商才能满足订单需求,所以显示器生产商为了更好的满足装配商的需求,必须根据不同装配商的具体情况

来确定一个额外生产量。显示器生产商额外生产每台显示器的费用为400元,如果显示器的最终供应数量大于装配商订单要求的数量,需要存储,且存储费用为100元。

5.1 协同的必要性分析

由所给案例可知,显示器生产商针对沈阳PC装配商的供应随机系数 α 服从 $[0.3, 0.5]$ 范围内的均匀分布,则密度函数为

$$f(\alpha) = \begin{cases} 5 & \text{若 } 0.3 \leq \alpha \leq 0.5 \\ 0 & \text{其他} \end{cases}$$

假设在非对称信息下PC装配商的订货量正好等于外部需求量,即 $q = 100$ 。根据式(4)、式(6)、式(8)、式(10)、式(11)得到信息对称与不对称条件下显示器生产商的最优供应决策和供应链联合预期总成本的仿真结果,具体如表1。由此可知,信息对称条件下供应链预期总成本比不对称的情况低40%以上,说明供应链预期总成本存在很大的可降低空间。有必要建立协同机制来降低供应链的总成本。

表1 信息不对称与对称情况的比较(单位:元)

	q_{opt}	Δ_{opt}	$E(C^P)$	$E(C^S)$	$E(C_{joint})$
信息不对称	100	22	116200	86545	29655
信息对称	-	36	-	-	17020

5.2 基于惩罚和奖励的协同机制应用

当PC装配商确定最优订货量 q 为外部需求 D 时,为实现供应链预期总成本最小,需要应用基于奖金和惩罚成本的协同机制来协调与显示器生产商的关系。

首先,由式(19)得到关于惩罚成本的奖金的函数为

$$A = 15600 - 4K \quad (20)$$

由式(10)、式(16)、式(20)得到关于惩罚成本和奖金离散最优组合值的仿真结果,具体如表2。由表2可知,惩罚成本 K 和奖金 A 的任一离散组合值都使供应链的预期总成本与信息对称条件下的预期总成本相同,同时,通过该协同机制的应用,使显示器生产商的预期利润比初始情况下高,PC装配商的预期成本比初始情况下低,即协同机制的应用,在实现供应链总成本节约的同时,双方均受益。如果只考虑与供应的不确定性有直接关系的成本,显示器生产商的预期成本为 $1000 - E(C^S)$, PC装配商与供应不确定性有直接关系的成本 $E(CP) - 1000$,即不包含购买成本。仿真结果如图1,横轴代表奖金和惩罚成本的不同组合,纵轴代表PC装配商、显示器生产商和整个供应链的相关预期成本。观察图1,协

同前非对称信息下供应链预期总成本与对称信息下供应链预期总成本的差距说明供应链总成本存在很大的降低空间,有必要建立协同机制来降低供应链总成本;而协同后非对称信息下 PC 装配商与显示器生产商的预期成本之和等于对称信息下的供应链预期总成本,说明协同机制的应用使非对称信息下供应链预期总成本达到了最小。

表 2 根据惩罚成本确定的最优奖金值(单位:元)

K	A	$E(C^S)$	$E(C^P)$	$E(C_{joint})$
0	15600	97840	114860	17020
100	15200	97460	114480	17020
200	14800	97080	114100	17020
500	13600	95940	112960	17020
1000	11600	94040	111060	17020
2000	7600	90240	107260	17020

6 结束语

本文在文献[11]的基础上,研究了满足准时交付但供货量不确定的二级供应链系统,引进了基于

奖励和惩罚的激励函数,建立了由订货量、奖金和惩罚成本三种激励方式相结合的协同模型,着重研究了基于惩罚成本和奖金的协同机制,并针对上海某品牌显示器生产商与其个人电脑装配商之间的实际案例进行了仿真计算。结果表明,基于惩罚成本和奖金的协同机制同样可以使非对称信息下供应链系统的绩效达到最优,尤其该机制订货量恰好等于产品的外部需求量,使生产商可以按需订货,降低了库存,从而更好的实现准时化生产。

为了便于讨论,本文研究结果是基于各种假设基础之上。同时,仿真案例中的参数取值也充分考虑了计算的简化。实际中的供应链系统不确定性增强,更为复杂,但从该协同机制的建立过程可以发现,该协同机制在供应链双方保有私人信息的实际情形下是可用的,同时可知,模型中参数的选择对本文的研究结果并无影响,即该协同机制的应用,不受参数取值限制,可使所有非对称信息下、分散决策、供货量不确定的二级供应链系统的整体绩效达到最优。

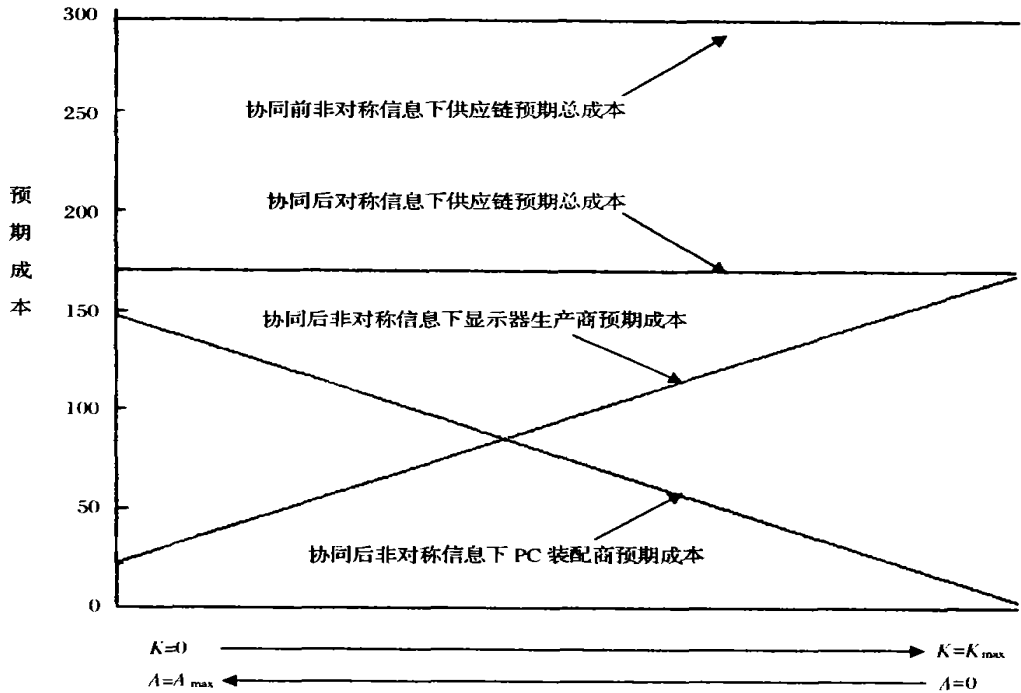


图 1 不同协同组合下总成本分配图

参考文献:

[1] D Anderson, H Lee. Synchronized Supply Chains: The New Frontier[J]. ASCET, 1999, 6(1) <http://www.ascet.com>.

[2] 张翠华, 任金玉, 于海斌. 供应链协同管理研究进展[J]. 系统工程, 2005, 23(4): 1- 6

[3] F Yonghui, R Piplani. Supply - side collaboration and its value in supply chains[J]. European Journal of Operational Research, 2004, 152: 281- 288.

[4] 黄小原, 卢震. 非对称信息条件下供应链的生产策略[J]. 中国管理科学, 2002, 10(2): 35- 40.

[5] J P Monahan, A quantity discount pricing model to increase

- vendor profits[J]. *Management Science*, 1984, 30(6): 720–726.
- [6] C Corbett, X. Groote. A supplier's optimal quantity discount policy under asymmetric information[J]. *Management Science*, 2000, 46(3): 444–450.
- [7] E L Porteus, S Whang. On manufacturing/marketing incentives[J]. *Management Science*, 1991, 37(9): 1166–1181.
- [8] D Reyniers, C Tapiero. The delivery and control of quality in supplier–producer contracts[J]. *Management Science*, 1995, 41(1): 1581–1589.
- [9] R Aderohunmu, A Mobolurin, N. Bryson. Joint vendor–buyer policy in JIT manufacturing[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 1995, 46(3): 375–385.
- [10] C Schneeweiss, K Zimmer. Hierarchical coordination mechanisms within the supply chain[J]. *European Journal of Operational Research*, 2004, 153: 687–703.
- [11] K Zimmer. Supply chain coordination with uncertain just-in-time delivery[J]. *Production Economics*, 2002, 77: 1–15.
- [12] 卢震, 黄小原, 管曙荣. 不确定 JIT 交货条件下供应链协调及主从对策问题研究[J]. *中国管理科学*, 2003, 11(4): 15–19.

Supply Chain Collaboration Mechanism Based on Penalty and Bonus under Asymmetric Information

ZHANG Cui-hua^{1,3}, REN Jin-yu², YU Hai-bin³

- (1. Faculty of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110004, China;
 2. Faculty of Mechanical Engineering, Shenyang Ligong University, Shenyang 110168, China;
 3. Shenyang Institute of Automation, Chinese Academy of Sciences, Shenyang 110003, China)

Abstract: Collaboration mechanism between producer and supplier is studied under asymmetric information. Necessity of coordination mechanism is analyzed by comparing supply chain decision under asymmetric information with supply chain decision under symmetric information. Then an incentive function based on penalty cost and bonus is introduced and a coordination mechanism is set up by the combined use of order quantity, bonus and penalty cost type of instrument. Focus is on the study that the supply chain performance under asymmetric information is optimized through the producer's adjusting penalty cost and bonus with the determined order quantity. Simulation calculation is done and simulation results under different information backgrounds are compared at last.

Key words: asymmetric information; penalty cost; bonus; supply chain collaboration; collaboration mechanism