

文章编号:1003-207(2014)03-0090-06

双边道德风险下供应链质量协调契约研究

申 强¹, 侯云先², 杨为民¹

(1. 北京农学院城乡发展学院, 北京 102206; 2. 中国农业大学经济管理学院, 北京 100083)

摘 要: 契约的公平性是契约有效性的前提,也是提高供应链协调效率的基本保证。本文基于外部市场变化对契约公平性影响,运用委托代理理论,同时考虑供应商和制造商质量失误的基础上,构建双边道德风险下二级供应链质量控制博弈模型,分析外部损失分担与内部惩罚质量契约协调下双方产品质量控制水平,研究外部市场及质量成本变化对两种契约的公平性和有效性的影响,并对模型分析结果进行仿真验证。结果显示:外部认证系统直接影响外部损失分担契约的公平性与有效性,而对内部惩罚契约无效;当供应商不必为制造商质量失误负责时,外部损失契约将实现对供应链的质量协调;随着供应商质量控制成本的提高,内部惩罚契约质量控制效果将高于外部损失分担契约,而当制造商质量控制成本下降时,外部损失分担契约较内部损失分担契约更有效。因此,保证契约的公平性是实现供应链产品质量协调的根本前提。

关键词: 双边道德风险; 质量控制; 外部损失分担契约; 内部惩罚契约

中图分类号: F224.32 **文献标识码:** A

1 引言

供应链中产品质量控制问题不仅是供应链管理的重要内容,也是当前供应链研究热点之一。然而,供应链剧增的复杂性与信息的不完全性,造成供应链产品质量控制难度逐渐增大^[1]。自委托代理理论在供应链管理领域得到广泛应用之后,非对称信息条件下供应链产品质量控制和契约设计问题得到了深入研究^[2-5]。

为充分激励供应商进行质量控制,国内外学者对道德风险下供应商质量担保契约进行了大量研究,包括竞争环境下的质量控制契约^[6]、不同质量信息和合同关系的有效质量合同^[2]、非对称信息下的质量控制博弈模型的质量担保合同^[7]、有效解决质量管理中逆向选择问题的担保合同^[8]等。事实上,产品质量控制最直接的激励手段是对产品进行质量检测并对问题产品进行惩罚,所以对供应商问题产品的惩罚模式及最优惩罚额度问题也得到了一定研究,包括以抽样检测信息为惩罚依据的内部惩罚模

型^[9],基于供应商与制造商收益共享、风险分担角度的外部损失分担模型^[9-11]等,在此基础上,Chao^[12]进一步将两种惩罚模型相结合,设计了双惩罚模型。基于以上模型研究,针对信息不对称条件下供应商道德风险类型和逆向选择问题,单边道德风险下质量控制激励机制^[13]、双边道德风险下质量控制激励机制^[14]也得到深入研究。同时,考虑到政府在责任认定中作用,Balachandran^[9]分析了外部责任认定系统对产品质量的影响。

以上关于供应商产品质量控制的相关研究,丰富了质量契约研究内容,拓展了质量契约的应用领域。然而,以上研究偏重于契约质量控制的有效性,并未考虑契约对双方的公平性,特别是制造商存在质量失误的前提下,契约的公平性是其有效性的前提,只有公平的契约,才能发挥其质量控制的作用,面对瞬息万变的外部市场,契约能否维持其公平性、保证其有效性仍是值得探讨的问题。

本文以由单个供应商与单个制造商构成的二级制造供应链为研究对象,在考虑制造商存在质量失误的基础上,分别构建双边道德风险下外部损失分担契约与内部惩罚契约,比较两种不同契约协调下供应链产品质量控制水平,并分析质量控制成本、问题产品外部损失等相关参数变化对契约公平性和有效性的影响。

收稿日期:2011-08-17; 修订日期:2013-05-08

基金项目:北京市哲学社会科学规划项目(11JGB043); 2011年度教育部人文社会科学研究规划基金项目(11YJA790182)

作者简介:申强(1979-),男(汉族),河南辉县人,北京农学院城乡发展学院,讲师,研究方向:管理系统优化与物流管理。

2 问题描述与模型假设

本文以 Balachandran 等^[9]研究为基础,增加制成品质量检测,对模型进行拓展与延伸。假设供应商中间品合格率为 q ($0 < q < 1$), 制造商对中间品质量检测水平为 θ ($0 < \theta < 1$), 并以单价 c 收购检测显示合格的中间品, 然后以合格率 p ($0 < p < 1$) 的工艺水平进行生产, 产品销售之前, 以检测水平 β ($0 < \beta < 1$) 对制成品进行质量检测, 然后以单价 r 出售检测显示合格的制成品。对于不合格制成品, 消费者不仅将产品退还, 同时提出 l 的额外索赔, 即出售每单位不合格制成品将给制造商造成 $(r + l)$ 的外部损失。假设函数 $S(q)$ 为供应商质量控制成本函数, $M(p)$ 、 $I(\theta)$ 和 $Y(\beta)$ 分别为制造商质量控制和检测成本函数, 随着质量控制和检测水平的不断提高, 成本呈加速上升趋势, 即: $I'(\theta) > 0$ 、 $I''(\theta) > 0$, 同理 $S'(q) > 0$ 、 $S''(q) > 0$ 、 $M'(p) > 0$ 、 $M''(p) > 0$ 和 $Y'(\beta) > 0$ 、 $Y''(\beta) > 0$ 。此外, 假设所有检测系统能够完全识别合格产品, 但只能部分识别不合格产品, 即可能将不合格产品判为合格而不会将合格产品判为不合格。根据以上假设, 制造商产生外部损失的概率 $e = [(1 - \theta)(1 - q) + (1 - p)q](1 - \beta)$, 其中, $(1 - \theta)(1 - q)(1 - \beta)$ 是由误检的问题中间产品生产且没有被出厂检测系统识别的制成品概率, $(1 - p)q(1 - \beta)$ 是由于制造商生产工艺失误造成但没有被检测出的制成品概率, 因此, 制造商外部损失期望值为 $(r + l)e$ 。为激励质量控制与检测水平的提高, 做出以下假设:

假设 1: $rp - l(\theta - p)(1 - \beta) > S'(q)$, 即供应商质量提高的边际收益高于其边际成本;

假设 2: $(r + l(1 - \beta))q > M'(p)$, 即制造商质量提高的边际收益高于其边际成本。

3 集中控制状态

集中控制状态下, 供应商与制造商被看作同一企业的两个不同部门, 所以不存在对不合格中间品的处罚, 只有不合格制成品引起的外部损失, 设集中控制状态下系统收益为 Π , 则:

$$\Pi = r[1 - \theta(1 - q) - (1 - q)(1 - \theta)\beta - (1 - p)q\beta] - (r + l)e - I(\theta) - S(q) - M(p) - Y(\beta)$$

系统理性使得该系统以收益最大化为目标来选择质量控制与检测水平, 对于给定的 r 、 c 和 l , 质量控制也即最优化问题 $\text{Max } \Pi(p, q, \theta, \beta)$ 的解。令

$\partial \Pi / \partial p = \partial \Pi / \partial q = \partial \Pi / \partial \theta = \partial \Pi / \partial \beta = 0$, 可得方程组:

$$\begin{cases} \Pi_p = (r + l(1 - \beta^*))q^* - M'(p^*) = 0 \\ \Pi_q = rp^* - \\ l(\theta^* - p^*)(1 - \beta^*) - S'(q^*) = 0 \\ \Pi_\theta = l(1 - q^*)(1 - \beta^*) - I'(\theta^*) = 0 \\ \Pi_\beta = l[(1 - q^*)(1 - \theta^*) + \\ (1 - p^*)q^*] - Y'(\beta^*) = 0 \end{cases}$$

其中, p^* 、 q^* 、 θ^* 和 β^* 是上述方程组的解, $\{p^*, q^*, \theta^*, \beta^*\}$ 是最优质量控制组合。

定理 1 集中控制状态下, 系统质量控制水平有以下特征:

- (1) 若质量控制成本下降, 则该系统将努力提高质量控制水平, 并降低质量检测水平;
- (2) 若系统检测成本降低, 则该系统将会降低其加工过程质量控制水平, 同时提高质量检测水平;
- (3) 无论是降低质量检测成本还是质量控制成本, 系统期望收益都将增加。

4 分散控制状态

在双边道德风险下, 供应商与制造商质量控制水平并不为对方所了解, 双方以自身收益最大化为目标选择最优质量控制与检测水平, 根据惩罚模式不同, 分别考虑外部损失分担契约与内部惩罚契约对质量控制的影响。

4.1 外部损失分担模型

假设存在独立的外部责任认证系统负责对不合格制成品进行检测和分析, 与其他检测系统一样, 该系统并不能完全识别质量问题的原因, 设该系统对不合格制成品分析之后, 认为供应商应承担外部损失比例 $k = \alpha(1 - \theta)(1 - q)(1 - \beta) + h(1 - p)q(1 - \beta)$, 其中 α 表示供应商对问题中间品引起的外部损失所承担的比例, h 表示供应商对制造商生产工艺失误所引致的外部损失承担的比例。为激励供应商提高中间品质量水平, 假设该系统对供应商产品质量水平变化反应敏感, 即: $\partial k / \partial q < 0$, $\alpha(1 - \theta) > h(1 - p)$ 。

假设制造商将单位不合格制成品的额外索赔 l 以比例 ω 转移给供应商, 所以对于单位不合格制成品, 供应商将承担损失 $(c + \omega l)$, 设供应商最小期望收益为 u ($u \geq 0$), π^m 和 π^s 分别表示外部损失分担契约中制造商与供应商的收益, 则:

$$\pi^{sm}(p, q, c, \omega, \theta, \beta) = r[1 - (1 - q)\theta - (1 - q)(1 - \theta)\beta - (1 - p)q(1 - \beta)] - c[1 - \theta(1 - q)] - I(\theta) - M(p) - Y(\beta) - (r + l)e + (c + \omega l)k$$

$$\pi^s(p, q, c, \omega, \theta, \beta) = c[1 - \theta(1 - q)] - S(q) - (c + \omega l)k$$

根据中间品质量水平, 制造商以自身收益最大化选择最优质量控制与检测水平:

$$\text{Max} \pi^{sm}(p, q, c, \omega, \theta, \beta) \tag{1}$$

$$s. t. \begin{cases} \pi^s(p, q, c, \omega, \theta, \beta) \geq u & (2) \\ \pi_q^s(p, q, c, \omega, \theta, \beta) = 0 & (3) \\ \pi_p^{sm}(p, q, c, \omega, \theta, \beta) = 0 & (4) \\ \{c, \omega\} \geq 0 & (5) \end{cases}$$

定理 2 在外部损失分担契约下, 最优质量控制水平及契约参数具有如下特征:

(1) 当且仅当外部检测系统能够完全识别制造商质量失误时, 才能达到与集中控制状态下相同质量控制水平, 即 $h = 0$ 时, $p_s^* = p^*$, $q_s^* = q^*$, $\theta_s^* = \theta^*$, $\beta_s^* = \beta^*$, 否则 $\{p^*, q^*, \theta^*, \beta^*\}$ 不是该模型的解;

(2) 当 $h = 0$ 时, 且质量控制与检测达到最优水平时, 对供应商的惩罚可能超过问题产品引起的外部损失, 即 $F - E = [(c_s^* + \omega_s^* l) - (r + l)] > 0$, 当且仅当 $rp_s^* - c\theta_s^* - l(\theta_s^* - p_s^*)(1 - \beta_s^*) - (r + l)H > 0$ 。其中 $H = \alpha(1 - \theta_s^*)(1 - \beta_s^*)$;

(3) 当 $h = 0$ 时, 且质量控制与检测达到最优水平时, 中间品最优收购价格与供应商所承受外部损失的最优比例分别为 $c_s^* = S'(q_s^*)(1 - q_s^*) + S(q_s^*) + u$, $\omega_s^* = \{(S(q_s^*) + u)(H + \theta_s^*) - S'(q_s^*)[1 - \theta_s^*(1 - q_s^*) - H(1 - q_s^*)]\} / HL$ 。

证明: (1) 采用反证法, 设 $h > 0$, 且 $\{p^*, q^*, \theta^*, \beta^*\}$ 为该模型的解, 在最优质量控制与检测水平下, 中间品价格与供应商承担外部损失比例分别为 c_s^* 和 ω_s^* , 由式(3)和(4)得:

$$(c_s^* + \omega_s^* l)[h(1 - p^*) - \alpha(1 - \theta^*)](1 - \beta^*) - c_s^* \theta^* + S'(q^*) = 0 \tag{6}$$

$$rq^*(1 - \beta^*) - M'(p^*) + (r + l)q^* \beta^* - (c_s^* + \omega_s^* l)hq^*(1 - \beta^*) = 0 \tag{7}$$

由式(1)得 $M'(p^*) = (r + l\beta^*)q^*$, 并代入式(7), 整理可得 $(c_s^* + \omega_s^* l)h(1 - \beta^*) = 0$, 因为 $h > 0$, 且 $(1 - \beta^*) > 0$, 所以 $(c_s^* + \omega_s^* l) = 0$, 代入式(6)可得 $c_s^* = S'(q^*) / \theta^*$, 所以 $\omega_s^* = -S'(q^*) / l\theta^* < 0$, 与题设(5)矛盾。所以当 $h > 0$ 时, 外部损失分担契约中, 不存在与集中控制状态下相同的最优

质量控制与检测水平。

对式(2)、(3)和(4)构建拉格朗日函数:

$$L = \pi^{sm} + \lambda(\pi^s - u) + \delta\pi_q^s + \varphi\pi_p^{sm} \tag{8}$$

令 $L_c = L_\omega = 0$, 可得 $\lambda = 1$, 且 $\delta = \varphi = 0$, 带入式 $\prod_q(p^*, q^*, \theta^*, \beta^*) = 0$, 令 $\partial L / \partial p_s^* = \partial L / \partial q_s^* = \partial L / \partial \theta_s^* = \partial L / \partial \beta_s^* = 0$, 并与集中控制状态相比较, 可得 $h = 0$ 时, $p_s^* = p^*$, $q_s^* = q^*$, $\theta_s^* = \theta^*$, $\beta_s^* = \beta^*$ 。

(2) 当 $h = 0$ 时, 由式(6)可得, 并带入 $\partial L / \partial q_s^* = 0$ 可得 $[(c_s^* + \omega_s^* l) - (r + l)]H = rp_s^*$, 其中 $H = \alpha(1 - \theta_s^*)(1 - \beta_s^*)$, 且 $H > 0$, 所以, $F - E = [(c_s^* + \omega_s^* l) - (r + l)] > 0$ 当且仅当 $rp_s^* - c\theta_s^* - l(\theta_s^* - p_s^*)(1 - \beta_s^*) - (r + l)H > 0$ 。

(3) 当质量控制与检测达到最优水平时, 供应商期望收益 $u = \pi^s(p_s^*, q_s^*, c, \omega, \theta_s^*, \beta_s^*)$, 与式(3)联立方程组可得:

$$c_s^* = S'(q_s^*)(1 - q_s^*) + S(q_s^*) + u$$

$$\omega_s^* = \{(S(q_s^*) + u)(H + \theta_s^*) - S'(q_s^*)[1 - \theta_s^*(1 - q_s^*) - H(1 - q_s^*)]\} / HL$$

4.2 内部惩罚模型

在内部惩罚契约协调下, 制造商承担所有外部损失, 制造商对检测不合格中间品不仅不予收购, 并予以 z 的处罚, 设制造商与供应商的收益函数分别为 π^{im} 和 π^{is} , 则:

$$\pi^{im}(p, q, c, z, \theta, \beta) = r[1 - (1 - q)\theta - (1 - q)(1 - \theta)\beta - (1 - p)q(1 - \beta)] - I(\theta) - M(p) - Y(\beta) - (r + l)e - c[1 - \theta(1 - q)] + z(1 - q)\theta$$

$$\pi^{is}(p, q, c, z, \theta, \beta) = c[1 - \theta(1 - q)] - S(q) - z(1 - q)\theta$$

与外部损失分担模型相似, 制造商根据供应商中间品质量水平, 在保证供应商获得最小收益 u ($u \geq 0$) 的前提下, 以自身收益最大化选择最优质量检测水平。

定理 3 在内部惩罚模型中, 质量控制水平与契约参数特征如下:

(1) 存在最优质量控制与检测水平组合 $\{p_i^*, q_i^*, \theta_i^*, \beta_i^*\}$, 且最优控制水平与集中控制状态下相同, 即 $p_i^* = p^*$, $q_i^* = q^*$, $\theta_i^* = \theta^*$ 和 $\beta_i^* = \beta^*$;

(2) 在一定条件下, 制造商对供应商检测显示不合格中间品的惩罚可能高于不合格制成品造成的外部损失, 即: $F - I = z_i^* - (r + l) > 0$, 当且仅当: $(r + l\beta_i^*)(p_i^* - \theta_i^*) - (c + l)\theta_i^* > 0$;

(3) 当质量控制与检测达到最优水平时, 最优中

间品收购价格 c_i^* 与最优惩罚额度 z^* 分别为:

$$c_i^* = S(q_i^*) + u + (1 - q_i^*)S'(q_i^*)$$

$$z^* = \{S'(q_i^*)[1 - \theta_i^*(1 - q_i^*)] - \theta_i^*[S(q_i^*) + u]\} / \theta_i^*$$

证明:通过构建拉格朗日函数,并采用定理 2 证明步骤即可证明。

5 数值模拟与公平分析

契约的公平性是保证契约协调效率的前提。当对供应商惩罚超过供应链问题产品所造成的外部损失时,制造商可将该惩罚中直接获益,此时制造商将会失去质量控制与质量检测的积极性。由于契约的不公平性导致供应链协调无效。根据系统假设,本部分对两种契约质量控制效果进行分析,并对质量控制成本、消费者索赔以及外部检测系统精确性对契约公平性的影响进行灵敏度分析。

假设某供应链上供应商与制造商质量控制成本分别为 $S(q) = (1/2)sq^2$ 和 $M(p) = (1/2)mp^2$, 制造商质量检测成本分别为 $I(\theta) = (1/2)d\theta^2$ 和 $Y(\beta) = (1/2)t\beta^2$ 。

5.1 质量控制成本灵敏度分析

(1) 供应商质量控制成本灵敏度分析

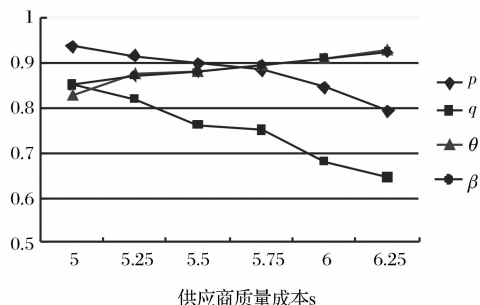


图 1-A 检测水平对供应商成本灵敏度分析

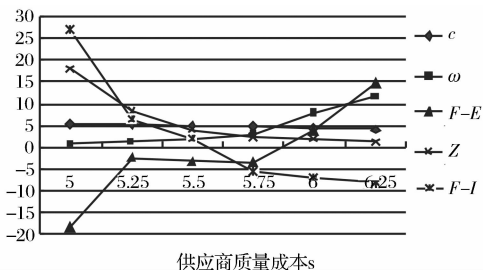


图 1-B 契约公平性对供应商成本灵敏度分析

假设 $d = 3$ 、 $m = 10$ 、 $t = 4$ 、 $r = 8$ 、 $u = 2$ 、 $a = 1$ 、 $h = 0$ 和 $l = 30$, 由图 1-A 与图 1-B 数值模拟可以看出:随着供应商质量控制成本的提高,供

应商与制造商质量控制水平都会降低,而制造商对中间品与制成品的质量检测水平都将提高,即:面对单位不合格产品所造成的高额外部损失,制造商倾向于对不合格中间品进行内部惩罚,否则,则会要求供应商分担更大比例的外部损失,所以外部损失分担契约将失去其公平性,进而协调失效,反之,内部惩罚契约将失去其公平性和协调作用;

(2) 制造商质量控制成本灵敏度分析

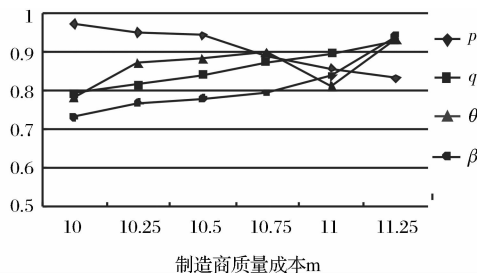


图 2-A 检测水平对制造商成本灵敏度分析

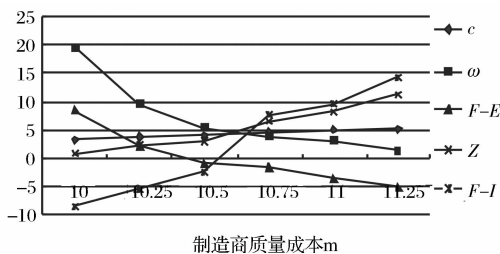


图 2-B 契约公平性对制造商成本灵敏度分析

假设 $d = 3$ 、 $s = 5$ 、 $t = 4$ 、 $r = 8$ 、 $u = 2$ 、 $a = 1$ 、 $h = 0$ 和 $l = 30$ 。图 2-A 与图 2-B 数值模拟显示:在制造商质量控制成本较高时,制造商质量控制水平将降低,而对中间品与制成品质量检测水平都将提高。由于检测水平的提高,供应商将提高其质量控制水平,为降低外部损失,在内部惩罚契约中,制造商给予单位不合格中间品内部惩罚额度将会很高,与内部惩罚契约相比较,外部损失分担契约公平性更高,契约协调更有效率。

5.2 消费者索赔灵敏度分析

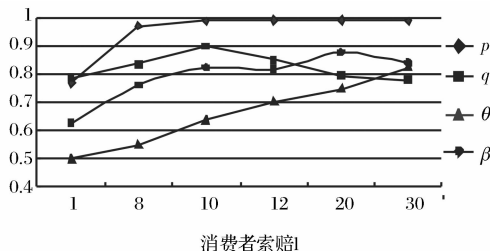


图 3-A 检测水平对消费者索赔灵敏度分析

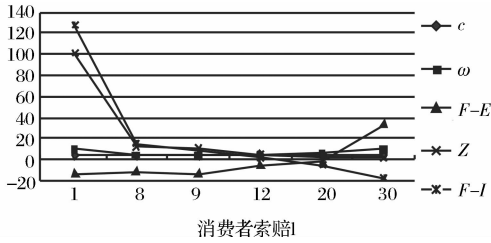


图 3-B 检测水平对消费者索赔灵敏度分析

假设 $k = 3$ 、 $d = 5$ 、 $m = 10$ 、 $s = 4$ 、 $r = 8$ 、 $u = 2$ 、 $a = 1$ 和 $h = 0$ 。由图 3-A 与 3-B 数值模拟结果可以发现：随着消费者索赔的提高，中间品与制成品质量控制水平呈先上升后下降态势，而检测水平却不断提高。当消费者索赔较低时，质量控制与检测成本相对于消费者索赔额度较高，质量提高收益增加并不明显，所以中间品质量控制水平、中间品和制成品的质量检测水平并不高，制造商倾向于承担外部损失的同时提高对不合格中间品的内部惩罚，随着内部惩罚额度的增加，内部惩罚契约将失去其公平性，进而协调失效；随着消费者索赔额度的提高，质量控制水平的提高收益逐渐明显，高额的消费者索赔使得制造商不断提高质量检测水平以降低外部损失，并企图将外部损失向供应商转移，随着转移比例的提高，外部损失分担契约将逐渐失去其公平性，导致契约失效。

5.3 外部检测系统灵敏度分析

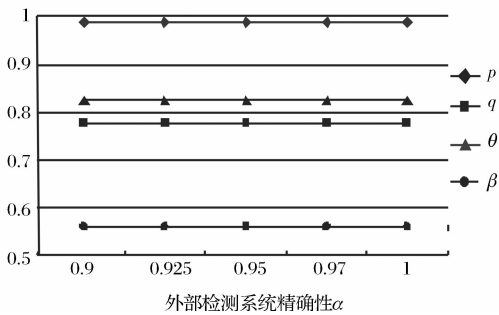


图 4-A 检测水平对外部检测系统精确性灵敏度分析

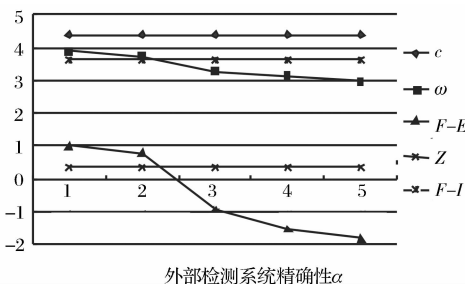


图 4-B 契约公平性对外部检测系统精确性灵敏度分析

假设 $d = 3$ 、 $s = 5$ 、 $m = 10$ 、 $t = 4$ 、 $r = 8$ 、 $u = 2$ 、 $h = 0$ 和 $l = 30$ ，图 4-A 与 4-B 数值模拟显示：在内部惩罚契约中，外部认证系统并不影响对供应商不合格中间品的内部惩罚，外部损失分担契约将随着外部认证系统精确度的下降而逐渐失去其公平性，导致契约的失效。而对于内部惩罚契约而言，并不受外部认证系统的影响。

6 结语

通过对双边道德风险下外部损失分担契约与内部惩罚契约质量控制模型求解，并对其控制效果及契约公平性的数值分析，可以得出以下结论：

(1)从契约有效性与公平性出发，外部责任认证系统的精确性直接影响外部损失分担契约的有效性，当供应商不必对制造商的质量失误负责时，外部损失契约将实现对供应链的质量协调，然而，随着供应商承担制造商质量失误责任的增加，外部损失契约协调效率逐渐降低；而内部惩罚契约则不受外部检测系统责任认定的影响，仍可以实现对供应链质量控制的协调；

(2)随着消费者索赔额度的提高，与内部惩罚契约相比较，外部损失分担契约更有效；

(3)随着供应商质量控制技术的提高，或者质量控制成本的下降，外部损失分担契约较内部惩罚契约质量控制效果更好；当制造商质量控制成本下降时，内部损失分担契约应由外部损失分担契约取代，以提高质量控制效果。

需要指出的是，本文仅在保证供应商最小期望收益的前提下探讨供应链产品质量控制问题，如何在满足双方收益最大化的基础上，维持契约的公平性、保证契约的有效性，实现质量控制水平的提高则有待于深入研究。

参考文献：

[1] Forker L B, Mendez D, Hershauer J C. Total quality management in the supply chain: What is its impact on performance? [J]. International Journal of Production Research, 1997, 35(6): 1681-1701.

[2] Baiman S, Fischer P E, Rajan M V. Information, contracting, and quality costs [J]. Management Science, 2000, 46(6): 776-789.

[3] Lim W S. Producer-supplier contracts with incomplete information [J]. Management Science, 2001, 47(5): 709-715.

[4] Starbird S A. Penalties, rewards, and inspection: Pro-

- visions for quality in supply chain contracts[J]. *Journal of the Operational Research Society*, 2001, 52(1): 109–115.
- [5] 李全喜, 张欣, 王姣. 先进制造模式下的质量链管理[J]. *科学与科学技术管理*, 2004, (7): 123–126.
- [6] Tapiero D J R A. Contract design and the control of quality in a conflictual environment[J]. *European Journal of Operational Research*, 1995, 82: 373–382.
- [7] Corbett C J, Tang C S. Designing supply contracts: Contract type and information asymmetry[J]. *Management Science*, 2004, 50: 550–559.
- [8] Lim W S. Producer-supplier contracts with incomplete information[J]. *Management Science*, 2001, 47(5): 709–715.
- [9] Balachandran K R, Radhakrishnan S. Quality implications of warranties in a supply chain[J]. *Management Science*, 2005, 51(8): 1266–1277.
- [10] 曹东, 杨春节. 考虑质量失误的供应链博弈模型研究[J]. *中国管理科学*, 2006, (1): 25–29.
- [11] 苏菊宁, 蒋昌盛, 陈菊红. 考虑质量失误的建筑供应链质量控制协调研究[J]. *运筹与管理*, 2009, (5): 91–96.
- [12] Chao G H, Iravani S M R, Savaskan R C. Quality improvement incentives and product recall cost sharing contracts[J]. *Management Science*, 2009, 55(7): 1122–1138.
- [13] Zhu Kaijie, Zhang R Q, Tsung F. Pushing quality improvement along supply chains[J]. *Management Science*, 2007, 53(3): 421–436.
- [14] 李丽君, 黄小原, 庄新田. 双边道德风险条件下供应链的质量控制策略[J]. *管理科学学报*, 2005, (1): 42–47.

Study on the Quality-Coordination Contract of Manufacturing Supply Chain under Double Moral Hazard

SHEN Qiang¹ HOU Yun-xian² YANG Wei-min¹

(1. College of Urban & Rural Development, Beijing University of Agriculture, Beijing 102206, China;

2. College of Economics and Management, China Agricultural University, Beijing 100083, China)

Abstract: Fairness is the effectiveness premise of the contract, and also the guarantee of coordination improvement of a supply chain. Considering the influence of market change on the contract's fairness, in this paper, considering double moral hazard, a quality control game model for a manufacturing supply chain based on the Principal-agent theory, and the quality-control levels of the supplier and manufacture both which have quality failures are analyzed. How the change of the market and quality cost impact on the fairness and effectiveness of the contracts is also studied. The result shows after the simulation verification, the accuracy of investigation technology affects the fairness and effectiveness of external loss sharing contracts directly while is invalid on the internal punishment contracts. The external loss sharing model will coordinate the supply chain only when the supplier does not have to be responsible for the manufacturers' to failure. The effects of internal punishment contracts will be higher than the external loss sharing contracts with the increase of the supplier's quality-control costs, while the external loss sharing contract will be more effective with the decrease of the manufacturer's quality-control costs. So, to realize the quality coordination in a supply chain, fairness of the contract is underlying premise and should be first.

Key words: double moral hazard; quality-control; external lose sharing contract; internal punishment contract