

抽样检验产品的质量检验博弈与诚信机制设计^①

毕军贤^{1,2}, 赵定涛¹

(1. 中国科学技术大学管理学院, 合肥 230026; 2. 河南城建学院, 平顶山 467044)

摘要: 研究在抽样检验产品交易中买卖双方的质量检验博弈. 产品质量的不可验证导致了交易者的道德风险问题. 研究发现, 以质量裁决权配属权重为变量, 质量博弈的道德风险模型将出现不同的均衡结果. 当将产品质量裁决权配属给卖方时, 博弈均衡中卖方将选择一个质量等级上界. 当将产品质量裁决权配属给买方时, 博弈均衡中买方将选择一个质量等级下界. 当将产品质量裁决权均等配属给交易双方时, 博弈均衡中买方必然选择低估质量等级, 卖方必然选择高报质量等级. 最后, 本文提出一种权重配属的诚信交易激励机制, 设计交易者的产品质量裁决权权重和质量纠纷成本分摊权重, 使交易者博弈均衡趋向于诚信交易.

关键词: 不可验证质量; 质量检验博弈; 激励机制; 诚信交易

中图分类号: F713 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-9807(2011)05-0043-09

0 引言

抽样检验产品, 是指在产品批量交易中, 整批质量通过部分抽样检验获得, 并用代表性样本的质量近似反映整批质量的产品 (比如粮食、煤炭等原材料). 在现实世界中, 质量检验可能改变了一些产品的物理或化学性质 (比如, 煤炭产品的质量检验过程, 必然将煤炭转化为煤灰), 从而丧失商品的使用价值. 对于这类产品实现全检是不可能的, 只能采取小比例样本抽样检验. 小比例抽样检验产品的质量统计特性表现为: 1) 产品质量指标在某一个区间内具有分散性和不可验证性; 2) 整批产品质量只能在产品消费后才能获知或者消费后也不能获得; 3) 产品为非标准性, 抽样检验只能获整批产品质量的近似信息, 抽样比例越高检验结果越靠近真实值. 在“以质定价, 优质优价”的原则下, 产品质量是产品使用价值的尺度, 也是买卖双方交易定价的基础. 在契约交易过程中, 交易价格是交易者合同的显性变量, 它往往

受到合同的刚性约束. 在确定合同周期内, 价格总是一个相对稳定状态, 不易成为双方博弈的焦点. 与之相对, 在整批产品质量不可验证的情况下, 产品质量是一个模糊的、不完全的信息. “质量检验博弈”通常成为交易者在合同周期内“价格博弈”的替代形式, 即一方在质量出厂检验或质量入厂检验过程中采取虚报质量或压低质量等级, 最终导致产品变相提价或降价. 这种质量检验博弈的解决途径表现为质量纠纷处理. 比如, 以某大型煤炭企业集团的煤炭交易为例, 自实行“热值计价”销售政策 (在吨煤计价基础上, 煤炭价格按照热值浮动) 以后, 买卖双方质量纠纷大幅度上升, 2007 年比 2006 年质量纠纷次数上升 8 倍, 质量纠纷货款增加 4 倍, 质量纠纷煤量上升了 30 倍. 此外, 在信息不完全条件下, 交易者的道德风险问题以及质量磋商成本影响着交易的配置效率 (总剩余最大化) 和分配效率 (如何分配交易剩余). 在交易者质量检验博弈中, 建立诚信交易机制是一个亟待解决的问题.

① 收稿日期: 2009-02-23; 修订日期: 2010-09-28.

基金项目: 河南省科技计划重点科技攻关项目 (102300410170).

作者简介: 毕军贤 (1967-), 男, 河南禹州人, 副教授, 博士. Email: bix@mail.usc.edu.cn

产品质量检验博弈通常是一种质量纠纷的谈判博弈,而谈判博弈研究比较多的是价格博弈。Rubinstein提出了一个序贯报价过程的非合作博弈基本框架^[1]。Kessler等在 Rubinstein框架基础上,研究一个不可验证质量产品的价格谈判博弈,构建卖方道德风险问题模型,分析交易配置效率和分配效率的互相作用关系^[2]。有关产品质量博弈的文献研究的基本思路主要包括,在一定价格和成本约束下企业对高低质量产品的选择博弈^[3-4]、在一定成本约束下交易者对不同质量的价格博弈以及不完全信息条件下交易者类型的显示机制^[5]。这些模型的基本框架是买卖双方只进行高低质量策略的博弈,或者针对特定产品进行价格博弈。这种分析框架并不总是符合实际的交易程序,现实世界中交易者往往是签订一个周期性合同规定产品的基准质量和基准价格,交易的产品质量具有一定的随机性,双方不直接进行价格博弈,也不直接进行产品质量的生产博弈,而是对于产品质量检验结果进行博弈,通过产品质量来确定交易价格。

质量控制和检验政策是质量保证基本手段,Reynier等提出了一个供应商提供产品质量和生产商实施质量检验的方法,研究了在冲突环境中合同设计与质量控制问题。他们认为供应商和生产商之间的博弈模型为非零和博弈,通过博弈均衡识别在何种合约参数下能够求得合作解^[6]。Hsieh等研究供应商、制造商质量投资和检验策略在 4 个非合作博弈(不同信息披露情况)下,研究博弈均衡策略和利润的检验相关信息的效应^[7]。这些研究成果对于本文博弈均衡分析和诚信机制设计有一定的借鉴作用。本文在 Kessler 等^[2]分析框架的基础上,借助于质量与价格浮动函数关系,构建交易者质量检验博弈模型。在合约不完全情况下,博弈者部分影响合约的能力决定均衡结果^[8]。将交易者对产品质量检验裁决权重作为交易者影响合约的能力变量,构建不同权重的情形下交易者的道德风险问题模型。在信息不完全条件下,交易者质量检验可信度就是交易者信誉的信号^[9]。在分析道德风险模型均衡结果的基础上,设计交易者质量裁决权重配属的诚信交易激励相容机制

1 质量检验博弈的道德风险模型

假设卖方(博弈人 S)与买方(博弈人 B)都是风险中性者。产品质量按照批次抽样检验获得,买卖双方只能获其质量的近似信息,整批产品质量在一个区间 $[m_l, m_h]$ 内具有分散性和不可验证性。双方对于交易质量合约具有不完全性,设定价格为产品质量的函数,实行“以质定价”。在交易过程中,双方以事前合约规定的质量和价格为基础,对整批交易商品的质量进行质量检验博弈,以期获取有利的交易价格。在产品质量无法准确识别的条件下,卖方通过隐藏低质量产品和抽样检验高质量样本,虚报整批交易产品的质量等级,从而获得高价格;相反地,买方通过抽样复验低质量样本,降低整批交易产品的质量等级从而获得低价格。这样,双方就存在质量等级的利益冲突。

双方博弈过程为, 1) 双方事前达成一个不完全的合约规定,基准产品质量 m_0 情况下的基准合同价格 P_0 ; 交易价格实行以质定价 $P = P_0 + k(m - m_0)$, k 为价格的质量浮动系数, $k > 0$ m 为双方认同的产品质量。 2) 整批产品的真实质量为 $m_s, m_s \in [m_l, m_h]$ 具有不可识别性, 卖方生产成本为 $c, c > 0 \frac{\partial c}{\partial m_s} > 0$ 卖方检验质量为 m_s , 买方从购买 m_M 产品获得收益为 $b, b > 0 \frac{\partial b}{\partial m_s} > 0$ 买方检验质量为 m_b 。 3) 双方依据各自检验质量 (m_s 和 m_b) 谈判形成一致认同的质量 $m = \beta_s m_s + \beta_B m_b, 0 \leq \beta_s \leq 1, 0 \leq \beta_B \leq 1$ 分别为卖方与买方拥有的质量裁决权重, $\beta_s + \beta_B = 1$ 。在 β_s 与 β_B 不同取值情况下,构建博弈模型研究交易主体的道德风险问题,并将按照卖方的道德风险问题、买方的道德风险问题及买卖双方的道德风险问题三种情形进行模型讨论。

1.1 $\beta_s = 1, \beta_B = 0, m = m_s$ 时, 卖方道德风险问题的情形

当 $\beta_s = 1, \beta_B = 0, m = m_s$ 时, 卖方垄断产品质量检验与裁决权。该交易过程可以描述为一个二阶段博弈模型, 基于合同 (m_0, P_0, k) 约束与特定

的产品 m_s , 卖方提供产品质量等级 m_s , 买方选择接受质量等级并按照价格 $p = p_0 + k(m_s - m_0)$ 进行交易, 或者拒绝 m_s 质量等级并拒绝交易. 由于真实的产品质量无法验证, 买方若以质量为由拒绝交易时, 卖方不退赔货款. 按照逆向归纳法求解博弈均衡解.

第二阶段, 买方接受交易时, 买方支付为 $b - p = b - p_0 - k(m_s - m_0)$, 拒绝交易时, 买方支付为 0. 当 $b - p \geq 0$ 即 $m_s \leq \frac{b - p_0}{k} + m_0$ 买方最优策略为接受交易. 否则, $b - p < 0$ 买方不接受交易.

第一阶段, 买方接受交易时, 卖方支付为 $p - c = p_0 + k(m_s - m_0) - c$, 买方拒绝交易时, 卖方支付为 0 (忽略谈判成本和运输成本). 同样地, 只要 $p - c \geq 0$ 即 $m_s \geq m_0 - \frac{p_0 - c}{k}$ 且买方接受交易的情况下, 卖方理性选择是接受交易. 因此, 对于一个既定的合同 (m_0, p_0, k) 约束, 只要 $b \geq k(m_H - m_0)$ 时, 质量检验博弈的子博弈完美均衡为

$$x_1 = 1 \Rightarrow m_s^* = \frac{b - p_0}{k} + m_0 \quad (1)$$

$$x_2 = 0 \quad m_s > \frac{b - p_0}{k} + m_0$$

x_i 是一个二进制变量, $x_i = 1$ 代表双方达成交易, $x_i = 0$ 代表双方不能达成交易. 在交易活动中, 卖方的道德风险问题表现为, 对于特定合同 (m_0, p_0, k) 约束, 利用拥有的产品质量检验的裁决权, 卖方更愿意虚报产品质量, 来规避高质量产品的生产成本, 从而增加自己的利润. 买方以一定价格追求效用最大化与卖方以最小成本追求利润最大化之间形成了利益冲突, 卖方道德风险损害了对方利益, 买方不能实现事前谈判达成的交易目标. 这个博弈均衡的结果显然是缺乏经济效率的.

1.2 $\beta_S = 0 \beta_B = 1, m = m_b$ 时, 买方道德风险问题的情形

为了避免卖方质量裁决权导致的道德风险问题及相应的交易低效率, 考虑将产品质量裁决权转交买方拥有, 研究质量检验博弈的均衡结果. 该交易过程可以描述为一个二阶段博弈模型, 买方先选择实报产品质量为 m_b , 然后卖方选择接受

m_b 质量等级, 按照价格 $p = p_0 + k(m_b - m_0)$ 进行交易, 或者拒绝交易. 由于真实的产品质量无法验证, 卖方若以质量为由拒绝交易时, 他必须退赔全部货款. 按照逆向归纳法求解博弈均衡解. 在第二阶段, 接受交易时, 卖方支付为 $p - c = p_0 + k(m_b - m_0) - c$ 拒绝交易时, 卖方支付为 0 (忽略谈判成本和运输成本). 当 $p - c \geq 0$ 时, 即 $m_b \geq m_0 - \frac{p_0 - c}{k}$, 卖方理性选择是接受交易. 在第一阶段, 卖方接受交易时, 买方支付为 $b - p = b - p_0 - k(m_b - m_0)$, 卖方拒绝交易时, 买方支付为 0. 当 $b - p \geq 0$ 即 $m_b \leq \frac{b - p_0}{k} + m_0$ 买方选择达成交易. 对于一个既定的合同 (m_0, p_0, k) 约束, 只要 $c \leq p_0 - k(m_0 - m_L)$ 时, 质量检验博弈的子博弈完美均衡为

$$x_1 = 1 \Rightarrow m_b^* = m_0 - \frac{p_0 - c}{k} \quad (2)$$

$$x_2 = 0 \quad m_b < m_0 - \frac{p_0 - c}{k}$$

一般地, 无论卖方提供何种质量等级产品, 买方最优策略应该是选取低估质量等级. 在这个均衡结果中, 利用对产品质量裁决权和真实质量不可验证的特点, 买方事后通过低估产品质量, 索取不合理的质量补偿, 从而侵占了卖方的剩余.

1.3 $\beta_S = 0.5 \beta_B = 0.5, m = 0.5m_S + 0.5m_b$ 时, 交易者道德风险问题的情形

现在讨论交易者均等配属质量裁决权情况下, 交易者的质量检验的道德风险问题.

该交易过程可以描述为一个不完全信息静态博弈模型, 基于合同 (m_0, p_0, k) 约束, 卖方的行动为以 $\alpha_S^i (\alpha_S^i \in [0, 1])$ 概率高报质量等级, 买方的行动为以 $\alpha_B^j (\alpha_B^j \in [0, 1])$ 概率低报质量等级. 由于交易者只能知道 m_b, m_s 以及 $\delta = m_s - m_b$, 那么可以推断 δ 产生的概率包括三种情况. 第一, 在买方能够客观报告质量等级情况下, 卖方低报检验质量等级 $\delta = \hat{\delta}$ 该情形的概率值为 $\alpha_S^i (1 - \alpha_B^j)$; 第二, 在卖方能够客观报告质量等级情况下, 买方高报质量等级 $\delta = \hat{\delta}$ 该情形的概率值为 $\alpha_B^j (1 - \alpha_S^i)$; 第三, 买方以 α_B^j 概率低报检验质量等级 $\hat{\delta}$, 卖方以 α_S^i 概率高报质量等级 $\hat{\delta}$, $\delta = \hat{\delta} + \hat{\delta}$. (为

了简化分析,假定 $\delta_s = \delta_b = \frac{1}{2} \delta$, 该情形的概率值为 $\alpha_B^i \alpha_S^j$ 对于特定质量 m_i 的产品, 卖方生产成本 c 和买方的总收益 b 为常数. 双方支付的变化主要表现为质量偏差导致的价格波动. 由于交易者采取等权重检验产品质量等级, 买方与卖方对质量偏差 δ 所支付的成本比例为 $0.5 : 0.5$. 各方从质量偏差中所获得收益份额等于各自虚报质量概率与产生偏差总概率的比值. 采用双方获取质量偏差利益份额与支付质量偏差成本份额的差值表示博弈人的支付, 则卖方支付函数为

$$u_S^i = \frac{\alpha_S^i(1 - \alpha_B^j) + 0.5\alpha_S^i\alpha_B^j}{\alpha_S^i(1 - \alpha_B^j) + \alpha_B^j(1 - \alpha_S^i) + \alpha_S^i\alpha_B^j} - \frac{1}{2}$$

$$= \frac{\alpha_S^i - 0.5\alpha_S^i\alpha_B^j}{\alpha_S^i + \alpha_B^j - \alpha_S^i\alpha_B^j} - \frac{1}{2} \quad (3)$$

同样地, 买方支付函数为 $u_B^j = \frac{\alpha_B^j - 0.5\alpha_S^i\alpha_B^j}{\alpha_S^i + \alpha_B^j - \alpha_S^i\alpha_B^j} - \frac{1}{2}$

显然, $u_S^i + u_B^j = 0$ 这是一个零和博弈. 卖方所得即为买方所失, 反之亦然. 交易者的支付函数是行动变量的增函数. $\alpha_S^i \in [0, 1]$, 当 $\alpha_S^i = 1$ 时, $u_S^i = \max_i u_S^i$, $\alpha_S^i = 1$ 是卖方的占优策略. 同样地, $\alpha_B^j = 1$ 是买方的占优策略. 对于一个既定的合同 (m_i, p, k) 约束和等权重检验质量等级, 交易博弈的子博弈完美均衡为

$$x_i = 1 \Rightarrow \begin{cases} \alpha_S^i = 1 \\ \alpha_B^j = 1 \end{cases} \quad (4)$$

即, 卖方总是高估质量等级, 买方总是低估质量等级, 交易博弈结果为 $u_S^i = u_B^j = 0$.

1.4 均衡分析

在 Rubinstein 和 Kessler 价格博弈的基础上, 本文研究构建不可验证质量产品交易的质量检验博弈模型. 买卖双方在不同质量裁决权配属情况下, 对于质量检验策略就是其质量纠纷谈判策略, 模型均衡分析包括了三种情况. 第一, 式(1)描述卖方拥有质量裁决权时, 其对质量裁决的道德风险问题, 并提出其对于产品质量高估上界 $m_S^* = \frac{b-p}{k} + m_0$. 第二, 式(2)描述买方拥有质量裁决权时, 其对质量裁决的道德风险问题, 并提出其对于产品质量低估下界 $m_B^* = m_0 - \frac{p-c}{k}$. 第三, 式

(3)描述买卖双方质量裁决权均等配属情况下, 交易者质量检验中的道德风险问题. 该模型均衡的特征可以归结为如下命题.

命题 1 在产品质量不可验证情况下, 产品质量等级裁决权配属往往导致不同交易主体的道德风险问题.

1) 若将产品质量裁决权配属给卖方, 只要 $b \geq k(m_H - m_0)$, 博弈均衡为卖方选择在一个上界报告质量等级, $m_S^* = \frac{b-p}{k} + m_0$. 双方达成交易, 卖方侵占买方剩余.

2) 若将产品质量裁决权配属给买方, 只要 $c \leq p - k(m_0 - m_L)$, 博弈均衡为买方选择在一个下界报告质量等级, $m_B^* = m_0 - \frac{p-c}{k}$. 双方达成交易, 买方侵占卖方剩余.

3) 若将产品质量裁决权均等配属给交易双方, 博弈均衡为买方必然选择低估质量等级, 卖方必然选择高报质量等级.

命题 1 证明同式(1)、(2)和(3)的推导.

从博弈均衡结果分析, 这一命题反映了在质量信息不完全条件下, 质量裁决权在交易者之间的配属与交易者的道德风险问题关系, 拥有质量裁决权的交易者存在道德风险的倾向. 同时, 道德风险的行为者分别具有评估质量上下边界.

命题 2 在不考虑纠纷协商成本情况下 ($\zeta = 0$), 将产品质量检验裁决权均等配属给交易双方, 能够实现交易的分配效率 (distributional efficiency). 若存在质量纠纷的磋商成本, $\zeta > 0$ 且 $\frac{\partial \zeta}{\partial \alpha} > 0$, $\delta \neq \delta_0$, 双方的道德风险必然影响交易的配置效率 (allocational efficiency).

证明 由式(4)可知, 在产品质量检验裁决权均等配属给交易双方情况下, 交易双方质量检验行为都必然是虚报质量等级, 均衡结果为交易双方都不能获得从质量检验虚报中获得对方的剩余 $u_S^i = u_B^j = 0$. 故这种权属分配机制能够消除一方对另一方剩余的侵占, 实现交易的分配效率.

因为 $\zeta > 0$ 且 $\frac{\partial \zeta}{\partial \alpha} > 0$ 在博弈均衡行为 $\alpha_S = \alpha_B = 1$ 情况下, 质量纠纷成本降低了交易者的总

剩余,也必然降低交易双方的剩余.故这种权重配属必然降低了资源的配置效率.

这一命题表明,在信息不完全条件下,质量检验博弈均衡结果符合科斯定理,并成为其实际应用的一个佐证.降低交易者质量纠纷的交易成本,显然是提高交易效率的关键问题.

2 数值计算分析

为了简化代数式推导结果,研究给出模型具体参数,并对模型描述的三种情况进行计算分析,便于模型结果的理解.

假定某商品为质量抽样检验产品,产品真实质量 $m \in [m_l, m_h] = [350, 450]$ 具有不可确定性,买卖双方交易合同 $C(m, r, k) = C(360, 210, 0.5)$ 卖方无法确定买方的收益 $b \in [220, 250]$, 买方无法确定卖方的成本 $c \in [120, 210]$. 若将质量检验裁决权配属给卖方, 卖方在对买方收益估计的基础上, 存在一个具有上下边界的质量估计区间, 估计区间的上界为 $m_s^* = 2b - 60$ (图 1 所示). 图 1 纵坐标表示卖方的质量检验估计, 横坐标表示买方从产品中获得真实收益. 质量估计下界为交易双方认同最低值, 阴影部分为能够达成交易的质量估计区间, 卖方理性选择是为质量估计上界 AB. 若将质量检验裁决权配属给买方, 买方在对卖方成本估计的基础上, 存在一个具有上下边界的质量估计区间, 估计区间的下界为 $m_b^* = 2c - 60$ (如图 2 所示). 图 2 纵坐标表示买方的质量检验估计, 横坐标表示卖方的生产成本. 质量估计上界为交易双方认同最大值, 阴影部分为能够达成交易的质量估计区间, 买方理性选择是为质量估计下界 CD. 拥有质量裁决权的交易者选择质量区间上界(卖方)下界(买方), 从而获得对方的全部剩余.

按照式(3)计算给定不同 α_B 情况下卖方支付份额 φ_s 与 α_s 的数值, 绘制 φ_s 与 α_s 关系曲线如图 3 所示. 纵坐标 φ_s 为卖方收益变量, 即卖方从质量偏差中获得收益的比例; 横坐标 α_s 为卖方行动变量, 即卖方虚报质量等级的概率 α_s . 图 3 描述了与给定一个 α_B 相对应的 φ_s 与 α_s 关系曲线组 (α_B 从 0 到 1). 比如, 曲线 EF 代表在 $\alpha_B = 1$ 时随着 α_s 由 0 到 1 的变化, φ_s 由 -0.5 到 0 的变化特点.

EHG 代表在 $\alpha_B = 0.1$ 时随着 α_s 由 0 到 1 的变化, φ_s 由 -0.5 逐步增加的特点. 通过图 3 曲线组的变化特点分析可得以下结论. 第一, 所有曲线随着 α_B 的增加依次以 (0, -0.5) 坐标点为中心左上旋转并凸纵坐标, 卖方支付与买方低估质量的概率呈反方向变动关系. 在卖方质量检验诚信度一定情况下, 买方虚报产质量的概率越高卖方支付越少. 第二, 在给定的 α_B 情况下, α_s 与 φ_s 同方向变动, 卖方虚报质量的概率与其支付呈现同方向变动关系. 第三, 由于该模型为零和博弈, 买方支付和卖方支付具有对称性, 通过卖方支付推导出买方支付 $\varphi_b = -\varphi_s$. 图 3 直观描述了交易双方之间的利益侵害的份额, 有助于设计合理的机制.

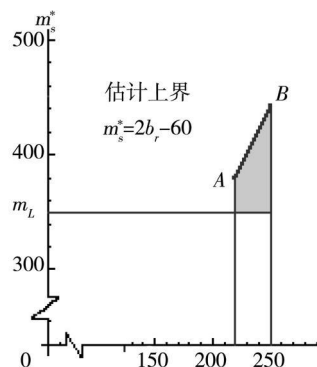


图 1 质量裁决权配属给卖方时, 产品质量估计区间
Fig 1 The product quality estimated range when the seller's judgment weigh being one

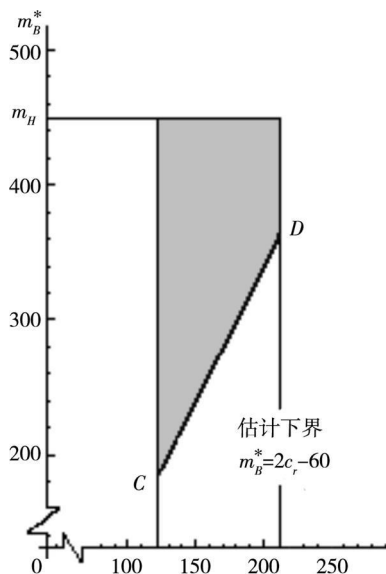


图 2 质量裁决权配属给买方时, 产品质量估计区间
Fig 2 The product quality estimated range when the buyer's judgment weigh being one

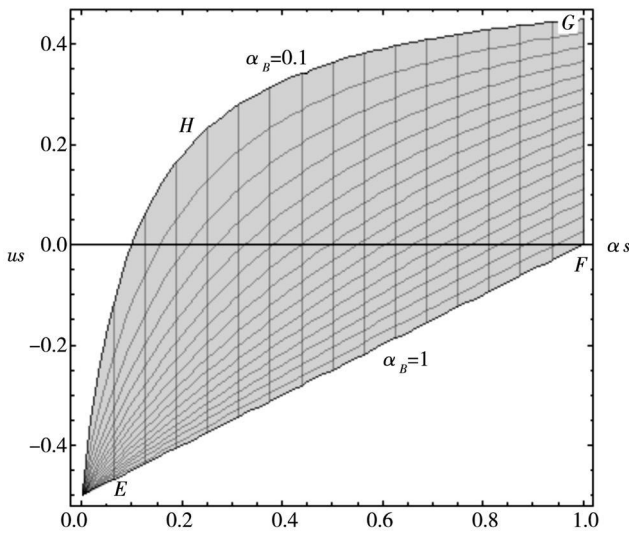


图3 均等配属质量裁决权情况下, 卖方的 α_S 与 α_B 的关系曲线
 Fig 3 The curve between seller α_S and α_B when each trader's judgment weights being equal

3 诚信交易激励机制设计

本文提出一种权重配属的诚信交易激励机制, 对于长期联盟交易的买卖双方, 通过交易者之间质量偏差 δ 的对比, 确立卖方和买方各自质量检验可信度指数^[10]. 在整批产品质量不可验证的情况下, 产品“物”的质量属性获取难度较大甚至无法获知, 而评价或者识别检验者类别相对容易. 对理性人而言, 产品质量“物”的自然属性与产品质量“人”的主观属性是一个问题的两个方面. 通过检验者的认知或者交易者的认同程度, 对产品质量检验可信度判断, 符合商品使用价值的基本要求. 就质量检验可信度而言, 通过多方检验统计聚类, 评价或者识别某检验者检验水平可信度就具有一定的合理性. 在目前缺乏买卖双方虚报(低报)质量等级概率测度方法的情况下, 采用质量检验者的可信度等级作为交易者诚信度定量指标. 从而设计交易者产品质量裁决权配属和质量纠纷成本分摊的权重, 使交易者博弈均衡趋向于诚信交易. 权重配属机制的步骤如下.

步骤 1 确立交易者的质量检验可信度指数. 当 $|m_s - m_b| \leq \epsilon$ 时, 即买卖双方质量偏差小于行业规定的容许误差, 双方的质量检验是一致的, 并规定卖方与所有买方的质量一致次数占其总交易次数的比率为卖方质量检验可信度指数

ρ_s 相应地, 规定买方与所有卖方的质量一致次数占其总交易次数的比率为买方质量检验可信度指数 ρ_b . 构建联盟交易成员之间质量检验信息共享机制, 测算某一时期卖方和买方的质量检验可信度指数.

步骤 2 交易者的质量检验裁决权配属权重和质量指标的确定. 卖买双方权重分别为

$$\beta_s = \frac{(1 - \rho_b) - 0.5(1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}{(1 - \rho_s) + (1 - \rho_b) - (1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}$$

$$\beta_b = \frac{(1 - \rho_s) - 0.5(1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}{(1 - \rho_s) + (1 - \rho_b) - (1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}$$

交易产品的质量指标为 $m = \beta_s m_s + \beta_b m_b$.

步骤 3 交易者的质量纠纷成本 δ 分摊权重的确定. 规定卖买双方权重分别为

$$\varphi_s = \frac{(1 - \rho_s) - 0.5(1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}{(1 - \rho_s) + (1 - \rho_b) - (1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}$$

$$\varphi_b = \frac{(1 - \rho_b) - 0.5(1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}{(1 - \rho_s) + (1 - \rho_b) - (1 - \rho_s)(1 - \rho_b)}$$

命题 3 权重配属机制下, 只要 $\alpha_s = 1 - \rho_s$, $\alpha_b = 1 - \rho_b$, 该机制能保证卖方不偏离诚信交易的策略.

证明 在 $m = \beta_s m_s + \beta_b m_b$ 的规定下, 卖方的质量偏差成本为 $\beta_b \delta k$

卖方分摊的质量纠纷的磋商成本为 $\varphi_s \delta$

$$\text{卖方支付 } U_s = \frac{\alpha_s - 0.5\alpha_s\alpha_b}{\alpha_s + \alpha_b - \alpha_s\alpha_b} \delta k - \beta_b \delta k - \varphi_s \delta$$

$$\varphi_s \delta = -\varphi_s \delta$$

$$U_s = -\frac{\alpha_s - 0.5\alpha_s\alpha_b}{\alpha_s + \alpha_b - \alpha_s\alpha_b} \delta$$

U_s 是 α_s 的减函数, $\frac{\partial U_s}{\partial \alpha_s} > 0$ $\alpha_s = 0$ 时, $U_s^* = \max_i U_s^i$

显然, 卖方不背离诚信的收益最大, 卖方不会偏离客观评估质量等级. **证毕.**

命题 4 权重配属机制下, 只要 $\alpha_s = 1 - \rho_s$, $\alpha_b = 1 - \rho_b$, 该机制能保证卖方不偏离诚信交易的策略.

证明 同命题 3

由命题 3 和命题 4 可以推出, 在权重配属机制下, 只要 $\alpha_s = 1 - \rho_s$, $\alpha_b = 1 - \rho_b$, 诚信交易是贝叶斯纳什均衡.

在诚信交易机制设计中, 质量检验可信度指

数是一个基于其他交易者评价而产生的评价, 该指数反映了多个交易者对某一个交易者评价结果, 也能够满足交易功能的需要. 从交易角度出发, 该指数在供应链网络交易中具有一定的代表性. 当然, 该指数的准确度在短期内影响到诚信激励机制设计的效果, 在长期内指数准确度会得到自动的纠正. 比如, 若某交易者的诚信度指数被低估, 该交易者承担更多的交易成本, 其可能退出交易联盟, 对其他交易者而言就是一种损失, 因此其他交易者一般不愿意低估该交易者的诚信度. 相反, 若某交易者的诚信度指数被高估, 该交易者可能导致更多的道德风险行为, 由此降低其他交易者的风险, 因此其他交易者就会降低对其诚信度的评价.

4 企业博弈诚信度实例

利用煤炭供应链网络成员可信度识别研究中计算与判别方法, 依据 2008 年 1 月至 2009 年 12 月的交易资料, 测算某大型煤炭供应网络成员 2008 年和 2009 年各交易次数的诚信度等级, 可计算出年度某大型煤炭供应链网络成员诚信度指标 (附表 1). 2008 年到 2009 年该供应链网络中供给方 20 个卖方与 28 个买方, 2008 年该销售网络没有实施诚信激励机制情况下, 买方的诚信度分布区间 $\rho_i \in [0.421, 0.950]$, $\bar{\rho}_i = 0.777$; 卖方的诚信度区间 $\rho_j \in [0.625, 0.908]$, $\bar{\rho}_j = 0.745$. 买卖双方都存在低诚信度的交易者, 即交易者存在道德风险. 2009 年该交易网络在交易中实行诚信激励机制, 由集中运销公司对买卖各方进行诚信度测算, 并进行交易成本分配和质量裁决权配置. 在该交易激励机制作用下, 部分低诚信度企业改进了诚信度, 部分低诚信度企业退出了交易网络. 2009 年买方的诚信度分布区间 $\rho_i \in [0.650, 0.950]$, $\bar{\rho}_i = 0.844$; 卖方的诚信度区间 $\rho_j \in [0.800, 0.950]$, $\bar{\rho}_j = 0.923$. 在该激励机制的作用下, 大型煤炭企业供应链网络的各节点成员诚信度上升且收敛态势, 诚信度均值也明显上升. 企业实例验证了诚信交易机制的有效性. 采用雷达图表示 2008、2009 年企业煤炭供应链网络节点诚信度如图 4 所示, 2008 年各节点诚信度连线波动较大, 在

激励机制不完善情况下, 个别交易者存在质量检验的道德风险问题; 2009 年连线相对平滑, 在激励机制建立条件下, 个别企业道德风险问题得到遏制.

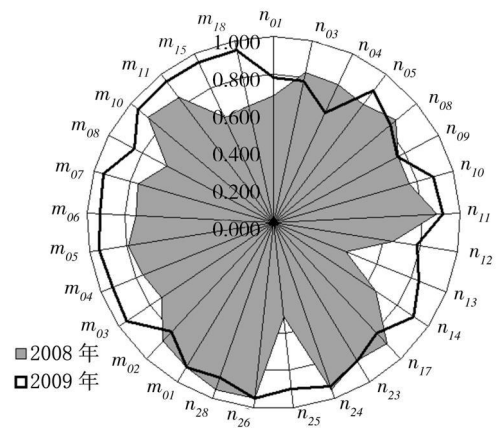


图 4 某大型煤炭企业供应链网络成员诚信度改进实例
Fig 4 A case of the believable level improvement for the supply network memberships in a large-scale coal firm

5 结束语

通过构建不同质量裁决权配属情形下交易者的道德风险问题模型以及均衡分析, 设计了权重配属的诚信交易激励机制, 得出如下结论.

在产品质量不可验证的条件下, 通过产品质量等级裁决权配属不能解决交易主体的道德风险问题, 并且产品质量等级裁决权配属往往导致不同类型的道德风险. 当将产品质量裁决权配属给卖方时, 只要 $b \geq k(m_H - m_0)$, 博弈均衡中卖方选择一个质量等级上界, $m_s^* = \frac{b - p_0}{k} + m_0$. 当将产品质量裁决权配属给买方, 只要 $\varphi \leq p_0 - k(m_0 - m_L)$, 博弈均衡中买方选择一个质量等级下界, $m_b^* = m_0 - \frac{p_0 - \varphi}{k}$. 当将产品质量裁决权均等配属给交易双方, 博弈均衡中买卖双方总是采取欺诈行为来报告产品质量.

当产品质量纠纷成本为 0 时, 道德风险问题导致交易剩余分配的低效率. 在产品质量纠纷成本大于 0 时, 道德风险问题降低了交易的配置效率. 从交易效率的角度出发, 产品质量检验博弈需要外部激励机制辅助. 本文提出一种权重配属的诚信交易激励机制, 评估卖方和买方各自质量检

验可信用指数, 借助该可信用指数替代其虚(低)报质量等级的概率, 设计交易者的产品质量裁决权重和质量纠纷成本分摊权重, 使交易者博弈均衡趋向于诚信交易。

本文的研究在促进质量抽样检验产品的诚信交易方面做了有益的探索. 有关的质量检验博弈

与机制设计需要在以下方面进一步研究.

(1)为了方便分析假定 $\delta_1 = \delta_2$, 在该假定放松情况下, 需要进一步研究双方的博弈支付函数.

(2)假定买卖双方的质量检验可信用指数作为企业欺诈行为的信号, 对于交易者的可信用指数估计需要进一步研究.

参 考 文 献:

[1] Rubinstein A. Perfect equilibrium in a bargaining model [J]. *Econometrica* 1987 (50): 97—109

[2] Kessler A S Lulfesmann C. Bilateral bargaining unverifiable quality and options to return [J]. *Economic Theory* 2004 (23): 395—410

[3] Bing Jing. Product differentiation under imperfect information: When does offering a lower quality pay? [J]. *QuantMarket Econ* 2007 (5): 35—61

[4] 黄映辉. 产品质量—成本博弈模型: 定价策略 [J]. *系统工程理论与实践* 2001 (8): 29—33
Huang Yinghui. A game model of product quality/cost: The strategies of Pricing [J]. *System Engineering Theory & Practices* 2001 (8): 29—33 (in Chinese)

[5] 张 娥, 杨 飞, 汪应洛. 网上交易中诚信交易激励机制设计 [J]. *管理科学学报* 2007 10(1): 64—71
Zhang E, Yang Fei, Wang Yingluo. Incentive mechanism for building trust in online market [J]. *Journal of Management Sciences in China* 2007 10(1): 64—71. (in Chinese)

[6] Reyniers D J Tapero C S. Contract design and the control of quality in a conflictual environment [J]. *European Journal of Operational Research* 1995 (82): 373—382

[7] Hsieh C C Liu Y T. Quality investment and inspection policy in a supplier manufacturer supply chain [J]. *European Journal of Operational Research* 2010 202(3): 717—729

[8] 张 慧. 信誉机制在欺诈行为中的运行分析 [J]. *财经研究* 2003 129(5): 65—70
Zhang Hui. An analysis on credibility mechanism in fraudulent conduct: An explanation from the one time game and repeated game [J]. *Journal of Finance and Economics* 2003 129(5): 65—70 (in Chinese)

[9] Suh S C Wen Q. A multi agent bilateral bargaining model with endogenous protocol [J]. *Economic Theory* DOI10.1007/s00199-008-0365-5

[10] 毕军贤. 基于聚类的交易者煤炭质量检验可信用研究 [J]. *数理统计与管理* 2010 29(2): 218—226
Bi Junxian. Cluster based research on believable level of coal quality test of traders [J]. *Journal of Applied Statistics and Management* 2010 29(2): 218—226 (in Chinese)

Quality inspection game and incentive mechanism for building trust in sampling inspection quality product trade

BI Junxian², ZHAO Dingtao

1. School of Management, University of Science and Technology of China, Hefei 230026, China
2. Henan University of Urban Construction, Pingdingshan 467044, China

Abstract: The paper investigates an quality inspection game between a buyer and a seller who face a non-verifiable quality product. These non-verifiable quality product characteristics give rise to moral hazard problems on each trader's part. We find that different types of equilibrium outcomes occur depending on the distribu-

©1994-2017 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

tional weight of quality umpirage of traders. When the seller has the quality umpirage, this trader will choose a higher boundary of quality grade. On the other hand, the buyer will choose a lower one when he has the umpirage. Both of them choose fraudulent conduct about quality grade when they equally share the umpirage. Finally, this paper proposes an incentive mechanism, named distributional weights mechanism, which designs the traders' weights for quality umpirage and quality dispute cost in order to make the traders honestly test the product quality.

Key words: unverifiable quality product; quality inspection game; incentive mechanism; honest trade

附表 1 2008—2009 年某大型煤炭企业供应链网络成员质量诚信度统计

Table 1 The believable level of members in a large-scale coal firm supply network from 2008 to 2009

成员编号	指标值 ρ_j		成员编号	指标值 ρ_i	
	2008年	2009年		2008年	2009年
m01	0.908	0.910	n01	0.681	0.780
m02	0.870	0.800	n02	0.867	—
m03	0.725	0.950	n03	0.823	0.780
m04	0.758	0.930	n04	0.821	0.650
m05	0.788	0.950	n05	0.795	0.890
m06	0.737	0.930	n06	0.868	—
m07	0.758	0.950	n07	0.649	—
m08	0.649	0.850	n08	0.858	0.820
m09	0.658	—	n09	0.758	0.750
m10	0.882	0.950	n10	0.755	0.890
m11	0.845	0.950	n11	0.874	0.910
m12	0.625	—	n12	0.649	0.780
m13	0.533	—	n13	0.421	0.840
m14	0.734	—	n14	0.661	0.910
m15	0.625	0.950	n15	0.644	—
m16	0.914	—	n16	0.649	—
m17	0.764	—	n17	0.888	0.810
m18	0.640	0.950	n18	0.950	—
m19	0.878	—	n19	0.665	—
m20	0.706	—	n20	0.950	—
			n21	0.830	—
			n22	0.895	—
			n23	0.868	0.870
			n24	0.950	0.930
			n25	0.510	0.900
			n26	0.950	0.950
			n27	0.300	—
			n28	0.950	0.880

注：“—”当期没有发生交易。