

doi:10.3969/j.issn.1672-4348.2015.01.017

# 模块化视角下供应链生态采购决策研究

张庭溢

(福建工程学院 交通运输学院, 福建 福州 350118)

**摘要:** 在分析供应链生态采购利润和成本影响因素基础上,结合企业间模块化度对成本和利润的影响,引入了核心企业对供应商提供绿色原材料未达标程度的惩罚机制,建立了生态采购模型,定量分析了模块化程度、绿色原材料环保程度对供应链生态采购的影响。结论表明:在固定价格契约条件下的绿色生态采购,制造商从收益最大化出发应致力于提高企业间的模块化程度、提高对供应商投机行为的监测力度,并制定恰当的原材料绿色环保标准、选择适度的惩罚金额。同时表明模块化程度越高,合同金额越低,即原材料价格越低,供应商市场竞争越激烈。

**关键词:** 生态采购; 绿色原料; 环保程度; 模块化

**中图分类号:** F224.3; F253.4 **文献标志码:** A

**文章编号:** 1672-4348(2015)01-0083-07

## Study on modularity based ecological procurement decision-making of supply chain

Zhang Tingyi

(College of Transportation, Fujian University of Technology, Fuzhou 350118, China)

**Abstract:** The ecological purchasing profit and cost affecting factors of supply chain were analysed. The effect of enterprise modularity on profit and cost was discussed. A punishment mechanism for the core enterprise to punish the suppliers with relation to the under-qualified supply degree of green raw material was introduced. An ecological purchasing model was established to analyse quantitatively the effect of modularity and environmental protection degree of the green raw material on the ecological procurement of the supply chain. The results indicate that under the contract conditions of fixed price, the manufactures should enhance the modularity of the enterprises, uplift the monitoring/supervision of the suppliers' money-chasing behaviours, establish appropriate environment protection standards and set suitable fines/penalties. The results also show that the higher the degree of modularity, the lower the sum of the contract or the lower the price of the raw materials, the more intense the competition among the suppliers.

**Keywords:** ecological purchasing/procurement; green raw material; environment protection degree; modularity

模块化的组织方式是现代工业发展演化出的一种高效的组织方式<sup>[1]</sup>。组织模块化是按照一定的规则,将组织解构成若干小的模块化单位,并使这些单位之间实现关系契约化<sup>[2]</sup>。模块化组

织是指在新的模块化环境下,产品的某项生产过程并非再由各个企业独立完成,而是由产品链上的各节点企业共同协作完成产品的某项生产过程所形成的比较松散的组织形式<sup>[3]</sup>。

收稿日期: 2014-12-11

基金项目: 福建省社会科学研究基地重大项目(2014JDZ024); 福建省教育厅中青年教师教育科研项目(JAS14216); 福建工程学院引进人才科研启动基金(GY-S14005)

作者简介: 张庭溢(1982-),男(汉),福建莆田人,讲师,博士,研究方向:生态供应链。

中国作为制造业大国,大量的企业都参与了模块化的组织网络,使模块化组织成为了中国最主要的组织模式。当前国内绿色环保产品市场正在蓬勃发展,但是对绿色原材料和绿色产品还没有一个绝对权威的衡量标准,绿色产品市场还相对混乱。一些机会主义者为了获取超额利润,利用下游采购部门对绿色原料监测成本过高和监测技术不够完善的缺点,会以次充好,用非绿色原材料冒充绿色原材料牟取高额利润,这就需要在企业的采购环节对此进行有效的控制,为此有必要基于模块化视角,对供应商和制造商之间的信息博弈进行详细分析,为提高市场的资源配置和交易效率提供指导。

与本文相关的研究主要体现在对生态采购和模块化两个方面。在生态采购的相关研究上,大部分研究生态采购的学者主要从生态采购双方之间的信息博弈均衡来进行分析,却几乎没有考虑组织的模块化程度对双方博弈的影响,例如,陈杰,屠梅曾等采用博弈论模型分析了供应商和制造商在拥有不完全信息时,供需双方在不同的市场环境下的判断和采取的策略,得到了合并均衡、分开均衡及混合均衡存在的充分必要条件<sup>[4]</sup>,随后进一步分析了绿色生态采购的完全信息静态博弈的情形<sup>[5]</sup>;计国君等运用演化博弈论来描述和分析生态供应链采购管理过程中制造商和供应商之间的合作博弈模型,进而得出供应链上企业采取生态策略所需的条件<sup>[6]</sup>。随着模块组织关系对供应链上下游运作的影响日趋显著,部分学者开始考虑模块化对企业运作的影响,如国内学者王辉等研究了企业间模块化度对企业信息技术外包的影响<sup>[7]</sup>,钱炳等分析了模块化网络对供应链上游供应商的影响。但是从现有的文献来,基于企业间模块化的视角,研究供应链生态采购的研究相对还比较欠缺。

本文考虑在信息不对称环境下的供应链生态采购问题,借助委托——代理理论,研究模块化程度影响基础上的采购契约设计。由于供应商在供货期间有可能采取投机行为(提供非绿色原材料),因此,在批发价格契约模型中考虑了检验和惩罚机制,同时考虑了供应商和制造商间模块化程度的影响。另外,制造商采购系统与供应商供应系统的关联程度是影响采购合作风险和成本的一个重要因素,根据文献[7]、文献[8]提出的企

业间模块化度的概念,将企业间模块化度的影响引入到采购契约设计模型中。在采购契约设计中,利用量化分析企业间模块化度对生态采购契约设计参数的影响,所得结论以期对供应链生态采购提供决策支持。

## 1 模块化程度对采购成本的影响机理

采购交易成本一般包括:(1)业务运作成本,可以通过对本企业运作业务的相关成本进行测算;(2)契约成本,主要包括寻找外包市场的调研成本、谈判成本、法律成本及相关的劳务费;(3)检测和协调成本,包括检测、协调供应商活动的相关劳务和设备成本;(4)转换成本<sup>[7]</sup>,包括供应商不完全履约或履约失败时更换供应商所发生的成本,以及契约终止时结束合作的成本。

在以往大部分的研究中,对于转换成本的假设都是基于固定转换成本这一前提,但是在模块化组织中,企业间的模块化程度对于转换成本的影响却不容忽视。模块化应用于组织设计上,是指通过协调相互连接的自组织流程达到提高柔性的目的<sup>[9]</sup>。模块化组织的主要特征体现在组织模块相互独立又相互依赖<sup>[10]</sup>,同时还具有普遍性的特征<sup>[11]</sup>。而模块化程度则反应组织模块活动间耦合的紧密程度<sup>[12]</sup>。因此,一方面,模块化程度会影响企业利用外部资源的交易成本的大小。在组织间交易成本上模块化程度更高的系统具有更低的交易成本,主要表现在:可以降低控制成本<sup>[13,7]</sup>;降低专用性资产投资;降低企业间协调成本<sup>[11]</sup>。另一方面,模块化程度对企业转换供应商时的转换成本也有显著的影响。制造商在切换供应商时会产生供应商转换成本,包括人工成本(合同成本)和学习成本<sup>[14]</sup>。具体从转换的成本构成上又可细分为:合同违约成本、搜寻成本、交易成本、兼容成本、学习成本、质量风险成本、心理成本、沉没成本<sup>[15]</sup>。而供应链环境下的转换成本和传统的转换成本相比有其特有的特点,如:转换时间长、转换成本高(企业与供应商关系紧密,转换成本就越高,即可理解为耦合程度高,成本越高)<sup>[15]</sup>。

对于组织模块间模块程度的度量方法也是研究的热点,不同学者分别研究了产品模块化度<sup>[16]</sup>、服务模块化度<sup>[17]</sup>的度量方法。我们采用

王辉、侯文华提出的测量企业间模块化度的方法：相关专家评估供应商－制造商之间的相互依赖程度最强为  $S$ ，而实际的相互依赖程度为  $s$ ，则这两家企业间的模块化度大约为  $1 - s/S^{[7]}$ 。

## 2 问题描述与变量说明

考虑一条两级生态供应链下，制造商向供应商采购具有环保程度不低于  $e_0$  的绿色原材料，在制造商收到原材料后将对原材料的环保程度进行抽检，如果供应商提供的原料绿色程度低于  $e_0$ ，则认为供应商采取了机会主义行为。如果供应商提供的原材料程度等于或高于  $e_0$ ，则认为供应商没有采取机会主义行为。制造商拥有能正确监测出供应商不投机行为的技术，但由于采取的是抽样监测和技术上的局限性，制造商存在对机会主义行为判断的不完全信息（以一定的概率反映错误判断行为）。鉴于供应商可能采取投机行为，故制造商需要设计合理的承包合同契约以抑制这种机会主义行为。

假定制造商与供应商之间的合同契约形式为批发价格契约。决策顺序定义为：制造商根据合同首先支付货款给供应商，供应商提供契约规定的绿色原材料给制造商，最后制造商根据供应商的原材料环保程度监测结果决定是否惩罚及确定惩罚金额。

符号说明：

- $e$ ：原材料的环保程度。原材料的环保程度越高，表明该原材料的使用对环境污染造成的影响越小，有利于回收利用和生态环境的可持续发展；
- $e_0$ ：合同契约中规定的合格环保程度标准；
- $A$ ：合同交易金额；
- $m$ ：制造商与供应商间的模块化度；
- $I_m$ ：制造商在本次合同交易中获得的原材料通过生产所能获得的总收入；
- $\beta$ ：制造商盈利系数，为正常数。越大，反映制造商在相同的合同金额和环保程度原材料情况下，制造商的盈利能力越强；
- $\varphi$ ：制造商盈利截距，为常数。即当供应商提供的原材料环保程度为 0 的情况下，制造商的收入；
- $\beta$ ：当供应商存在投机行为时，制造商向供应商索取的最高惩罚金额，为决策变量。
- $c$ ：供应商的原料成本；

$b$ ：供应商原材料成本系数，为正常数。 $b$  越大，反映不同供应商在同等模块化程度和提供相同环保程度原材料所需要的成本越高；

$\delta$ ：供应商原料成本截距，为常数。即当供应商提供的原材料环保程度为 0 的情况下，供应商的成本；

$\pi_m$ ：制造商利润；

$\pi_s$ ：供应商利润。

给出下面要用到的假设：

假设 1：根据前面机理分析，假设制造商与供应商间模块化度为已知常数  $m$ ，定义为： $m = 1 - s/S$ ，易见  $0 < m < 1$ 。

假设 2：产品绿色程度更高，顾客会支付更高的价格，但是当产品绿色程度达到一定的程度，随着环保程度达到一定阈值，消费者对产品的环保程度不再敏感，支付的价格增长幅度呈现递减趋势，所以制造商合同总收入  $I_m$  是供应商供应原料环保程度  $e$  的递增的凸函数，即  $\frac{\partial I_m}{\partial e} > 0, \frac{\partial^2 I_m}{\partial e^2} \leq 0$ 。

于是，假设制造商收入为  $I_m = \rho A e^{1/2} + \varphi$ 。其中  $\rho, \varphi > 0$ ，为固定常数。

假设 3：在供应商对绿色原材料环保程度提高的过程中，投入的成本越高，原材料的环保程度期望实现程度越高；但是当供应商的投入成本达到一定程度之后，继续加大投入成本也难以有效提高原材料环保程度，即原材料的环保程度也同时达到一个极限值，故假设供应商的原材料成本  $c$  是其原材料绿色程度  $e$  的递增的凸函数（即  $\frac{\partial c}{\partial e} > 0, \frac{\partial^2 c}{\partial e^2} \geq 0$ ）。另一方面，企业间模块化程度越高，

供应商在供货过程中利用本企业已有技术、设备、资源的程度越大，投入的客户化资产越小，供应商提供原材料的产生的成本越小<sup>[11]</sup>，但是当模块化程度达到一定程度之后，继续提高模块化程度也难以有效降低生产成本，即供应商生产成本同时达到一个极限值  $\delta$ ，故假设供应商生产成本也是企业间模块化程度  $m$  的递减的凹函数（即  $\frac{\partial c}{\partial m} < 0, \frac{\partial^2 c}{\partial m^2} \geq 0$ ）。通过以上分析，假设  $c = b e^2 / m + \delta$ ，其中  $b$  为生产成本系数。

当供应商采取了机会主义行为，即  $0 \leq e <$

$e_0$ , 令  $\mu = \frac{e_0 - e}{e_0}$ ,  $0 \leq \mu < 1$ , 其中  $\mu$  为供应商提供绿色原材料的投机程度。制造商若发现供应商采取投机行为, 监测供应商的原材料的环保程度根据其投机程度  $\mu$  索取罚金  $\mu\beta$  ( $\beta$  为最高罚金) 来刻画。

假设4: 假定制造商拥有能正确监测出供应商不投机行为的技术, 而监测出供应商投机行为的概率为  $\sigma$ , 即有  $(1 - \sigma)$  的概率错误地将供应商的投机行为判断为不投机行为。制造商监测概率  $\sigma$  为制造商的监测技术水平  $y$  和企业间模块化度  $m$  的函数。随着监测技术水平和企业模块化度的提高, 制造商的监测概率  $\sigma$  逐渐接近于1, 但是概率  $\sigma$  的增长随着  $y, m$  的增长幅度呈现递减趋势, 即满足  $\frac{\partial \sigma}{\partial y} > 0, \frac{\partial^2 \sigma}{\partial y^2} < 0, \frac{\partial \sigma}{\partial m} > 0, \frac{\partial^2 \sigma}{\partial m^2} < 0$ 。故假设  $\sigma = 1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}$ 。其中,  $\Omega > 0$ , 为一常数;  $\tau$  为企业监测技术水平  $y$  对  $\sigma$  影响系数;  $\omega$  为企业间模块化度  $m$  对  $\sigma$  影响系数。

假设5: 当合同终止时, 制造商将可能更换供应商, 而切换供应商的成本也会受到模块化度的影响。切换成本和模块化程度成反比。令  $\delta$  为模块化程度对切换成本的影响系数,  $\Lambda$  为足够大的常数以使切换成本非负, 则假设切换成本为  $t = \Lambda - \delta m$ 。

### 3 模型的建立及求解

根据以上分析和假设, 分别建立制造商和供应商的收益函数, 制造商的收益函数可表示为:

$$\pi_m = I_m - A + \sigma\mu\beta - t = \rho A e^{1/2} + \varphi - A + \left(1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}\right) \frac{e_0 - e}{e_0} \beta - (\Lambda - \delta m) \quad (1)$$

其中右边第一项为制造商合同交易预期收入; 第二项为合同金额; 第三项为罚金收入; 第四项代表切换供应商成本。

供应商的收益函数可表示为:

$$\begin{aligned} \pi_s &= A - c - \sigma\mu\beta = A - b e^2 m - \left(1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}\right) \frac{e_0 - e}{e_0} \beta = \\ &A - \frac{b e^2}{m} \left(1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}\right) \frac{e_0 - e}{e_0} \beta \quad (2) \end{aligned}$$

其中第一项为合同金额; 第二项为生产成本;

第三项为罚金损失。

根据委托-代理理论, 制造商作为委托人, 供应商作为代理人。由前述分析这是一个逆向选择问题。按照机制分析提出的博弈顺序, 制造商首先提出契约, 供应商决定接受或不接受契约。令  $\pi_0$  为供应商的保留效用, 即供应商可接受的最低收益, 假设为已知。如果供应商获得的收益小于  $\pi_s$ , 则其不会接受契约。故得供应商的参与约束 (IR) 下收益为:

$$\begin{aligned} \pi_s &= A - \frac{b e^2}{m} - \left(1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}\right) \frac{e_0 - e}{e_0} \beta \geq \pi_0 \quad (3) \end{aligned}$$

#### 3.1 供应商收益最大化均衡

激励相容约束 (IC) 意味着供应商选择适当的  $e$  以使收益最大, 因为 (2) 式是关于  $e$  的二次函数, 开口向下, 故对  $e$  求导并令其为零得:

$$-\frac{2be}{m} + \frac{\left(1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}\right) \beta}{e_0} = 0$$

即:

$$e^* = \frac{1}{2} \frac{\left(1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}\right) \beta m}{e_0 b} \quad (4)$$

根据 (4) 式可以得出如下命题1:

命题1: 最高罚金  $\beta$  的增加会导致  $e$  的增大, 即随着制造商加大惩罚金额, 会促使供应商提供更加环保的产品; 模块化程度  $m$  的增加会促使供应商提供更加环保的产品; 制造商监测技术水平  $y$  的提高也会促使供应商提供更加环保的产品;  $e_0$  的增加会导致  $e$  的下降, 即标准环保程度  $e_0$  的提高反而会导致供应商提供更加不环保的产品; 当  $e^* = e_0$  时, 供应商将提供最高环保程度的产品, 环保程度为:

$$e^* = \frac{1}{2} \frac{\sqrt{2} \sqrt{b(\tau y + \omega m + \Omega)(\tau y + \omega m)} \beta m}{b(\tau y + \omega m + \Omega)}$$

命题1 给出了影响产品环保程度的几方面因素, 如果要致力于提高产品的绿色程度, 作为核心企业的下游制造商可以提高对供应商提供不合格产品的代价, 或者提高自身对不合格产品的检测水平。同时可以看到, 单纯提高产品的环保标准门槛, 即对供应商产品的绿色程度提出过高的要求, 反而将使供应商偏向于提供更不环保的产品, 产生“自暴自弃”的行为。

### 3.2 制造商收益最大化均衡

根据委托代理理论和(1)、(3)和(4)式,该委托-代理契约问题可转化为下列最优化问题来求解:

$$\begin{aligned} &\text{令 } \left(1 - \frac{\Omega}{\tau y + \omega m + \Omega}\right) = \sigma, \text{ 则} \\ &\text{Max } \pi_m = \beta A e^{1/2} + \varphi - A + \sigma \frac{e_0 - e}{e_0} \beta - (\Delta - \delta m) \end{aligned} \quad (5)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} e = \frac{1}{2} \frac{\sigma \beta m}{e_0 b} \\ A - \frac{b e^2}{m} - \sigma \frac{e_0 - e}{e_0} \beta \geq \pi_0 = \pi_s \end{cases}$$

令(5-2)式取等式,(5-1)、(5-2)式代入方程(5),消去  $A$  和  $e$ ,最优化问题可表示为:

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi_m = & \frac{1}{8} \frac{1}{e_0^2 b} \left( 8 \varphi e_0^2 b - \rho \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sigma \beta m}{e_0 b}} \sigma^2 \beta^2 m + \right. \\ & 4 \rho \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sigma \beta m}{e_0 b}} \sigma \beta e_0^2 b + 4 \rho \sqrt{2} \sqrt{\frac{\sigma \beta m}{e_0 b}} \pi_s e_0^2 + \\ & \left. 8 \delta m e_0^2 b - 2 \sigma^2 \beta^2 m - 2 \pi_s e_0^2 b - 8 \Delta e_0^2 b \right) \end{aligned} \quad (6)$$

由(6)式看以看到制造商的利润函数是关于罚金  $\beta$  的一元多次函数,且最高次系数为负,那么制造商的收益在  $\beta \geq 0$  的范围内一定存在最大值,由于考虑到方程解析解的复杂性,我们在下面通过计算实验来进一步分析。

根据前面假设,令

- 1)  $m = 0.8, \rho = 2, \pi_0 = 5, \delta = 5, \sigma = 0.98, e_0 = 1, b = 1$ , 代入(6)式,通过计算实验可得最大罚金  $\beta$  与制造商利润之间的函数关系,如图 1。
- 2)  $m = 0.8, \rho = 2, \pi_0 = 5, \delta = 5, \sigma = 0.98, b = 1, \beta = 2$ , 代入(6)式,通过计算实验可得标准绿色程度  $e_0$  与制造商利润之间的函数关系,如图 2。

3)  $e_0 = 1, \rho = 2, \pi_0 = 5, \delta = 5, \sigma = 0.98, b = 1, \beta = 2$ , 代入(6)式,通过计算实验可得企业间模块化程度  $m$  与制造商利润之间的函数关系,如图 3。

4)  $e_0 = 1, \rho = 2, \pi_0 = 5, \delta = 5, m = 0.8, b = 1, \beta = 2$ , 代入(6)式,通过计算实验可得企业监测准确率  $\sigma$  与制造商利润之间的函数关系,如图 4。

根据上述计算实验结果,可以得到如下命

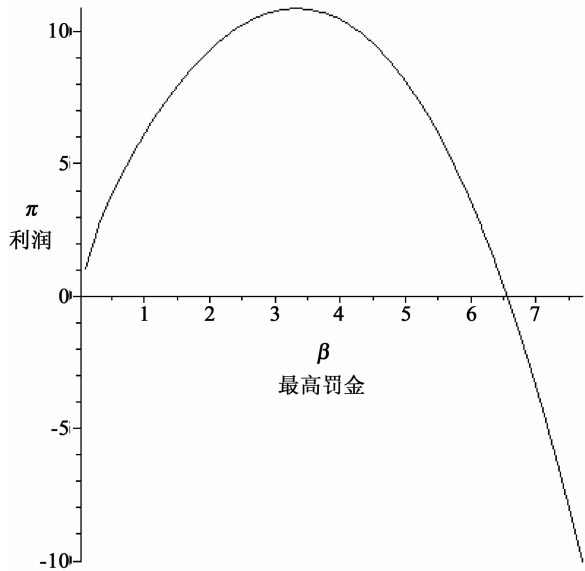


图 1 最高罚金对制造商利润的影响  
Fig. 1 The effect of the highest fines on the manufacturer's profits

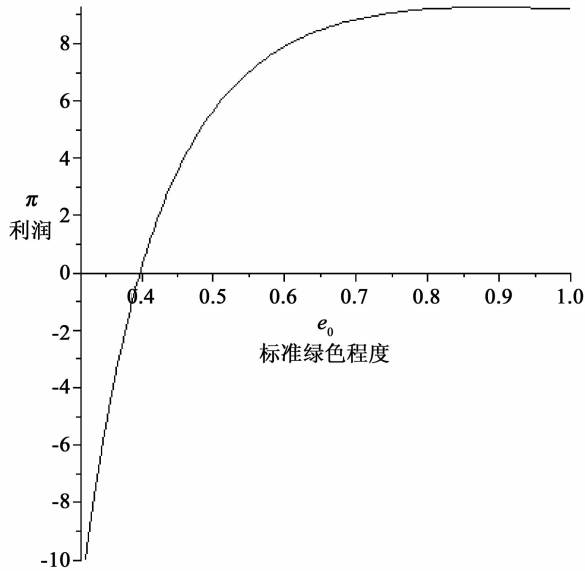


图 2 标准绿色程度对制造商利润的影响  
Fig. 2 The effect of the green standard on the manufacturer's profits

题 2:  
命题 2: 制造商收益  $\pi_m$  随着供应商对提供非绿色产品的罚金的增加而增加, 当罚金超过一定值, 随之递减, 即制造商利润  $\pi_m$  在  $\beta \geq 0$  的范围内是关于  $\beta$  的凸函数, 且存在最大值; 制造商收益  $\pi_m$  随着  $e_0$  (当  $e_0 \geq 0$ ) 的增加而增加, 但是当增加

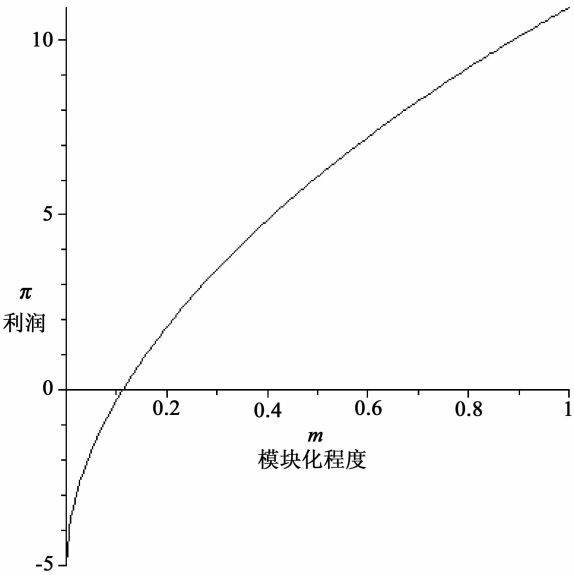


图 3 企业间模块化程度对制造商利润的影响  
Fig.3 The effect of the modular degree between enterprises on the manufacturer's profits

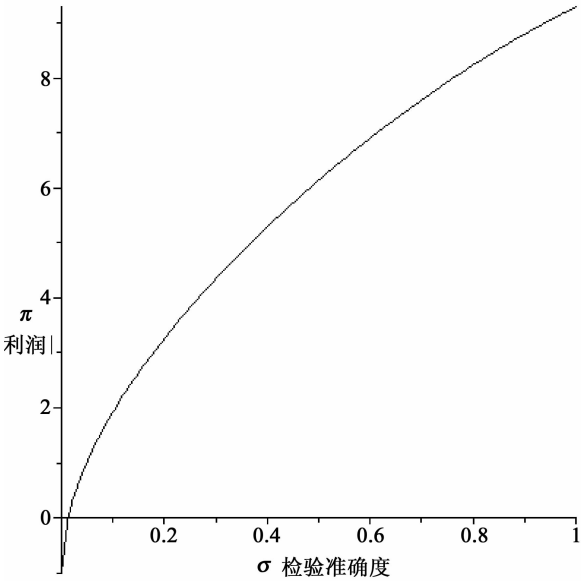


图 4 监测准确度对制造商利润的影响  
Fig.4 The effect of monitoring accuracy on the manufacturer's profits

到一定极限值之后,  $e_0$  增加对利润的贡献减弱; 制造商收益随着企业间模块化程度  $m$  的增加而增加; 制造商收益随着监测准确率  $\sigma$  越高, 制造商利润越高。

命题 2 给出了罚金、产品绿色标准、采购商和制造商间的模块化度和监测准确度对制造商收益

的影响。

同时根据(5-2)取等式, 还可以得到:

$$A = \frac{1}{4} \frac{-d^2\beta^2m + 4d\beta e_0^2b + 4\pi_s e_0^2b}{e_0^2b} \quad (7)$$

根据(7)可以得出以下命题 3, 命题 3 给出了模块化程度、产品绿色标准和罚金对整个市场效率的影响:

命题 3: 模块化程度越高, 合同金额越低, 即原材料价格越低, 供应商市场竞争越激烈;  $e_0$ 、 $\beta$  越高, 合同金额越高, 即原材料价格越高, 供应商市场竞争越不激烈。

4 结论

在供应链的有效协调和运作过程中, 随着政府规制和全民环保意识的提高, 绿色生态型采购将越来越受到重视。本文研究了生态采购固定批发价格契约, 在供应商可能采取机会主义行为, 即以非环保型原材料代替环保型原材料来提供给制造商的情况下, 利用委托代理理论对供应商和制造商的绿色生态采购进行了建模分析, 得到如下结论: (1) 一方面, 制造商希望能够提高绿色环保程度标准从而获取更高的收益; 另一方面, 从供应商的角度提高绿色环保程度标准反而促使供应商提供更加不环保的产品。 (2) 企业间的模块化程度的提高, 可以让制造商获取更高的收益, 同时可以降低原材料价格, 供应商之间的竞争也将更加激烈。 (3) 制造商可以通过提高自身监测技术水平、提高资金投入等方式以提升环保监测准确率从而让自身获取更高的收益。

本文中对于结论 1 产生的供应商与制造商之间关于绿色环保程度标准的矛盾, 可以考虑在其他契约条件下, 比如收益共享、数量折扣或者引入政府规制、补贴等方式进行协调, 从而实现双方关于绿色环保程度的协调。对于契约的方式, 本文采用了固定采购价格的最简单的契约模式, 后续可进一步探讨其他契约方式(利益共享、回购等)与模块化组合对生态供应链协调机制的研究。由于计算上的复杂性, 仅通过数值分析的角度对模块化度、利润最大化、最大惩罚金额等相关因素对制造商利润的影响进行灵敏度分析, 后续应进一步挖掘出通解表达式以对未来的生产决策提供更加具体的决策支持。

参考文献：

[1] 钱炳,金中坤,方文辉. 模块化生产组织方式对模块供应商创新意愿的影响研究[J]. 科技管理研究,2014(8): 202 – 206.

[2] 余东华. 模块化企业价值网络:形成机制、竞争优势与治理结构[M]. 上海:上海人民出版社,2008.

[3] 芮明杰,张琰. 模块化组织理论研究综述[J]. 当代财经,2008(3):122 – 128.

[4] 陈杰,屠梅曾,孙大宇. 生态供应链下绿色采购的信号博弈[J]. 系统工程学报,2004,19(4):202 – 206.

[5] 陈杰,屠梅曾,赵旭. 生态供应链下环境型采购的博弈分析[J]. 系统工程理论方法应用,2004,13(6):268 – 271.

[6] 计国君,张茹秀. 基于演化博弈的生态供应链采购管理研究[J]. 生态经济,2010(1):26 – 29.

[8] 王辉,侯文华. 考虑企业间模块化程度影响的 ITO 固定报酬契约设计研究[J]. 物流技术,2010(10):85 – 92.

[7] Amrit T. Does technological modularity substitute for control? A study of alliance performance in software outsourcing strategic[J]. Management Journal,2008,29:769 – 780.

[9] Ron S,Joseph T. Modularity,flexibility, and knowledge in product and organization design strategic[J]. Management Journal, 1996,17:63 – 76.

[10] Carliss Y B,Clark K B. Design roles: the power of modularity[M]. Boston:MIT Press,2000.

[11] 王亚娟,刘益模. 模块化程度、动态性边界与企业绩效[J]. 人文杂志,2010(4):68 – 73.

[12] Schilling M A. Toward a general modular systems theory and its implication to inter firm product modularity[J]. Academy of Management Review, 2000,25(2):312 – 334.

[13] Hoetker G,Swaminathan A,Mitchell W. Modularity and the impact of buyer-supplier relationships on the survival of suppliers [J]. Management Science, 2007,53(2): 171 – 191.

[14] 史学锋,徐国华. 一种多阶段供应商选择的混合整数规划模型[J]. 工业工程,2006,9(1):100 – 103.

[15] 梁建. 试论供应链环境下供应商管理中的转换成本[J]. 湖北经济学院学报:人文社会科学版,2007,4(12):48 – 49.

[16] Juliana H. Capturing the degree of modularity embedded in product architectures[J]. The Journal of Product Innovation Management,2006,23: 128 – 146.

[17] Christopher A V,Juliana H. Service architecture and modularity [J]. Decision Sciences,2009,40(3): 541 – 569.

(责任编辑：肖锡湘)

(上接第 65 页)

参考文献：

[1] Azhagan M T, Mohan B, Rajadurai A, et al. Influence of squeeze pressure on the mechanical properties of squeeze cast aluminium alloy AA6061[J]. Advanced Materials Research,2014,984:350 – 354.

[2] Ashiri R, Niroumand B, Karimzadeh F. Physical, mechanical and dry sliding wear properties of an Al – Si – Mg – Ni – Cu alloy under different processing conditions[J]. Journal of Alloys and Compounds,2014,582:213 – 222.

[3] 林玲,刘锦辉. 高硅铝合金活塞材料的研究[J]. 机械工程材料,1990(2):33 – 36.

[4] 杨通,张伟,陈保安,等. 高强韧铸造铝合金组织与性能研究[J]. 西安工业大学学报,2008,28(3):240 – 244.

[5] 林波,张卫文,程佩,等. 挤压铸造 Al – 5.0Cu – 0.6Mn – 0.5Fe 合金的显微组织和力学性能[J]. 中国有色金属学报, 2013,23(5):1195 – 1201

[6] 罗守靖,陈炳光,齐丕骧. 液态模锻与挤压铸造技术[J]. 北京:化学工业出版社,2007.

(责任编辑：陈雯)