

文章编号:1671-1637(2013)04-0094-08

物流联盟协同创新的两阶段动态激励模型

唐志英^{1,2}, 周德苏², 叶怀珍¹

(1. 西南交通大学 交通运输与物流学院, 四川 成都 610031; 2. 成都理工大学 管理科学学院, 四川 成都 610059)

摘要:为了提高物流联盟的协同水平与收入状况,以盟主(第三方物流)的收入为目标函数,以盟员的激励相容和保留收入为约束条件,建立了物流联盟协同创新的两阶段动态激励模型。当协同和创新2项任务成本的可替代程度变化时,计算了最优激励系数与最优努力水平,并比较了单期静态与两阶段动态激励下盟员的固定收入与盟主的收入。分析结果表明:当盟员的保留收入为60万元,可替代程度分别为0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7时,单期静态激励下盟员的固定收入分别为-108.77、-109.53、-108.48、-106.30、-103.34、-99.93万元,两阶段动态激励下盟员的固定收入分别为-123.67、-110.65、-99.51、-89.83、-81.62、-74.47万元;单期静态激励下盟主的收入分别为109.22、110.09、109.11、106.95、103.95、100.32万元,两阶段动态激励下盟主的收入分别为124.54、111.72、100.73、91.18、82.81、75.30万元,增加比例分别为14.03%、1.48%、-7.68%、-14.75%、-20.34%、-24.94%。盟员的固定收入、最优激励系数与最优努力水平平均随可替代程度增大而增大,当可替代程度为0.2时,盟主获得的收入最大,方案最优。

关键词:物流工程;物流联盟;协同创新;收入共享;激励系数;努力水平;委托代理

中图分类号:U491.12

文献标志码:A

Two-stage dynamic incentive model of synergy and innovation for logistics alliance

TANG Zhi-ying^{1,2}, ZHOU De-su², YE Huai-zhen¹

(1. School of Transportation and Logistics, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan, China;
2. School of Management Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: In order to improve the synergy level and income status of logistics alliance, the income of third party logistics (TPL) was taken as objective function, the incentive compatibility constraint and retained income of member were taken as constraint conditions, and the two-stage dynamic incentive model of synergy and innovation for logistics alliance was established. With the change of substitutable degree for the two tasks such as synergy and innovation, the optimal incentive coefficient and the optimal effort level were calculated, and the fixed incomes of member and the incomes of TPL under the single-stage static incentive and the two-stage dynamic incentive were compared. Analysis result shows that when the retained income of member is 0.6 million yuan and substitutable degree are 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7 respectively, the fixed incomes of member are -1.087 7, -1.095 3, -1.084 8, -1.063 0, -1.033 4, -0.999 3 million yuan respectively under the single-stage static incentive and are -1.236 7, -1.106 5, -0.995 1, -0.898 3, -0.816 2, -0.744 7 million yuan under the two-stage dynamic incentive. The

收稿日期:2013-02-18

基金项目:国家自然科学基金项目(70932005)

作者简介:唐志英(1974-),女,四川蓬安人,成都理工大学副教授,西南交通大学工学博士研究生,从事物流工程研究。

导师简介:叶怀珍(1943-),女,江苏武进人,西南交通大学教授。

incomes of TPL are 1.092 2, 1.100 9, 1.091 1, 1.069 5, 1.039 5, 1.003 2 million yuan respectively under the single-stage static incentive and are 1.245 4, 1.117 2, 1.007 3, 0.911 8, 0.828 1, 0.753 0 million yuan respectively under the two-stage dynamic incentive, the incomes of TPL increase 14.03%, 1.48%, -7.68%, -14.75%, -20.34%, -24.94% respectively. The fixed income of member, the optimal incentive coefficient and the optimal effort level increase with the increase of substitutable degree. When substitutable degree is 0.2, the income of TPL is maximum, and the scheme is optimal. 3 tabs, 3 figs, 22 refs.

Key words: logistics engineering; logistics alliance; synergy and innovation; income sharing; incentive coefficient; effort level; principal agent

Author resumes: TANG Zhi-ying(1974-), female, associate professor, doctoral student, +86-28-84077792, 80368343@qq.com; YE Huai-zhen(1943-), female, professor, +86-28-87603640, yhz16@163.com.

0 引言

越来越多的物流服务创新实践表明,第三方物流(TPL)作为物流服务提供商在物流服务创新过程中起到至关重要的作用,在整个物流服务创新活动中积极主导,充当盟主,与供应链上各个相关环节的客户结成稳定的战略联盟合作关系,通过彼此协同使物流服务创新得以成功和持续。Helmi等证明了创新过程中协同效应的存在^[1];龙跃等以供应商与物流服务企业组成的物流联盟为研究对象,建立了基于物流任务和考虑努力因素修正的两阶段决策模型,计算结果表明多个供应商将物流任务的分散外包变为协同外包,可以降低物流服务企业的运作成本,增加收入,物流服务企业对增加的收入进行合理分配,能够提高联盟内所有企业的收入^[2];唐建民分析了盟主型物流联盟协同管理公共因子,认为物流联盟可以节省交易费用获取协同效应,并发现团队分成和联盟协同效应能激励物流企业的投入,提高团队合作的积极性^[3]。上述研究表明,盟主和盟员间的战略协同有利于整合资源,扩大物流服务范围,提高物流运作效率,提升整体绩效,但对盟主与盟员之间的协同如何实现未做深入探讨。

郭焱等研究了战略联盟伙伴选择的契约机制,指出联盟是以共同利益为根本目标,是一个动态的、开放的系统,盟主和盟员之间是一种委托代理关系^[4];Bengt等就盟主和盟员之间如何建立契约关系提供了理论依据,但多为传统的静态模型^[5-7],实际上代理人的努力程度是多阶段逐步改进的,而非一次性的,委托人也会根据契约的执行情况对利益的分配进行协调;陈安等认为保证联盟共赢的必要条件之一是在实施过程中应该逐步制定一种约束机

制,保证双方能够理性与前瞻性地看待双方的目前地位与未来的发展趋势,并能在出现变化的时候及时进行新的优化,即要求联盟的主导者必须要有较强的系统协调能力和综合管理能力,对盟员的创新努力要有双方认可的激励机制和利益分配机制,并能随时间的推移和市场的变化以及各个阶段的创新努力表现对机制进行适当的调整和修改,才能使联盟合作伙伴的关系持续稳定发展,达到共赢的目的^[8];Raffi等研究了一个两阶段委托代理模型,结果表明更多地使用总体性业绩评估与将代理人更多的责任进行整合可以减少棘轮效应^[9];Bengt认为经营者的激励问题应该基于动态的视角,可将单周期模型转变成多周期模型进行研究^[10];Meyer等研究了基于委托代理的业绩对效率的影响,结果表明动态的激励在任何时候都比静态激励效果更强^[11];Emst-Ludwig等在银行、电信等领域对创新的激励机制进行了相应的研究^[12-13];马新安等基于两阶段的多任务委托代理模型研究了供应链中的核心企业对其供应商进行供应活动和信息共享活动的最优激励问题,并且探讨了供应链中合作伙伴关系的持续改善过程^[14];张德海等研究了委托代理中多代理人的激励问题,并将代理人的单个任务发展为多个任务进行研究^[15-17];王瑛等在构建物流系统评价指标体系的基础上,将DEA和AHP算法融合,建立两阶段评估模型,避免了人为设定AHP判断矩阵的主观性和随意性与DEA不能在一个尺度上全排序的缺点^[18];刘东波等依据项目管理思想与委托代理理论,建立了基于第三方监理组织的虚拟企业二级委托的代理监督模型,并对动态监督过程进行了博弈分析^[19];黄小原等构造了制造商、销售商和消费者的委托代理模型,在动态条件下提出了

供应链委托代理模型的最优广告和商业折扣的促销策略^[20]。

上述对动态激励的研究多为单个任务的两阶段模型,其结果能推广到多阶段或无限重复的动态博弈中。但在物流联盟活动中,盟员经常会接受来自盟主的多个物流创新任务,这时盟员与盟主之间的协同尤其重要。在多个任务的研究中,大多数研究均假设任务间的成本相互独立,而物流领域却存在大量的效益背反现象,即多个任务的成本之间具有相互替代的特征,对这种可替代程度如何影响联盟的契约参数的研究也较少,也很少有将协同作为一项任务来进行激励的研究。本文借鉴文献[13-14]的已有研究成果,以 TPL 与单个盟员结成的战略联盟为研究对象,利用委托代理理论建立两阶段动态激励模型,分析当 2 项任务成本的可替代程度变化时,盟主如何确定各个阶段的收入共享系数与盟员如何确定其最优努力水平,并比较两阶段的动态激励与单期静态激励机制下盟员完成任务的积极性与盟主获得的总收入变化。

1 模型建立与求解

1.1 假设前提与模型

为描述 TPL(盟主)与盟员在两阶段的动态激励中的决策行为,作如下假设。

(1) TPL 向盟员分配 2 项任务,一是物流服务创新任务,二是与盟主之间的协同任务。联盟的物流服务协同创新分成 2 个阶段,令 e_{ij} 表示盟员完成第 j 阶段的第 i 项任务付出的努力水平($i, j=1, 2$), $0 < e_{ij} < 1$ 。

(2) 盟员在第 j 阶段完成 2 项任务的努力成本函数 C_j 为

$$C_j = \frac{1}{2}e_{1j}^2 + \frac{1}{2}e_{2j}^2 + te_{1j}e_{2j}$$

式中: t 为创新任务和协同任务的成本之间的可替代程度, $0 < t < 1$ 。

(3) 盟员的物流业务创新努力和协同努力为联盟带来的收益分别为

$$\pi_{1j} = e_{1j} + \epsilon_{1j}$$

$$\pi_{2j} = e_{2j} + \theta + \epsilon_{2j}$$

式中: π_{ij} 为联盟第 i 项任务在第 j 阶段取得的收入; ϵ_{1j} 、 ϵ_{2j} 分别为外生的相互独立的随机变量,均服从正态分布,均值为 0,方差均为 σ^2 ; θ 为盟员与 TPL 的协同变量,服从正态分布,均值为 $\bar{\theta}$,方差为 σ_θ^2 。

(4) 盟员在第 j 阶段取得的收入 B_j 为

$$B_j = \alpha_j + \sum_{i=1}^2 \beta_{ij} \pi_{ij}$$

式中: α_j 为 TPL 在第 j 阶段支付给盟员的固定收入, β_{ij} 为第 j 阶段 TPL 给予盟员完成第 i 项任务的激励系数。

(5) TPL 风险中性,在第 j 阶段的确定性等价收入为 w_{0j} ,两阶段总的确定性等价收入为 w_0 。盟员风险规避,其绝对风险规避度量为 ρ ($\rho > 0$),在第 j 阶段的保留收入为 x_j ,确定性等价收入为 w_{1j} ,两阶段的总确定性等价收入为 w_1 。

在联盟协同创新的第 1 阶段, TPL 在不完全了解盟员的创新能力和协同能力信息的状态下与其签订契约,盟员选择相应的努力水平组合,得到实际的协同创新收入。在第 1 阶段末, TPL 会根据所观察到的协同努力产生的收入来估计盟员第 1 阶段的协同能力,以此调整第 2 阶段的契约参数,盟员再次选择努力水平组合。与单期静态激励不同,跨阶段激励的作用机理在于盟员的协同能力是不确定的, TPL 需要观察盟员第 1 阶段实际的协同业绩来预期盟员的协同能力,进而确定第 2 阶段的契约参数。而盟员则可以通过调整第 1 阶段的努力水平来影响这种预期,进而改善其未来可分得的收入,因此,盟员第 1 阶段的努力不仅影响到当前阶段的业绩分享,还影响到第 2 阶段的收入,这样便能促使盟员必须对自身的行为负责。

根据以上假设, TPL 两阶段决策行为委托代理模型可表示为

$$\max w_0 = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^2 e_{ij} + 2\bar{\theta} - \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^2 \beta_{ij} e_{ij} - \beta_{21}\bar{\theta} - \beta_{22}\varphi - \sum_{j=1}^2 \alpha_j$$

$$\text{s. t. } w_1 \geq x_1 + x_2$$

$$w_{12} \geq x_2$$

$$e_{i1} \in \arg\max(w_1)$$

$$e_{i2} \in \arg\max(w_{12})$$

式中: φ 为 TPL 和盟员根据第 1 阶段的业绩对 θ 的后验概率的均值; $\arg\max(\cdot)$ 为使 (\cdot) 取值最大的努力水平。

第 1、2 个约束条件为参与约束,表示盟员的各阶段的确定性等价收入不小于其保留收入;第 3、4 个约束条件为激励相容约束,表示盟员选择使自己收益最大的努力水平。

在第 1 阶段,盟员的业绩将影响 TPL 第 2 阶段的决策与盟员的收入,而在第 2 阶段,盟员的业绩将

不影响以后的收入。为计算简便,本文采用逆向归纳法先求第2阶段的最优激励合同,再求第1阶段的最优激励合同。

1.2 第2阶段的最优激励合同

根据上述模型,易知 TPL 在第2阶段的确定性等价收入为

$$w_{02} = e_{12} + e_{22} + \bar{\theta} - \beta_{12}e_{12} - \beta_{22}(e_{22} + \varphi) - \alpha_2$$

盟员在第2阶段的确定性等价收入为

$$w_{12} = \beta_{12}e_{12} + \beta_{22}(e_{22} + \varphi) + \alpha_2 - \frac{1}{2}e_{12}^2 - \frac{1}{2}e_{22}^2 -$$

$$te_{12}e_{22} - \frac{\rho}{2}(\beta_{12}^2\sigma^2 + \beta_{22}^2\sigma'^2)$$

$$\sigma'^2 = \frac{2\sigma^2\sigma_\theta^2 + \sigma^4}{\sigma^2 + \sigma_\theta^2}$$

TPL 需要在满足盟员的激励相容约束的条件下确定 β_{12} 、 β_{22} 和 α_2 , 以最大化本身的确定性等价收入, 则有

$$\max w_{02} = e_{12} + e_{22} + \bar{\theta} - \beta_{12}e_{12} - \beta_{22}(e_{22} + \varphi) - \alpha_2 \quad (1)$$

$$\text{s. t. } w_{12} \geq x_2 \quad (2)$$

$$e_{12}, e_{22} \in \arg\max(w_{12}) \quad (3)$$

由激励相容约束式(3)可知

$$\beta_{12} = e_{12} + te_{22} \quad (4)$$

$$\beta_{22} = e_{22} + te_{12} \quad (5)$$

在最优条件下, 约束式(2)中等式成立, 故可将 α_2 的表达式代入目标函数式(1)并对 β_{12} 和 β_{22} 求偏导, 再与式(4)、(5)联立可解得2项任务的最优激励系数和最优努力水平分别为(加“*”号表示其最优值, 下同)

$$\begin{cases} \beta_{12}^* = \frac{(1+t)[t(1+\rho\sigma'^2)-1]}{(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1} \\ \beta_{22}^* = \frac{(1+t)[t(1+\rho\sigma^2)-1]}{(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1} \end{cases} \quad (6)$$

$$\begin{cases} e_{12}^* = \frac{\rho t(\sigma'^2 - \sigma^2 t) - (1-t)^2}{(1-t)[(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1]} \\ e_{22}^* = \frac{\rho t(\sigma^2 - \sigma'^2 t) - (1-t)^2}{(1-t)[(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1]} \end{cases} \quad (7)$$

1.3 第1阶段的最优激励合同

在计算出第2阶段的最优激励参数以后, 就可以从全局优化的角度来计算第1阶段的最优激励系数。

TPL 两阶段总的确定性等价收入为

$$w_0 = w_{01} + w_{02} = \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^2 e_{ij} + 2\bar{\theta} - \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^2 \beta_{ij}e_{ij} - \beta_{21}\bar{\theta} - \beta_{22}\varphi - \sum_{j=1}^2 \alpha_j \quad (8)$$

盟员总的确定性等价收入为

$$w_1 = w_{11} + w_{12} = \sum_{i=1}^2 \alpha_i + \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^2 \beta_{ij}e_{ij} + \beta_{21}\bar{\theta} + \beta_{22}\varphi - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^2 \sum_{i=1}^2 e_{ij}^2 - t \sum_{j=1}^2 e_{1j}e_{2j} - \lambda \quad (9)$$

式中: λ 为覆盖2个阶段的风险成本。

第1阶段的最优化问题可采用 TPL 两阶段决策行为委托代理模型, 同前, 解得

$$\begin{cases} \beta_{11}^* = \frac{(1+t)\{t[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]-1\}}{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1} \\ \beta_{21}^* = \frac{(1+t)[t(1+\rho\sigma^2)-1]}{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1} \end{cases} \quad (10)$$

$$\begin{cases} e_{11}^* = \frac{\rho t(\sigma^2 + \sigma_\theta^2 - \sigma^2 t) - (1-t)^2}{(1-t)\{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1\}} \\ e_{21}^* = \frac{\rho t[\sigma^2 - (\sigma^2 + \sigma_\theta^2)t] - (1-t)^2}{(1-t)\{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1\}} \end{cases} \quad (11)$$

2 最优激励系数与最优努力水平

由于 TPL 分配给盟员的2项任务成本存在可替代性, 为了解可替代程度如何影响两阶段的激励系数与努力水平, 分别将同一阶段和不同阶段的最优激励系数与最优努力水平进行比较, 便于决策者根据可替代程度的大小确定契约参数。

2.1 同一阶段下最优激励系数与最优努力水平的比较

2.1.1 同一阶段最优激励系数的比较

由式(10)可知, 第1阶段2项任务的最优激励系数之差为

$$\beta_{11}^* - \beta_{21}^* = \frac{\rho\sigma_\theta^2 t(1+t)}{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1} \quad (12)$$

由式(6)可知, 第2阶段2项任务的最优激励系数之差为

$$\beta_{12}^* - \beta_{22}^* = \frac{\rho\sigma^2\sigma_\theta^2 t(1+t)}{(\sigma^2 + \sigma_\theta^2)[(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1]} \quad (13)$$

令 $T_1 = \frac{1}{\sqrt{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]}}$, 则易知 $0 <$

$T_1 < 1$, 由式(12)可知, 当 $0 < t < T_1$ 时, $\beta_{11}^* - \beta_{21}^* < 0$, 即第1阶段对协同的最优激励系数大于对服务创新的最优激励系数。而当 $T_1 < t < 1$ 时, 对协同的最优激励系数小于对服务创新的最优激励系数。当 t 趋向于1时, 2项任务趋于完全替代, TPL 只需加大对创新任务的激励即可。

令 $T_2 = \frac{1}{\sqrt{(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)}}$, 则易知 $0 < T_2 <$

1, 由式(13)可知, 当 $0 < t < T_2$ 时, $\beta_{12}^* - \beta_{22}^* < 0$, 即第

2 阶段对协同的最优激励系数大于对服务创新的最优激励系数。而当 $T_2 < t < 1$ 时,对协同的最优激励系数小于对服务创新的最优激励系数。

当 2 项任务的成本存在可替代性时,各个阶段的最优创新激励系数可能高于或低于最优协同激励系数,取决于可替代程度大小与风险规避系数、外生变量之间的关系,因此,可以通过调节 2 种努力成本的可替代程度的大小来调节二者最优激励系数的结构。

2.1.2 同一阶段最优努力水平的比较

由式(11)可知,第 1 阶段 2 项任务的最优努力水平之差为

$$e_{11}^* - e_{21}^* = \frac{\rho\sigma_\theta^2 t(1+t)}{(1-t)\{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1\}} = \frac{\beta_{11}^* - \beta_{21}^*}{1-t} \quad (14)$$

可知当 $0 < t < T_1$ 时, $e_{11}^* - e_{21}^* < 0$, 即第 1 阶段的最优协同努力水平大于最优服务创新努力水平,当 $T_1 < t < 1$ 时,则相反。

由式(7)可知,第 2 阶段 2 项任务的最优努力水平之差为

$$e_{12}^* - e_{22}^* = \frac{\rho\sigma_\theta^2 t(1+t)}{(1-t)[(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1](\sigma^2+\sigma_\theta^2)} = \frac{\beta_{12}^* - \beta_{22}^*}{(1-t)(\sigma^2+\sigma_\theta^2)} \quad (15)$$

当 $0 < t < T_2$ 时, $e_{12}^* - e_{22}^* < 0$, 即盟员在第 2 阶段的最优协同努力水平大于最优创新努力水平,当 $T_2 < t < 1$ 时,则相反。

2.2 两个阶段的最优激励系数比较

2.2.1 最优协同激励系数的比较

由式(6)和式(10)得

$$\beta_{21}^* - \beta_{22}^* = \left\{ \rho\sigma_\theta^4 (1+\rho\sigma^2)t^2(1+t)[1-t(1+\rho\sigma^2)] \cdot \left\{ (\sigma^2+\sigma_\theta^2)[(1+\rho\sigma^2)(1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2))] \cdot t^2-1 \right\} [(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1] \right\}^{-1} \quad (16)$$

令 $T_3 = \frac{1}{1+\rho\sigma^2}$, 由式(16)可知: 当 $0 < t < T_3$,

$\beta_{21}^* - \beta_{22}^* > 0$ 时,表明第 1 阶段协同的最优激励系数大于第 2 阶段协同的最优激励系数;当 $T_3 < t < 1$, $\beta_{21}^* - \beta_{22}^* < 0$ 时,表明第 1 阶段协同的最优激励系数小于第 2 阶段协同的最优激励系数;当 $t=0$ 时,易知 $\beta_{21}^* - \beta_{22}^* = 0$, 即 2 个阶段的最优协同努力激励系数相等。

2.2.2 最优创新激励系数的比较

$$\beta_{12}^* - \beta_{11}^* = \frac{(1+t)[t(1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2))-1]}{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1} - \frac{(1+t)[t(1+\rho\sigma'^2)-1]}{(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1}$$

由于计算比较复杂,可以通过实际数据对同一任务 2 个阶段的激励系数进行比较。结果为第 1 阶段的最优创新激励系数小于第 2 阶段的最优创新激励系数。这是因为协同产生的业绩关系到第 2 阶段的合同参数。在第 1 阶段,盟员会更关注其协同努力水平,故对创新的激励小于第 2 阶段对创新的激励。且随着 2 项任务成本替代性的增强,二者的差距增大。

2.3 两个阶段的最优努力水平比较

2.3.1 最优协同努力水平的比较

$$e_{21}^* - e_{22}^* = \frac{\rho t[\sigma^2 - (\sigma^2 + \sigma_\theta^2)t] - (1-t)^2}{(1-t)\{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1\}} - \frac{\rho t(\sigma^2 - \sigma'^2 t) - (1-t)^2}{(1-t)[(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1]}$$

由于计算过程复杂,同样通过数据对同一任务 2 个阶段的最优努力水平进行比较。得到的结果为第 1 阶段的最优协同努力水平始终高于第 2 阶段的最优协同努力水平,二者的差值随 t 值的增加而增大。这是因为 TPL 会将第 1 阶段的协同努力业绩作为第 2 阶段契约参数修正的参考,因此,盟员会在第 1 阶段努力表现,争取在第 2 阶段获得更好的收入,而第 2 阶段的协同努力所获得业绩不影响总收入,从而第 1 阶段的最优协同努力水平自然高于第 2 阶段的最优协同努力水平。另外,随着 t 值的增大,两阶段的最优协同努力水平均先下降然后上升。说明 2 项任务的替代性偏高时,对协同的激励会使努力水平上升。

2.3.2 最优创新努力水平的比较

$$e_{11}^* - e_{12}^* = \frac{\rho t(\sigma^2 + \sigma_\theta^2 - \sigma^2 t) - (1-t)^2}{(1-t)\{(1+\rho\sigma^2)[1+\rho(\sigma^2+\sigma_\theta^2)]t^2-1\}} - \frac{\rho t(\sigma'^2 - \sigma^2 t) - (1-t)^2}{(1-t)[(1+\rho\sigma^2)(1+\rho\sigma'^2)t^2-1]}$$

通过数据代入可知两阶段的最优创新努力水平均随 t 值的增大而下降,第 2 阶段的最优创新努力水平高于第 1 阶段的最优创新努力水平,二者的差值随着 t 值的增大而增加。由于第 2 阶段的最优协同努力水平低于第 1 阶段的最优创新努力水平,所以盟员在第 2 阶段则将更多的精力放在了物流服务创新的努力方面。另外,由于两阶段最优努力水平

会随着 2 项任务的可替代程度的增大而下降,TPL 和盟员应尽量选择协同努力的成本对创新努力的成本依赖性较小的协同方式,才能保证创新努力水平和协同努力水平控制在理想范围。

3 计算结果分析

企业 A 是西南地区有名的第三方物流企业,专注于生产领域的物流与供应链解决方案,其物流服务创新的方案被许多生产企业认可。该企业有少量运输工具,但仅限于本地服务,其他区域的服务主要委托给在全国具有成熟的网络和硬件资源的物流企业 B。企业 A 与企业 B 结成联盟以来,每一次物流服务协同创新项目,2 个企业的合作都是以整个项目的合作时间为一个周期。但由于激烈的市场竞争,企业 B 开始抱怨收益偏低,积极性开始下降,与企业 A 的协同程度降低,联盟关系受到一定的威胁。而企业 A 目前并无更适合的能替代企业 B 的合作伙伴,在此背景下,企业 A 考虑与企业 B 建立新型的两阶段动态战略联盟关系,将原来的单周期激励改为两阶段动态激励模式。已知企业 A 和企业 B 的相关数据为以下几方面。

(1)2 项任务的收益函数外生独立随机变量服从均值为 0,方差为 0.02 的正态分布。

(2)企业 B 与企业 A 的协同变量服从均值为 0.1,方差为 0.04 的正态分布。

(3)协同创新的方案有 6 种,2 项任务成本的可替代程度 t 分别为 0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.7。

(4)企业 B 的风险规避度为 0.4,单期静态激励下总的保留收入为 60 万元。

(5)企业 B 付出的努力水平为 1 时,单期静态激励下可获得平均收入为 100 万元。

企业 A 作为联盟的盟主需要做的决策是,计算 6 种协同创新方案中两阶段 2 项任务的最优激励系数和最优努力水平,并测算为盟主带来的收入,并与单期静态激励下的收入相比,确定是否采用新方案。

3.1 企业 A 与企业 B 的契约参数确定

3.1.1 单期静态激励时的最优激励与努力水平

为便于比较,参考文献[13]计算了在单期静态激励下,随 2 项任务成本的可替代程度变化时,企业 B 的最优激励系数和最优努力水平,结果见图 1。

由图 1 可知,在单期静态激励下,协同任务的最优激励系数与最优努力水平均大于创新任务的最优激励系数与最优努力水平。此时,企业 A 支付给企业 B 的固定收入 α^* 见表 1。

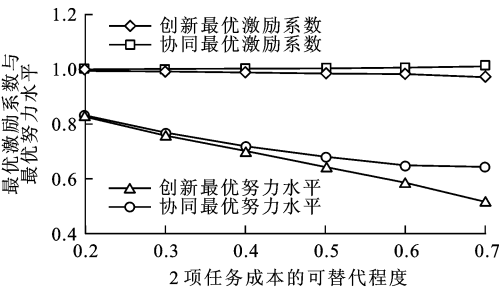


图 1 单期静态激励下的最优激励系数与最优努力水平
Fig. 1 Optimal incentive coefficients and optimal effort levels under single-stage static incentive

表 1 单期静态激励下企业 B 的固定收入
Tab. 1 Fixed incomes of enterprise B under single-stage static incentive

t	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7
α^* /万元	-108.77	-109.53	-108.48	-106.30	-103.34	-99.93

3.1.2 两阶段动态激励下的最优激励与最优努力水平

当 $\rho=0.4, \sigma^2=0.02, \sigma_\theta^2=0.04$ 时,根据式(6)、(7)、(10)、(11),可求得随着可替代程度的变化时,两阶段激励下企业 A 给予的最优激励系数与企业 B 的最优努力水平,结果分别见图 2、3。

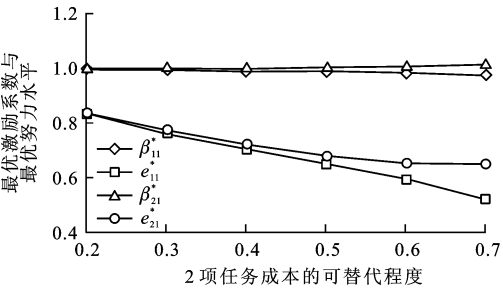


图 2 第 1 阶段最优激励系数与最优努力水平
Fig. 2 Optimal incentive coefficients and optimal effort levels under first stage

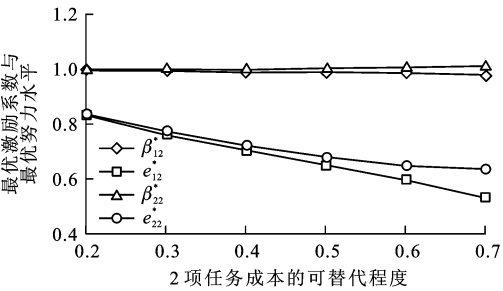


图 3 第 2 阶段最优激励系数与最优努力水平
Fig. 3 Optimal incentive coefficients and optimal effort levels under second stage

图 2、3 与图 1 类似,在两阶段动态激励下,最优协同努力水平均大于最优创新努力水平,此时企业 A 支付给企业 B 的固定收入见表 2。

表 2 动态激励下企业 B 的固定收入
Tab. 2 Fixed incomes of enterprise B under
dynamic incentive

万元

t	α_1^*	α_2^*	$\alpha_1^* + \alpha_2^*$
0.2	-61.82	-61.86	-123.67
0.3	-55.30	-55.34	-110.65
0.4	-49.73	-49.78	-99.51
0.5	-44.94	-44.99	-89.93
0.6	-40.79	-40.83	-81.62
0.7	-37.24	-37.24	-74.47

由图 1~3 可以看出,除了动态激励的第 2 阶段 $t > 0.3$ 时,最优协同努力水平略低于单期静态激励的最优值,其余的第 2 阶段和第 1 阶段的最优协同努力水平均高于单期静态激励下的最优协同努力水平,因此,可替代程度为 0.2 和 0.3 的协同创新方案可以有效提高企业 B 的协同积极性。

3.1.3 企业 A 给予企业 B 的固定收入比较

根据表 1、2 的数据,2 种激励机制下企业 B 的固定收入均为负数,意味着实际是由企业 B 支付给企业 A,这类似于加盟费。因为企业 A 给予企业 B 的收入共享比例很大,而且企业 A 在协同创新方案设计方面有独特的优势,因此,企业 B 加入联盟缴纳加盟费也是应该的。当 2 项任务成本可替代程度 $t \leq 0.3$ 时,企业 B 的单期静态下获得的固定收入大于两阶段动态激励下的固定收入; $t > 0.3$ 时则相反。

3.2 两阶段动态激励模型的优化结果

企业 B 在单期静态的保留收入为 60 万元,那么在两阶段动态激励模式下能否提高其保留收入,取决于新激励模式为企业 A 带来的收入变化。当企业 B 保留收入为 60 万元时,企业 A 在 2 种激励下的收入比较见表 3。

表 3 企业 A 收入比较

Tab. 3 Comparison of incomes for enterprise A

t	单期静态收入/万元	两阶段动态收入/万元	增加比例/%
0.2	109.22	124.54	14.03
0.3	110.09	111.72	1.48
0.4	109.11	100.73	-7.68
0.5	106.95	91.18	-14.75
0.6	103.95	82.81	-20.34
0.7	100.32	75.30	-24.94

从表 3 中可知,企业 A 采用两阶段动态模型获得的收入增加比例最大可达到 14.03%,但随着成本替代性增强,收入增加的比例下降,且当可替代程

度大于 0.3 时,两阶段的动态激励机制将会使收入低于单期静态的收入,这显然不符合企业的根本利益。这种结果对应的实际情况是某项任务成本增加越多,带来了另一项任务成本也增加过多,从而使得协同创新的总成本大幅上升,超过了增加的收入^[21-22]。当可替代程度小于 0.4 时,两阶段的动态模型优于单期静态模型,不仅提高了企业 B 的积极性,还提高了企业 A 的收入。如果企业 A 对增加的收入再进行分配,或者企业 B 提高其保留收入水平,企业 B 的收入也会相应增加。当可替代程度为 0.2 时,企业 A 收入最大,方案最优。

4 结 语

根据 TPL 分配给盟员物流服务创新和协同创新 2 项任务之间的成本存在不完全替代性的情形下,同一阶段的最优创新激励系数可能高于或低于最优协同激励系数,第 1 阶段的最优创新激励系数小于第 2 阶段的最优创新激励系数,第 1 阶段的最优协同努力水平始终高于第 2 阶段的最优协同努力水平。随着可替代程度的增大,两阶段的最优协同努力水平均先下降然后上升。两阶段的最优物流服务创新努力水平随可替代程度的增大而下降,第 2 阶段的最优创新努力水平高于第 1 阶段最优创新努力水平,二者的差值随着可替代程度的增大而增加。两阶段的动态模型在一定条件下优于单期静态模型,不仅可以提高盟员的积极性,也可以提高双方的收益。本文模型适用于 2 项任务的成本具有替代性时联盟动态契约参数的确定,而对成本关系具有互补性的情况下动态激励机制是否有效需要进一步的研究。

参 考 文 献 :

References :

- [1] HELMI B R, LAURE M G, VINCENT B, et al. Measuring innovation best practices: improvement of an innovation index integrating threshold and synergy effects[J]. Technovation, 2008, 28(12): 838-854.
- [2] 龙 跃,易树平. 两阶段决策下物流任务联盟协同管理优化[J]. 计算机集成制造系统, 2010, 16(4): 802-809.
LONG Yue, YI Shu-ping. Collaborative management optimization of logistics task alliance with two-stage decision-making[J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2010, 16(4): 802-809. (in Chinese)
- [3] 唐建民. 盟主型物流联盟协同管理公共因子分析[J]. 科技管理研究, 2010, 31(17): 238-241.
TANG Jian-min. Analysis on common factors in "leader-

- member" logistics alliance synergy management[J]. Science and Technology Management Research, 2010, 31(17): 238-241. (in Chinese)
- [4] 郭焱,张世英,郭彬,等. 战略联盟伙伴选择的契约机制研究[J]. 系统工程学报, 2004, 19(5): 477-481.
- GUO Yan, ZHANG Shi-ying, GUO Bin, et al. Study of strategy on contract scheme for partner selection in strategic alliance[J]. Journal of Systems Engineering, 2004, 19(5): 477-481. (in Chinese)
- [5] BENGT H, PAUL M. Multi-task principal-agent analyses: incentive contracts, asset ownership and job design[J]. Journal of Law, Economics and Organization, 1991, 7(2): 24-52.
- [6] CLARKE F H, DARROUGH M N. Optimal employment contracts in a principal-agent relationship [J]. Journal of Economic Behavior and Organization, 1983, 4(2/3): 69-90.
- [7] GIBBONS R, MURPHY K J. Optimal incentive contracts in the presence of career concerns: theory and evidence[J]. Journal of Political Economy, 1992, 100(3): 468-505.
- [8] 陈安,刘鲁,李刚,等. 虚拟企业协作博弈中的双优策略[J]. 系统工程理论与实践, 2000, 20(8): 12-17.
- CHEN An, LIU Lu, LI Gang, et al. The "optimal-optimal" strategy of virtual enterprise coordination [J]. Systems Engineering—Theory and Practice, 2000, 20(8): 12-17. (in Chinese)
- [9] RAFFI I, DHANANJAY N. Dynamic incentives and responsibility accounting[J]. Journal of Accounting and Economics, 1999, 27(2): 177-201.
- [10] BENGT H. Managerial incentive problems: a dynamic perspective[J]. Review of Economic Studies, 1999, 66(1): 169-182.
- [11] MEYER M A, VICKERS J. Performance comparisons and dynamic incentives[J]. Journal of Political Economy, 1997, 105(3): 547-581.
- [12] EMST-LUDWIG V T. An incentive problem in the dynamic theory of banking[J]. Journal of Mathematical Economics, 2002, 38(1/2): 271-292.
- [13] 王晓明,李仕明,杨华刚,等. 考虑共赢的电信业务创新动态激励合同研究[J]. 系统工程学报, 2011, 26(10): 671-678.
- WANG Xiao-ming, LI Shi-ming, YANG Hua-gang, et al. Study on dynamic incentive contracts in telecom business innovation with win-win consideration[J]. Journal of Systems Engineering, 2011, 26(10): 671-678. (in Chinese)
- [14] 马新安,张列平,田澎. 供应链中的信息共享激励: 动态模型[J]. 中国管理科学, 2001, 9(1): 19-24.
- MA Xin-an, ZHANG Lie-ping, TIAN Peng. Information sharing incentive in supply chain—a dynamic model [J]. Chinese Journal of Management Science, 2001, 9(1): 19-24. (in Chinese)
- [15] 张德海,刘德文. 物流服务创新网络的多代理人协同策略分析[J]. 华东经济管理, 2009, 23(12): 108-110.
- ZHANG De-hai, LIU De-wen. Analysis on coordination strategy under multi-agent case for logistics service innovation network [J]. East China Economic Management, 2009, 23(12): 108-110. (in Chinese)
- [16] 关启亮,周根贵,曹东. 多任务委托代理关系的闭环供应链激励机制[J]. 工业工程, 2009, 12(4): 23-27.
- GUAN Qi-liang, ZHOU Gen-gui, CAO Jian. On the incentive mechanism for multi-task principal-agent closed-loop supply chain[J]. Industrial Engineering Journal, 2009, 12(4): 23-27. (in Chinese)
- [17] 张勇. 一类多任务委托代理模型[J]. 现代管理科学, 2005(9): 37-38, 12.
- ZHANG Yong. A class of multi-task principal-agent model[J]. Modern Management Science, 2005(9): 37-38, 12. (in Chinese)
- [18] 王瑛,孙林岩,陈宏. 基于两阶段的物流系统综合评价 DEA/AHP 法[J]. 长安大学学报: 自然科学版, 2003, 23(3): 79-84.
- WANG Ying, SUN Lin-yan, CHEN Hong. Logistics synthesis evaluating on DEA/AHP two-stage model [J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2003, 23(3): 79-84. (in Chinese)
- [19] 刘东波,陈玉娟,张自强,等. 基于第三方监理组织的虚拟企业动态监督机制[J]. 计算机集成制造系统, 2009, 15(10): 2073-2079.
- LIU Dong-bo, CHEN Yu-juan, ZHANG Zi-qiang, et al. Virtual enterprise dynamic supervision mechanism based on the third supervisory organization [J]. Computer Integrated Manufacturing Systems, 2009, 15(10): 2073-2079. (in Chinese)
- [20] 黄小原,卢震,张哲. 供应链中委托代理模型及其促销策略[J]. 东北大学学报: 自然科学版, 2002, 23(1): 79-82.
- HUANG Xiao-yuan, LU Zhen, ZHANG Zhe. The principal-agent model of trade promotion strategies in supply chain [J]. Journal of Northeastern University: Natural Science, 2002, 23(1): 79-82. (in Chinese)
- [21] 牛永亮. 公路货运交易市场现代物流模式及运行机制[J]. 长安大学学报: 社会科学版, 2006, 8(1): 15-18, 23.
- NIU Yong-liang. Development pattern and operation mechanism of logistics [J]. Journal of Chang'an University: Social Science Edition, 2006, 8(1): 15-18, 23. (in Chinese)
- [22] 马天山,穆毅. 活动成本法在物流成本管理中的应用研究[J]. 长安大学学报: 社会科学版, 2005, 7(2): 1-3, 16.
- MA Tian-shan, MU Yi. Study on activity-based costing in logistics cost management [J]. Journal of Chang'an University: Social Science Edition, 2005, 7(2): 1-3, 16. (in Chinese)