

基于价值创造的研发团队激励机制

孙世敏, 董宇恒, 王艳梅, 关志民

(东北大学工商管理学院, 辽宁 沈阳 110819)

摘 要: 为了进一步完善研发团队激励机制,以价值创造为业绩计量标准,以个人任务产出、团队任务产出与管理任务产出整体效益最大化为前提条件,研究研发团队的激励机制.在传统结论基础上,发现垄断行业代理人的努力水平远远低于竞争性行业,应在垄断行业内部引入竞争机制,或在条件成熟时将垄断行业向竞争性行业转化.同时研究发现,团队协作和成员间的相互支持对努力水平产生正向影响,因此研发团队应加强协作,鼓励团队成员间的相互支持,抑制相互拆台行为.

关 键 词: 委托人;代理人;研发团队;激励机制;价值创造

中图分类号: F 244

文献标志码: A

文章编号: 1005-3026(2014)09-1364-05

Research and Development Teams' Incentive Mechanism Based on Value Creation

SUN Shi-min, DONG Yu-heng, WANG Yan-mei, GUAN Zhi-min

(School of Business Administration, Northeastern University, Shenyang 110819, China. Corresponding author: DONG Yu-heng, E-mail: dyuheng@163.com)

Abstract: In order to improve the research and development teams' incentive mechanism, value creation was taken as performance standard and research and development teams' incentive mechanism was studied on the premise of maximization for overall efficiency including individual task output, team task output and management task output. On the basis of the traditional conclusions, it is found that agents in monopoly industries make less effort than ones in competitive industries, so it is necessary to introduce competitive mechanism inside or transform monopoly industries into competitive industries when condition is mature. In the meantime, it is found that team cooperation and member's support each other have significant positive influence on effort, which requires research and development teams to reinforce cooperation, encourage members to support each other and restrain defeating behavior.

Key words: principal; agent; research and development teams; incentive mechanism; value creation

研发团队是为实现某种共同目标由相互协作的个体组成的研究团体.迄今为止,研发团队激励机制研究已取得部分研究成果. Alchain 等提出团队生产理论,认为引入监督机制会减轻甚至消除“搭便车”行为^[1]; Holmstorm 提出预算平衡约束会阻碍帕累托最优产出的实现 Cheyk, Na 相继研究表明,在长期重复博弈中,团队成员的业绩受其合作伙伴影响较大,以团队产出作为业绩评价基础

是团队激励的最佳模式^[3-4].戴景新等设计研发团队的动态报酬体系,依据团队成员的上期业绩修正下期的固定薪酬^[5].

上述研究存在三方面局限:首先,将团队任务仅仅界定为共同合作研发的项目.事实上,团队成员难免有独立自主研究的课题,团队追求的是其整体效益的最大化,现有研究对此问题考虑不足.其次,忽略了管理者的管理产出.再次,在个人任

收稿日期: 2013-04-01

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71072122, 71202154); 教育部高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20130042110032); 教育部人文社会科学研究规划基金资助项目(09YJA630018).

作者简介: 孙世敏(1966-),女,辽宁瓦房店人,东北大学教授,博士生导师;关志民(1957-),男(锡伯族),辽宁开原人,东北大学教授,博士生导师.

务产出和团队任务产出计量上,通常采用利润额业绩标准,它只是全部收入与全部成本费用配比后的结果,绝不是公司价值的体现. 本文以价值创造为业绩计量标准,以个人任务产出、团队任务产出与管理产出整体效益最大化为前提条件,研究团队成员的激励机制,发现代理人的个人任务努力水平、团队任务努力水平以及团队协作努力水平受行业垄断程度影响,垄断盈余比例越大,代理人努力程度越低.

1 研发团队激励机制设计基本思路

依据委托代理理论,代理人可能存在道德风险问题,因此委托人需要设计“激励合同”来激发代理人选择最大化努力水平^[6-8]. 这种关系依然适用于团队激励,团队成员为一组代理人,研发组织(企业)为委托人. 假定研发团队由*i*和*j*两个代理人构成,其中*i*代理人仅承担研发任务,*j*为多角色代理人,参与研发及管理工作.

团队业绩由个人任务产出(π_G)、团队任务产出(π_T)和管理任务产出(π_M)三部分构成. 其中,个人任务产出指代理人独立承担研发项目创造的价值,团队任务产出指团队成员合作研发项目创

造的价值,管理任务产出指团队领导者在行使管理职能过程中带来的效益. 本文将个人任务产出和团队任务产出划分为能力性经济增加值和非能力性经济增加值(以下简称垄断盈余),前者基于代理人自身能力和努力而取得,后者基于行业经营环境和竞争优势而获得(主要来源于国家管制形成的垄断、特殊扶持以及行业繁荣或衰退). 假定行业垄断盈余比例为 λ ,则代理人个人任务和团队任务创造的能力性经济增加值分别为 $(1-\lambda)\pi_G$ 和 $(1-\lambda)\pi_T$. 代理人真正的贡献是通过能力性经济增加值体现出来的.

代理人薪酬由固定薪酬与激励性薪酬两部分构成,其中固定薪酬由企业薪酬管理委员会参照代理人市场价格确定,激励性薪酬为代理人参与剩余分享的额度,包括个人任务、团队任务以及管理任务产出分成,依据各自的业绩和剩余分享比例计算确定. 设 β_1 、 β_2 和 β_3 分别为个人任务产出、团队任务产出和管理任务产出享有的剩余分享系数,则代理人的个人任务产出分成、团队任务产出分成以及管理任务产出分成分别为 $\beta_1(1-\lambda)\pi_G$ 、 $\beta_2(1-\lambda)\pi_T$ 和 $\beta_3\pi_M$.

基于价值创造的研发团队激励机制设计的基本思路详见图1.

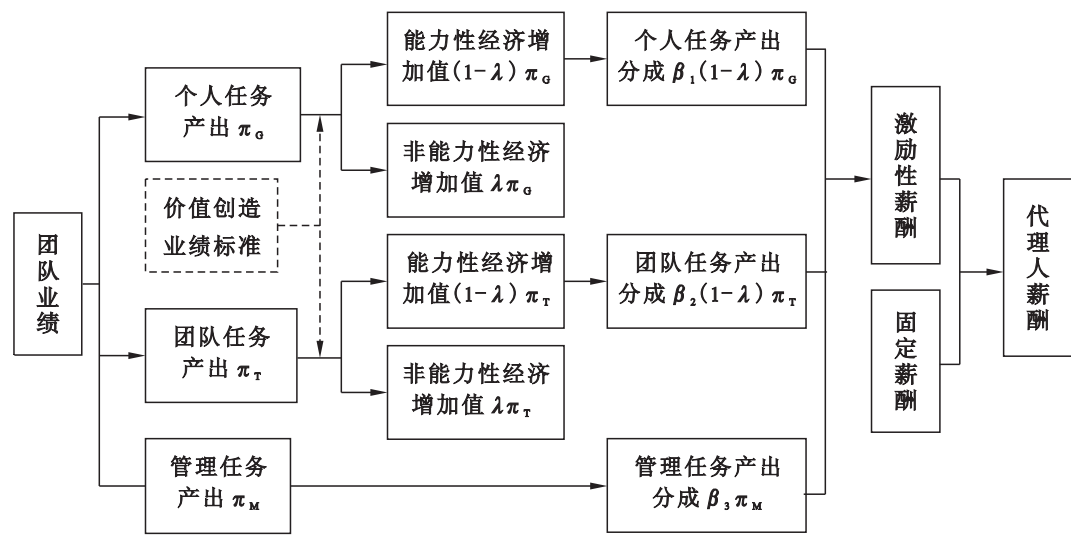


图1 基于价值创造的研发团队激励机制设计基本思路
Fig. 1 The basic idea of the design of incentive mechanism for R & D team based on value creation

2 研发团队激励模型构建

2.1 研发团队的产出(收入)

假定 a_{gi} 和 a_{gj} 分别为代理人*i*和代理人*j*对个人任务的努力水平, A 为代理人所有努力变量的集合, $a_{gi}, g_{gj} \in A$, ε 为外生随机变量,且 $\varepsilon \in$

$N(0, \sigma^2)$. 个人任务产出受代理人能力(k)、个人任务努力水平(a_g)、团队成员的协作(帮助或拆台)(x)以及外生随机变量(ε)影响. 假定代理人*i*和代理人*j*的个人任务产出(个人任务创造的价值,用经济增加值表示)分别为 $\pi_{Gi}(a_{gi}, x_j, \varepsilon)$ 和 $\pi_{Gj}(a_{gj}, x_i, \varepsilon)$,且 π_{Gi} 和 π_{Gj} 分别为 a_{gi}, x_j 和 a_{gj}, x_i 的严格增函数,则 $\pi_{Gi} = k_i a_{gi} + z_j x_j + \varepsilon$, $\pi_{Gj} = k_j a_{gj}$

$+z_i x_i + \varepsilon$, 其中 z_i 和 z_j 分别为代理人 i 和代理人 j 对对方个人任务产出的协作效应。

同样, 团队任务产出受团队成员能力、团队任务努力水平、团队协同作用和外部环境的影响。假定外部不确定因素对个人任务产出、团队任务产出及管理任务产出的影响相同。假定团队协作效应为 μ , 代理人 i 和代理人 j 的团队任务努力水平分别为 a_{ui} 和 a_{uj} , 则团队任务产出可表达为 $\pi_T = \mu(k_i a_{ui} + k_j a_{uj}) + \varepsilon$ 。

管理任务产出不能简单地用经济增加值来衡量, 需要通过团队合作效应、个人任务产出提升和团队任务产出提升等诸多方面来体现。假定管理任务产出等值的货币化产出系数为 h , 代理人 j 的管理任务努力水平为 a_{mj} , 则管理产出可表达为 $\pi_M = hk_j a_{mj} + \varepsilon$ 。

综上, 研发团队的产出(收入)可汇总为

$$\pi = \pi_{Gi} + \pi_{Gj} + \pi_T + \pi_M = k_i a_{gi} + z_j x_j + k_j a_{gj} + z_i x_i + \mu(k_i a_{ui} + k_j a_{uj}) + hk_j a_{mj} + \varepsilon. \quad (1)$$

2.2 代理人期望效用

假定代理人薪酬契约由固定薪酬和激励性薪酬构成, 则代理人 i, j 的薪酬收入可表示为

$$S_i = Q_1 + \beta_1(1 - \lambda)\pi_{Gi} + \beta_2(1 - \lambda)\pi_T, \quad (2)$$

$$S_j = Q_2 + \beta_1(1 - \lambda)\pi_{Gj} + \beta_2(1 - \lambda)\pi_T + \beta_3\pi_M. \quad (3)$$

其中, Q_1 和 Q_2 分别为代理人 i 和代理人 j 的固定薪酬。

假定代理人 i 和代理人 j 的努力成本分别为 $C(a_i)$ 和 $C(a_j)$, 可以等价于货币成本, b_1, b_2, b_3 和 b_4 分别为个人任务产出、团队任务产出、团队成员相互协作或拆台以及管理任务产出的努力成本系数, 则

$$C(a_i) = \frac{1}{2}b_1 a_{gi}^2 + \frac{1}{2}b_2 a_{ui}^2 + \frac{1}{2}b_3 x_i^2, \quad (4)$$

$$C(a_j) = \frac{1}{2}b_1 a_{gj}^2 + \frac{1}{2}b_2 a_{uj}^2 + \frac{1}{2}b_3 x_j^2 + \frac{1}{2}b_4 a_{mj}^2. \quad (5)$$

设代理人 i 和代理人 j 的实际收益分别为 W_i 和 W_j , 则

$$W_i = Q_1 + \beta_1(1 - \lambda)(k_i a_{gi} + z_j x_j + \varepsilon) + \beta_2(1 - \lambda)[\mu(k_i a_{ui} + k_j a_{uj}) + \varepsilon] - \frac{1}{2}b_1 a_{gi}^2 - \frac{1}{2}b_2 a_{ui}^2 - \frac{1}{2}b_3 x_i^2, \quad (6)$$

$$W_j = Q_2 + \beta_1(1 - \lambda)(k_j a_{gj} + z_i x_i + \varepsilon) + \beta_2(1 - \lambda)[\mu(k_i a_{ui} + k_j a_{uj}) + \varepsilon] + \beta_3(hk_j a_{mj} + \varepsilon) - \frac{1}{2}b_1 a_{gj}^2 - \frac{1}{2}b_2 a_{uj}^2 - \frac{1}{2}b_3 x_j^2 - \frac{1}{2}b_4 a_{mj}^2. \quad (7)$$

假定委托人风险中性, 代理人风险规避, 其效用函数具有不变绝对风险规避特征, ρ 为绝对风险规避度, 代理人 i 和代理人 j 的期望效用分别为

$$\begin{aligned} CE(W_i) = & Q_1 + \beta_1(1 - \lambda)(k_i a_{gi} + z_j x_j + \varepsilon) + \\ & \beta_2(1 - \lambda)[\mu(k_i a_{ui} + k_j a_{uj}) + \varepsilon] - \\ & \frac{1}{2}b_1 a_{gi}^2 - \frac{1}{2}b_2 a_{ui}^2 - \frac{1}{2}b_3 x_i^2 - \\ & \frac{1}{2}\rho(\beta_1^2 + \beta_2^2)\sigma^2, \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} CE(W_j) = & Q_2 + \beta_1(1 - \lambda)(k_j a_{gj} + z_i x_i + \varepsilon) + \\ & \beta_2(1 - \lambda)[\mu(k_i a_{ui} + k_j a_{uj}) + \varepsilon] + \\ & \beta_3(hk_j a_{mj} + \varepsilon) - \frac{1}{2}b_1 a_{gj}^2 - \frac{1}{2}b_2 a_{uj}^2 - \\ & \frac{1}{2}b_3 x_j^2 - \frac{1}{2}b_4 a_{mj}^2 - \frac{1}{2}\rho(\beta_1^2 + \beta_2^2 + \\ & \beta_3^2)\sigma^2. \end{aligned} \quad (9)$$

研发团队代理人的期望效用可表达为

$$\begin{aligned} CE(W) = CE(W_i) + CE(W_j) = & Q_1 + \beta_1(1 - \lambda) \times \\ & (k_i a_{gi} + z_j x_j + \varepsilon) + \beta_2(1 - \lambda)[\mu(k_i a_{ui} + \\ & k_j a_{uj}) + \varepsilon] - \frac{1}{2}b_1 a_{gi}^2 - \frac{1}{2}b_2 a_{ui}^2 - \frac{1}{2}b_3 x_i^2 - \\ & \frac{1}{2}\rho(\beta_1^2 + \beta_2^2)\sigma^2 + Q_2 + \beta_1(1 - \lambda)(k_j a_{gj} + \\ & z_i x_i + \varepsilon) + \beta_2(1 - \lambda)[\mu(k_i a_{ui} + k_j a_{uj}) + \\ & \varepsilon] + \beta_3(hk_j a_{mj} + \varepsilon) - \frac{1}{2}b_1 a_{gj}^2 - \frac{1}{2}b_2 a_{uj}^2 - \\ & \frac{1}{2}b_3 x_j^2 - \frac{1}{2}b_4 a_{mj}^2 - \frac{1}{2}\rho(\beta_1^2 + \beta_2^2 + \\ & \beta_3^2)\sigma^2. \end{aligned} \quad (10)$$

$$\begin{aligned} \text{令 } \frac{\partial CE(W)}{\partial a_{gi}} = & \beta_1(1 - \lambda)k_i - b_1 a_{gi} = 0, \text{ 得} \\ a_{gi} = & \frac{\beta_1(1 - \lambda)k_i}{b_1}; \end{aligned} \quad (11)$$

$$\begin{aligned} \text{令 } \frac{\partial CE(W)}{\partial a_{ui}} = & 2\beta_2(1 - \lambda)\mu k_i - b_2 a_{ui} = 0, \text{ 得} \\ a_{ui} = & \frac{2\beta_2(1 - \lambda)\mu k_i}{b_2}; \end{aligned} \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \text{令 } \frac{\partial CE(W)}{\partial a_{gj}} = & \beta_1(1 - \lambda)k_j - b_1 a_{gj} = 0, \text{ 得} \\ a_{gj} = & \frac{\beta_1(1 - \lambda)k_j}{b_1}; \end{aligned} \quad (13)$$

$$\begin{aligned} \text{令 } \frac{\partial CE(W)}{\partial a_{uj}} = & 2\beta_2(1 - \lambda)\mu k_j - b_2 a_{uj} = 0, \text{ 得} \\ a_{uj} = & \frac{2\beta_2(1 - \lambda)\mu k_j}{b_2}; \end{aligned} \quad (14)$$

$$\begin{aligned} \text{令 } \frac{\partial CE(W)}{\partial x_i} = & \beta_1(1 - \lambda)z_i - b_3 x_i = 0, \text{ 得} \\ x_i = & \frac{\beta_1(1 - \lambda)z_i}{b_3}; \end{aligned} \quad (15)$$

$$\text{令 } \frac{\partial \text{CE}(W)}{\partial x_j} = \beta_1(1-\lambda)z_j - b_3x_j = 0, \text{得}$$

$$x_j = \frac{\beta_1(1-\lambda)z_j}{b_3}; \quad (16)$$

$$\text{令 } \frac{\partial \text{CE}(W)}{\partial a_{mj}} = \beta_3hk_j - b_4a_{mj} = 0, \text{得}$$

$$a_{mj} = \frac{\beta_3hk_j}{b_4}. \quad (17)$$

2.3 研发团队激励模型

研发团队收益为个人任务产出、团队任务产出和管理任务产出扣除代理人*i*和代理人*j*的薪酬收入后的余额,其期望收益可表达为

$$\text{CE}(Y) = [1 - \beta_1(1-\lambda)](k_ia_{gi} + k_ja_{gj} + z_ix_i + z_jx_j) + [1 - 2\beta_2(1-\lambda)]\mu(k_ia_{ui} + k_ja_{uj}) + (1 - \beta_3)hk_{mj} - Q_1 - Q_2. \quad (18)$$

假定代理人*i*和代理人*j*的机会成本分别为 \bar{W}_i 和 \bar{W}_j ,则研发团队最优激励模型可表示为

$$\text{Max CE}(Y) = [1 - \beta_1(1-\lambda)](k_ia_{gi} + k_ja_{gj} + z_ix_i + z_jx_j) + [1 - 2\beta_2(1-\lambda)]\mu(k_ia_{ui} + k_ja_{uj}) + (1 - \beta_3)hk_{mj} - Q_1 - Q_2.$$

$$\text{s. t. (IR) CE}(W) = Q_1 + Q_2 + \beta_1(1-\lambda)(k_ia_{gi} + k_ja_{gj} + z_ix_i + z_jx_j) + 2\beta_2(1-\lambda)\mu(k_ia_{ui} + k_ja_{uj}) + \beta_3hk_ja_{mj} - \frac{1}{2}b_1(a_{gi}^2 + a_{gj}^2) - \frac{1}{2}b_2(a_{ui}^2 + a_{uj}^2) - \frac{1}{2}b_3 \times (x_i^2 + x_j^2) - \frac{1}{2}b_4a_{mj}^2 - (\beta_1^2 + \beta_2^2 + \frac{1}{2}\beta_3^2)\rho\sigma^2 \geq \bar{W}_i + \bar{W}_j;$$

$$\text{(IC) } a_{gi} = \frac{\beta_1(1-\lambda)k_i}{b_1}, a_{ui} = \frac{2\beta_2(1-\lambda)\mu k_i}{b_2}, x_i = \frac{\beta_1(1-\lambda)z_i}{b_3}, a_{gj} = \frac{\beta_1(1-\lambda)k_j}{b_1}, a_{uj} = \frac{2\beta_2(1-\lambda)\mu k_j}{b_2}, x_j = \frac{\beta_1(1-\lambda)z_j}{b_3}, a_{mj} = \frac{\beta_3hk_j}{b_4}.$$

$$\text{将式(10)代入式(18),得到拉氏函数 } p \text{ 为}$$

$$p = k_ia_{gi} + k_ja_{gj} + z_ix_i + z_jx_j + \mu(k_ia_{ui} + k_ja_{uj}) + hk_ja_{mj} - \frac{1}{2}b_1(a_{gi}^2 + a_{gj}^2) - \frac{1}{2}b_2(a_{ui}^2 + a_{uj}^2) - \frac{1}{2} \times b_3(x_i^2 + x_j^2) - \frac{1}{2}b_4a_{mj}^2 - (\beta_1^2 + \beta_2^2 + \frac{1}{2}\beta_3^2)\rho\sigma^2 =$$

$$\frac{\beta_1(1-\lambda)(k_i^2 + k_j^2)}{b_1} + \frac{\beta_1(1-\lambda)(z_i^2 + z_j^2)}{b_3} + \frac{2\beta_2(1-\lambda)\mu^2(k_i^2 + k_j^2)}{b_2} + \frac{\beta_3h^2k_j^2}{b_4} - \frac{\beta_1^2(1-\lambda)^2(k_i^2 + k_j^2)}{2b_1} - \frac{\beta_2^2(1-\lambda)^2\mu^2(k_i^2 + k_j^2)}{2b_2} - \frac{\beta_1^2(1-\lambda)^2(z_i^2 + z_j^2)}{2b_3} - \frac{\beta_3^2h^2k_j^2}{2b_4} - (\beta_1^2 + \beta_2^2 + \frac{1}{2}\beta_3^2)\rho\sigma^2. \quad (19)$$

$$\text{令 } \frac{\partial p}{\partial \beta_1} = \frac{(1-\lambda)(k_i^2 + k_j^2)}{b_1} + \frac{(1-\lambda)(z_i^2 + z_j^2)}{b_3} -$$

$$\frac{\beta_1(1-\lambda)^2(k_i^2 + k_j^2)}{b_1} - \frac{\beta_1(1-\lambda)^2(z_i^2 + z_j^2)}{b_3} - 2\rho\beta_1\sigma^2 = 0, \text{得}$$

$$\beta_1 = \frac{1}{(1-\lambda) + \frac{2\rho\sigma^2}{(1-\lambda)\left(\frac{k_i^2 + k_j^2}{b_1} + \frac{z_i^2 + z_j^2}{b_3}\right)}}; \quad (20)$$

$$\text{令 } \frac{\partial p}{\partial \beta_2} = \frac{2(1-\lambda)\mu^2(k_i^2 + k_j^2)}{b_2} - \frac{\beta_2(1-\lambda)^2\mu^2(k_i^2 + k_j^2)}{b_2} - 2\rho\beta_2\sigma^2 = 0, \text{得}$$

$$\beta_2 = \frac{2}{(1-\lambda) + \frac{2b_2\rho\sigma^2}{(1-\lambda)\mu^2(k_i^2 + k_j^2)}}; \quad (21)$$

$$\text{令 } \frac{\partial p}{\partial \beta_3} = \frac{h^2k_j^2}{b_4} - \frac{\beta_3h^2k_j^2}{b_4} - \rho\beta_3\sigma^2 = 0, \text{得}$$

$$\beta_3 = \frac{1}{1 + \frac{\rho b_4\sigma^2}{h^2k_j^2}}. \quad (22)$$

3 模型分析与讨论

1) 垄断行业代理人的努力水平远远低于竞争性行业,需要引入竞争机制. 式(11)~式(16)表明,研发团队代理人的个人任务努力水平、团队任务努力水平以及团队协作的努力程度均与行业垄断盈余(λ)有关,且行业垄断盈余比例越大,代理人的各种努力程度越低. 这一结论说明垄断行业代理人的努力水平远远低于竞争性行业,为提高代理人努力水平,在垄断行业内部引入竞争机制,提高行业内部的竞争程度,迫使代理人提高努力水平;或在条件成熟时可以考虑将垄断行业向竞争性行业转变.

2) 代理人的个人任务努力水平、团队任务努力水平、管理任务努力水平以及团队协作努力水平与个人任务产出分成(β_1)、团队任务产出分成(β_2)以及管理任务产出分成(β_3)呈正向变化关系,分成比例越大,代理人的努力水平越高. 这一结论可从式(11)~式(17)中看出. 当代理人拥有完全剩余索取权时(即 $\beta_1, \beta_2, \beta_3 = 1$),其各种努力程度最高;当代理人与企业剩余(产出)分配完全无关时(即 $\beta_1, \beta_2, \beta_3 = 0$),代理人将放弃努力. 可见,为调动代理人积极性,让其适当地参与剩余分享是必要的.

3) 代理人的个人任务努力水平、团队任务努力水平、管理任务努力水平受代理人能力(k)和各种任务努力成本(b)影响. 式(11)~式(14)及

式(17)显示,代理人能力越强,其努力水平越高,单位努力付出的代价越大,代理人越趋向于选择较低的努力水平. 依据这一结论,企业应择优选择代理人,并为其创造良好的工作环境和条件,以降低其努力成本.

4) 团队任务协作效应(μ)和个人任务协作效应(z)与团队任务努力水平及个人任务努力水平存在正相关关系. 式(12)和式(14)表明, μ 越大,代理人团队任务努力水平越高;式(15)和式(16)显示, z 越大,团队成员间的协作(或拆台)努力越强. 因此,研发组织应加强团队间的协作,提高协作效应;同时鼓励团队成员间的相互支持,抑制相互拆台行为.

4 结 语

本文以价值创造为业绩计量标准,以个人任务产出、团队任务产出与管理任务产出整体效益最大化为前提条件,在传统结论基础上发现垄断行业代理人的努力水平远远低于竞争性行业,需要引入竞争机制. 本文研究仅限于两个代理人范围,研究结论可能存在一定的局限性. 未来研究应将研究对象扩展到多个代理人,进行更深层次的探索.

(上接第 1363 页)

模拟运算表明,集中决策下再制造系统的效率得以提高.

参考文献:

[1] Zhu Q H, Sarkis J, James J C, et al. Firm-level correlates of emergent green supply chain management practices in the Chinese context[J]. *Omega*, 2008, 36(4): 577 – 591.

[2] Webster S, Mitra S. Competitive strategy in remanufacturing and the impact of take-back laws[J]. *Journal of Operations Management*, 2007, 25(6): 1123 – 1140.

[3] Vachon S, Klassen R D. Environmental management and manufacturing performance: the role of collaboration in the supply chain [J]. *International Journal of Production Economics*, 2008, 111(2): 299 – 315.

[4] Shi J M, Zhang G Q, Sha J C. Optimal production and pricing policy for a closed loop system[J]. *Resources, Conservation and Recycling*, 2011, 55(6): 639 – 647.

[5] Hong I H, Yeh J S. Modeling closed-loop supply chains in the electronics industry: a retailer collection application[J]. *Transportation Research Part E*, 2012, 48(4): 817 – 829.

[6] Savaskan R C, Bhattacharya S, Wassenhove L N V. Closed-loop supply chain models with product remanufacturing[J]. *Management Science*, 2004, 50(2): 239 – 252.

参考文献:

[1] Alchain A, Demsetz H. Production, information costs and economic organization [J]. *American Economic Review*, 1972, 62(5): 7951 – 7977.

[2] Holmstorm B. Moral hazard in team [J]. *Bell Journal Economics*, 1982, 12: 24 – 406.

[3] Cheyk Y. Optimal incentives for teams [J]. *American Economic Review*, 2001, 91(4): 525 – 541.

[4] Na S. Optimal contracts for teams [J]. *International Economic Review*, 1991, 32(3): 561 – 577.

[5] 戴景新, 苏珊珊, 郭然. 企业研发团队动态报酬体系研究[J]. *科技管理研究*, 2011, 1(3): 154 – 159.
(Dai Jing-xin, Su Shan-shan, Guo Ran. A study on the dynamic compensation of R & D teams [J]. *Research on Science and Technology*, 2011, 1(3): 154 – 159.)

[6] Sannikov Y. A continuous-time version of the principal-agent problem [J]. *Review Economic Study*, 2008, 75(3): 957 – 984.

[7] Jun Y. Timing of effort and reward; three-sided moral hazard in a continuous-time model [J]. *Management Science*, 2010, 56(9): 1568 – 1583.

[8] 张征争, 黄登仕. 不同风险偏好的过度自信代理人薪酬合同设计[J]. *管理工程学报*, 2009, 23(2): 104 – 110.
(Zhang Zheng-zheng, Huang Deng-shi. Compensation contract design for overconfident agent with different risk preference [J]. *Journal of Industrial Engineering and Engineering Management*, 2009, 23(2): 104 – 110.)

[7] Bakkal I, Akcale E. Effects of random yield in remanufacturing with price-sensitive supply and demand [J]. *Production and Operations Management*, 2006, 15(3): 407 – 420.

[8] 邱若臻, 黄小原. 具有产品回收的闭环供应链协调模型 [J]. *东北大学学报: 自然科学版*, 2007, 28(6): 883 – 886.
(Qiu Ruo-zhen, Huang Xiao-yuan. Coordination model for closed-loop supply chain with product recycling [J]. *Journal of Northeastern University: Natural Science*, 2007, 28(6): 883 – 886.)

[9] 王玉燕. 政府干涉下双渠道回收的闭环供应链模型分析 [J]. *运筹与管理*, 2012, 21(3): 250 – 255.
(Wang Yu-yan. The closed-loop supply chain models analysis based on dual channel taking-back under government intervention [J]. *Operations Research and Management Science*, 2012, 21(3): 250 – 255.)

[10] 张成堂, 杨善林. 双渠道回收下闭环供应链的定价与协调策略 [J]. *计算机集成制造系统*, 2013, 19(7): 1676 – 1683.
(Zhang Cheng-tang, Yang Shan-lin. Pricing and coordination strategy of closed-loop supply chain under dual channel recovery [J]. *Computer Integrated Manufacturing Systems*, 2013, 19(7): 1676 – 1683.)

[11] Rubinstein A. Perfect equilibrium in a bargaining model [J]. *Econometrica*, 1982, 50(1): 97 – 109.