

基于多任务委托代理的高校协作激励机制设计

段永瑞, 王浩儒, 霍佳震

(同济大学 经济与管理学院, 上海 200092)

摘要: 通过建立多任务委托-代理模型, 研究同时考虑提高科研和教学这两大任务的政府和强校之间的激励机制设计问题. 通过对两个任务之间在独立、替代和互补三种关系下激励问题的研究, 得到如下结论: 当两任务的努力成本之间为互补关系时, 通过对科研的激励可以同时提高教学水平; 若两者为替代关系, 则提高对科研的激励水平将促使高校只注重科研而忽视教学, 弱化激励效率. 通过弱化对教学和科研的激励差别, 可以促使强校将精力在多项任务中进行合理分配. 最后通过设计基于主观评价和监督的激励机制, 将两者之间的替代关系转化为互补关系, 从而解决激励效能弱化的问题.

关键词: 高校协作; 多任务; 委托-代理; 激励机制

中图分类号: F 272.92

文献标识码: A

Incentive Mechanism Design for University Cooperation Based on Multi-task Principal-agent Theory

DUAN Yongrui, WANG Haoru, HUO Jiazhen

(College of Economics and Management, Tongji University, Shanghai 200092, China)

Abstract: The multi-task principle-agent models are presented to study the incentive mechanism between local government and universities. In this model, two main tasks of universities, namely, teaching and research are considered. Mechanisms under three kinds of relationships between the two tasks, namely, independent, substitutable and complementary, are discussed, respectively. The main conclusions are as follows. If the two tasks are complementary, incentives on research can improve teaching level. On the other hand, if the two tasks are substitutable, incentives on research will induce the university to ignore teaching and attach too much attention on research. As a

result, the incentive performance will be weakened. To overcome this problem, subjective evaluation and supervision mechanisms are introduced to converting the substitutable relationship to a complementary one. In addition, it indicates that by redesigning incentive mechanisms, the incentive efficiency can be enhanced effectively.

Key words: university cooperation; multi-task; principal-agent; incentive mechanism

有政府参与的强校与弱校的协作主要是强校为弱校提供教学和科研上的帮助, 因此, 要想使强校参与协作必须由政府出面为其提供与其付出相对应的激励报酬. 由于弱校本身基本没有参与谈判的能力或条件, 所以只有通过政府的参与并代表弱校为强校提供激励报酬才能促使协作的实现. 由于不同高校是具有各自利益的多任务个体, 在协作过程中, 政府和高校以及高校之间存在信息的不对称. 因此, 政府与高校间的委托代理问题主要表现为因代理人的道德风险和逆向选择而导致的教育资源效率低下. 政府作为委托方只有通过设计有效的激励机制激励强校(代理人), 才能提高协作的效果.

强弱院校协作的委托代理关系本质上是一种多任务的委托代理关系, 其中代理人(强校)有两个主要任务: 一是提高教学水平; 二是提高科研水平. 一般说来, 委托人(政府)对科研水平监督和评估比对教学水平更容易. 因此, 如果没有一个合理的激励机制就容易造成只注重科研而忽视教学. 本文将通过建立政府和高校之间的多任务委托-代理模型, 研究多任务下的区域高校协作中政府和高校之间的激励机制设计问题.

收稿日期: 2009-09-28

基金项目: 国家自然科学基金(71002020); 教育部人文社会科学研究项目(07JC630050); 上海市教育委员会科研创新项目(09ZS39); 上海市教育科学研究项目(B07052)

第一作者: 段永瑞(1975—), 女, 副教授, 管理学博士, 主要研究方向为服务运作管理、机制设计、优化理论与方法. E-mail: yrduan@163.com

1 研究现状分析

Holmstrom 和 Milgrom^[1]的研究结果表明,当代理人从事多项工作时,对某项工作激励的效果不仅取决于该工作本身的可观测性,而且还取决于其他工作的可观测性. Baker 和 George 等^[2]就绩效评估对多任务委托-代理激励机制的影响进行了研究. Dixit A^[3]讨论了经济组织中的激励弱化问题,强调了多任务分析方法的重要性. Desgagne^[4]则提出了通过监视,将多任务间的替代性转化为互补性的解决思路. 我国学者张维迎^[5]讨论了当一个代理人从事多项工作时的激励问题及专业化分工和资产所有权在解决激励问题上的作用. 林元庆^[6]则研究了多目标 R&D(research and development)活动中的激励机制设计问题.

虽然最近几年多任务委托代理理论在很多领域得以应用和发展,但是很少将该理论应用于高校协作激励机制设计中,从定量角度进行研究的则更少.

2 模型假设及参数说明

首先给出如下关于模型及参数的基本假设.

假设 1 代理人(强校)同时从事教学和科研两项任务,其努力水平为 $a_i, i=1,2$, 分别表示帮助弱校提高科研和教学水平所付出的努力. $x=(x_1, x_2)$ 表示两项任务完成的结果,且 $x_i=a_i+\epsilon_i, i=1,2$, $\epsilon_i, i=1,2$ 分别表示影响科研和教学水平提高的外部随机因素, ϵ_i 相互独立且服从均值为 0, 标准差为 σ_i 的正态分布.

假设 2 高校的努力成本为 $C(a_1, a_2)$, 满足 $\frac{\partial C}{\partial a_i} > 0, \frac{\partial^2 C}{\partial a_i^2} < 0, i=1,2$. 政府的期望收益为 $B(a_1, a_2)$, 满足 $B'_i = \partial B / \partial a_i > 0, B''_i = \partial^2 B / \partial a_i^2 > 0, i=1,2$.

假设 3 政府是风险中性的,强校是风险规避的. 政府对强校的激励采用线性形式: $S(x) = S_0 + \beta^T x$, 其中 S_0 为强校获得的固定收益, $\beta^T = (\beta_1, \beta_2)$, 其中 β_1 和 β_2 分别表示强校帮助弱校提高科研和教学水平而获得的业绩报酬率.

3 多任务的高校协作模型分析

3.1 高校协作双方收益分析与模型建立

根据假设,政府的期望净收益为

$$E_p = B(a_1, a_2) - E[S(x)] = B(a_1, a_2) - S_0 - \beta^T x \quad (1)$$

强校的净收益为

$$\bar{G}_a = S(x_1, x_2) - C(a_1, a_2) = (S_0 + \beta^T x) - C(a_1, a_2)$$

假设代理人的效用函数具有不变绝对风险规避特征, 则其确定性等价收入 (certainty equivalence) 为

$$G_a = S_0 + \beta^T x - C(a_1, a_2) - \frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta \quad (2)$$

式中: ρ 为绝对风险规避度量; Σ 为协方差矩阵; $\frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta$ 为风险成本.

由于固定收益 S_0 只影响总效益在政府和高校之间的分配, 不影响 β^T 和 (a_1, a_2) , 若给定 β^T 和 (a_1, a_2) , S_0 由强校的保留效用 \bar{S} 确定. 因此政府面临的决策就是如何选择适当的 β^T 来最大化总的确定性等价收入.

$$F_T = E_p + G_a = B(a_1, a_2) - C(a_1, a_2) - \frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta \quad (3)$$

对于代理人而言, 只有当参与协作带来的效用不小于其保留效用时才愿意参与, 所以代理人的参与约束(IR)为

$$G_a = S_0 + \beta^T x - C(a_1, a_2) - \frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta \geq \bar{S} \quad (4)$$

同时, 政府要想使高校选择自己希望的行动, 必须满足下面的激励相容约束(IC):

$$(a_1, a_2) \in \arg \max [\beta^T x - C(a_1, a_2)] \quad (5)$$

综合式(3)–(5), 可得多任务下的最优化激励模型为

$$\begin{aligned} & \max_{a, \beta_1, \beta_2} [B(a_1, a_2) - C(a_1, a_2) - \frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta] \\ & \text{s. t. (IR)} S_0 + \beta^T x - C(a_1, a_2) - \frac{1}{2} \rho \beta^T \Sigma \beta \geq \bar{S} \\ & \quad \text{(IC)} (a_1, a_2) \in \arg \max E[\beta^T x - C(a_1, a_2)] \end{aligned} \quad (6)$$

假设 $a_i (i=1,2)$ 严格为正, 则激励相容约束(IC)可简化为

$$\frac{\partial E[\beta^T x - C(a_1, a_2)]}{\partial a_i} = 0$$

$$\text{即} \quad \beta_i = \partial C(a_1, a_2) / \partial a_i \quad i=1,2 \quad (7)$$

式(7)隐含地决定了强校的努力函数 $a_i = a_i(\beta)$, 对其求一阶导数

$$[C_{ij}] = \begin{bmatrix} \partial\beta_1/\partial a_1 & \partial\beta_1/\partial a_2 \\ \partial\beta_2/\partial a_1 & \partial\beta_2/\partial a_2 \end{bmatrix} \quad (8)$$

$[C_{ij}]$ 表示强校努力成本的单位变化所带来的业绩报酬的变化. 结合式(7), (8)以及政府总的确定性等价收入最大化的一阶导数可以得到

$$\beta = (I + \rho[C_{ij}]\Sigma)^{-1}B' \quad (9)$$

式中: I 为单位矩阵; $B' = (B'_1, B'_2, B'_3)^T$ 为一阶偏导数向量, 其中 $B'_i = \partial B/\partial a_i$ 是第 i 种任务上努力的边际收益.

3.2 模型分析

考虑到两项任务之间的相互依存关系又可以分为替代和互补两种情况, 本文将分别讨论 3 种不同关系下的激励机制设计问题. 根据 C_{ij} 的定义, $C_{ij} = 0$ 表示两项任务是相互独立的; $C_{ij} < 0$ 表示两项任务存在互补性; $C_{ij} > 0$ 表示两种任务存在替代性. 下面将对 2 种任务在不同关系下的结果进行分析.

情形 1: 两项任务的努力成本是相互独立的.

定理 1 如果强校在教学和科研两项任务的努力成本相互独立, 那么, ①这两项任务的最优业绩报酬 β_i 也是相互独立的, 且 β_i 是绝对风险规避度 ρ 、边际成本的变化率 C_{ii} 和 σ_i^2 的递减函数; ②提高弱校教学水平的最优激励与两项任务的激励成本相互独立性无关.

证明 如果两种任务努力的成本函数也是相互独立的, 即 $C_{ij} = 0, i \neq j$, 这时式(9)变为

$$\begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{B'_1}{1 + \rho C_{11} \sigma_1^2} \\ \frac{B'_2}{1 + \rho C_{22} \sigma_2^2} \end{bmatrix}, \text{ 即} \quad \beta_i = \frac{B'_i}{1 + \rho C_{ii} \sigma_i^2}, \quad i = 1, 2 \quad (10)$$

此时, 强校在给定工作上的最优努力独立于在其他工作上的努力. 由式(10)可知, β_i 是绝对风险规避度 ρ 、边际成本的变化率 C_{ii} 和 σ_i^2 的递减函数. 由于 $C_{ij} (i \neq j)$ 并没有在该式中出现, 因此提高弱校教学水平的最优激励与两项任务的激励成本的相互独立性无关.

情形 2: 两项任务的努力成本是相互依存(互补或替代)关系, 即 $C_{ij} \neq 0$.

定理 2 如果提高教学水平的绩效不易观测, 提高科研水平的绩效可以直接观测, 则①如果两项任务的努力成本是互补的, 则对提高科研水平的激励应该加强; ②如果两项任务的努力成本是替代的,

则对提高科研水平的激励应该弱化; ③提高弱校教学水平的最优激励与两项任务的激励成本的相互依存性无关.

证明 假设提高教学水平的绩效不能直接观测, 但可以通过 $x_2 = a_2 + \epsilon_2$ 间接度量, 而提高科研水平绩效是可以被直接观测的, 即 $\sigma_1^2 = 0$, 又 $C_{ij} \neq 0$, 式(9)变为

$$\begin{bmatrix} \beta_1 \\ \beta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{B'_1 - \frac{\rho C_{12} \sigma_2^2 B'_2}{1 + \rho C_{22} \sigma_2^2}}{1 + \rho C_{22} \sigma_2^2} \\ \frac{B'_2}{1 + \rho C_{22} \sigma_2^2} \end{bmatrix} \quad (11)$$

对于 $\beta_1 = B'_1 - \frac{\rho C_{12} \sigma_2^2 B'_2}{1 + \rho C_{22} \sigma_2^2}$, 如果 $C_{12} < 0$, β_1 随 $|C_{12}|$ 的增加而增加, 因而对提高弱校科研水平这一任务的激励应该得到加强. 相反, 如果 $C_{12} > 0$, 对提高弱校科研水平这一任务的激励应该弱化. 对于 $\beta_2 = \frac{B'_2}{1 + \rho C_{22} \sigma_2^2}$, 由于 $C_{ij} (i \neq j)$ 并没有在该式中出现, 因此提高弱校教学水平的最优激励与两项任务的激励成本的相互依存性无关. 此外, β_2 是绝对风险规避度 ρ 、边际成本的变化率 C_{22} 和 ϵ_2 的方差 σ_2^2 的递减函数.

4 多任务高校协作下的激励机制设计

如前所述, 导致激励机制效能弱化的主要原因是任务间努力成本的替代性. 因此, 克服多任务间努力的替代性, 使任务间努力的替代关系转化为互补关系是解决激励效能弱化的一个方法. 下面主要研究通过引入主观评价机制和定时监视机制实现将替代关系转化为互补关系的方法.

4.1 引入主观评价的激励机制

引入主观评价的激励机制的原理是以客观绩效评价机制为主, 辅以主观绩效评价机制的激励机制. 通过对客观绩效评价进行主观加权, 在引入强校偏好因素的同时, 模糊化报酬与客观绩效的关系, 使强校的任务具有互补性. 基于 CES (constant elasticity of substitution) 生产函数设计了如下激励机制:

$$S_a = S_0 + \mu [\alpha \beta_1 x_1^{1-\gamma} + (1 - \alpha) \beta_2 x_2^{1-\gamma}]^{\frac{1}{1-\gamma}} \quad (12)$$

式中: S_a 表示政府提供给强校新的激励合同; $\mu (0 < \mu < 1)$ 为政府的主观评价系数; $\alpha (0 \leq \alpha \leq 1)$ 表示强校对任务 1 的偏好程度, $1 - \alpha$ 表示强校对任务 2 的偏好程度; $\gamma (0 < \gamma < 1)$ 表示任务 1 与任务 2 的可替

代性参数. 强校的两项任务的边际产出分别为

$$\frac{\partial S_a}{\partial x_1} = \frac{\mu \alpha \beta_1 (1 - \gamma) x_1^{-\gamma}}{1 - \gamma} \cdot [\alpha \beta_1 x_1^{1-\gamma} + (1 - \alpha) \beta_2 x_2^{1-\gamma}]^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$$

$$\frac{\partial S_a}{\partial x_2} = \frac{\mu (1 - \alpha) \beta_2 (1 - \gamma) x_2^{-\gamma}}{1 - \gamma} \cdot [\alpha \beta_1 x_1^{1-\gamma} + (1 - \alpha) \beta_2 x_2^{1-\gamma}]^{\frac{\gamma}{1-\gamma}}$$

因此 $\partial S_a / \partial x_1$ 是 x_2 的增函数, $\partial S_a / \partial x_2$ 是 x_1 的增函数. 因而该激励机制较好地体现出强校的两项任务的互补性. α 和 μ 的引入在一定程度上解决了教学水平难以观测以及代理人过度偏向某一任务的问题; γ 的引入在一定程度上将替代关系转化为互补关系.

4.2 基于监视的激励机制

Desgagne 从监视角度提出了将替代关系转化为互补关系的方法. 假设代理人有两项任务, 委托人定期监视任务 1 的业绩, 并且只有当任务 1 的业绩为高时才对任务 2 进行审核. 若任务 2 的业绩没有达到规定要求, 那么代理人事后所得将低于任务 2 不被审核时的所得; 若达到规定要求时, 代理人事后所得将高于任务 2 不被审核时所得. 所以, 在这种机制下代理人会在任务 1 上付出努力, 以期任务 2 被审核而得到更高的收入. 下面将研究如何通过监视机制将这 2 个任务转化为互补关系.

假定政府审核任务 2 的概率为 $P(0 \leq P \leq 1)$, 当对任务 2 进行审核时(即当任务 1 的努力业绩被认为是高时), 政府向强校提供的激励报酬为 S_{12} , 这时对任务 1 和 2 都进行审核; 反之, 当不对任务 2 进行审核时, 政府向强校提供的激励报酬为 S_1 , 这时只对任务 1 进行审核. 于是, 政府提供给强校的激励合同为

$$S_a = PS_{12} + (1 - P)S_1 \quad (13)$$

式中: 当任务 2 审核的结果高于规定要求时, $S_{12} > S_1$; 反之, $S_{12} < S_1$. 强校的收益为

$$U_a = PS_{12} + (1 - P)S_1 - C(a_1, a_2) \quad (14)$$

政府的收益可表示为

$$V_p = P[B(a_1, a_2) - S_{12} - C_2] + (1 - P)[B(a_1, a_2) - S_1] \quad (15)$$

式中: C_2 表示政府不定期审核任务 2 时所付出的成本.

假定 $S_1 = S_0 + \beta_1 x_1$, 当 $x_2 > x_0$ 时(即政府对任务 2 审核的结果 x_2 高于规定标准 x_0 时), $S_{12} = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$, 且 $\beta_2 x_2 > S_0$; 当 $x_2 < x_0$ 时, $S_{12} = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2$, 且 $\beta_2 x_2 < S_0$. 又假设强校的努力成本

为 $C(a_1, a_2) = \frac{ka_1^2}{2} + a_1 a_2 + \frac{ka_2^2}{2}$, 其中 $k > 0$ 为成本系数, 显然 $C_{12} = C_{21} = 1 > 0$, 即两项任务的努力成本具有替代性.

若采用传统的激励报酬, 由于提高教学水平不易观测, 强校将选择忽略任务 2 而仅从事任务 1, 此时强校的收益为

$$U'_a = S_0 + \bar{\beta}_1 x_1 + \beta_2 x_2 - \frac{ka_1^2}{2} \quad (16)$$

式中: $\bar{\beta}_1 x_1$ 表示强校仅从事任务 1 时的绩效. 此时政府的收益为

$$E'_p = B(a_1, 0) - S_0 - \beta_1 x_1 - \beta_2 x_2 \quad (17)$$

当政府采用式(13)所示的激励报酬, 而强校仍然采用原来的策略时, 强校的收益为

$$U''_a = \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 - \frac{ka_1^2}{2} < U'_a \quad (18)$$

由式(18), 当政府改变激励方式而强校仍沿用原来策略, 其收益将减少. 因此, 强校会努力使任务 2 的业绩达到规定要求以获得更多的报酬. 此时强校的收益为

$$U_a = P(\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2) + (1 - P)(S_0 + \beta_1 x_1) - \left(\frac{ka_1^2}{2} + a_1 a_2 + \frac{ka_2^2}{2} \right) \quad (19)$$

由式(16)和(19), 两种激励机制下强校收益的变化为

$$\Delta U = P\bar{\beta}_2 x_2 - PS_0 - \beta_2 x_2 \quad (20)$$

因此, 如果 $P > \frac{\beta_2 x_2}{\bar{\beta}_2 x_2 - S_0}$, 强校在新激励机制下的

收益会高于原收益. 由 $0 \leq P \leq 1$ 有 $0 \leq S_0 \leq (\bar{\beta}_2 - \beta_2) x_2$, 政府收益的变化为

$$\Delta V = V_p - E'_p = B(a_1, a_2) - B(a_1, 0) + \beta_2 x_2 - P\bar{\beta}_2 x_2 - PC_2 + PS_0 \quad (21)$$

因此, 如果 $P < \frac{B(a_1, a_2) - B(a_1, 0) + \beta_2 x_2}{\bar{\beta}_2 x_2 + C_2 - S_0}$, 政府

在新激励机制下的收益将高于强校只注重科研水平时的收益. 因此, 当审核概率 P 满足式(22)时, 政府不但能促使强校致力于两项任务, 而且还能保证自身收益的提高.

$$\frac{\beta_2 x_2}{\bar{\beta}_2 x_2 - S_0} < P < \frac{B(a_1, a_2) - B(a_1, 0) + \beta_2 x_2}{\bar{\beta}_2 x_2 + C_2 - S_0} \quad (22)$$

(下转第 145 页)