

基于非对称信息的工程监理激励机制研究

曹玉贵¹, 杨忠直²

(1. 天津大学管理学院, 天津 300072; 2. 上海交通大学管理学院 上海 200052)

[摘要] 通过建立考虑业主投资规模、工程监理特质和外生随机变量及其影响程度等因素的业主与工程监理之间的委托-代理模型, 分析了非对称信息下工程投资规模、工程监理特质和外生随机变量等因素对激励报酬系数的影响。同时, 基于分析和研究结果, 提出了设计工程监理激励机制必须考虑的影响因素。

[关键词] 项目业主; 工程监理; 委托代理; 激励机制

[中图分类号] F224.32 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1009-1742(2005)10-0069-04

1 引言

在工程监理制度下, 项目业主与工程监理之间的关系, 实际表现为委托-代理关系。由于双方信息的不对称, 使得业主无法直接观测到工程监理的真实努力水平, 所能观测到的只是工程监理的监督绩效, 但它并不完全取决于工程监理的努力水平, 还受到其他多种因素的影响。这样, 工程监理就会利用自己的信息优势隐藏其真实的努力水平, 以最大化自己的效用。文献[1]运用博弈论方法, 在不同的报酬情况下对工程监理制度下的业主与工程监理之间的委托代理关系进行了分析。笔者在现有研究的基础上, 引入工程投资规模, 并考虑工程监理能力水平等特质因素和外部随机变量及其影响程度, 建立业主与工程监理之间的委托代理模型, 通过业主与工程监理之间的委托代理模型, 分析工程监理的激励机制问题。为简化讨论线性激励机制, 激励相容约束采用莫里斯 (Mirrlees, 1974) 和霍姆斯特姆 (Holmstrom, 1979) 提出的一阶条件方法。

2 工程监理激励机制研究

2.1 模型的基本假设^[2]

首先, 假设工程投资规模为 C , 工程监理可选择的努力水平集合为 A , $a \in A$ 表示工程监理的一个特定努力水平, 并假定 a 是一维连续变量, a 越大工程监理越努力; θ 是不受业主和工程监理控制的外生随机变量, 或称自然状态, 并服从均值为 0、方差为 σ^2 的正态分布, θ 越大, 自然状态越好。显然, C , a 和 θ 共同决定了工程监理的监督绩效 π , 假定工程监理的监督绩效具有形式^[3]

$$\pi = C^{1/2}(\lambda a + \gamma \theta),$$

其中 λ ($0 < \lambda < 1$) 是努力程度变量对监督绩效的影响即能力水平系数, γ ($0 < \gamma < 1$) 是外生随机变量对绩效的影响系数。因此

$$E(\pi) = E[C^{1/2}(\lambda a + \gamma \theta)] = \lambda a C^{1/2},$$
$$\text{var}(\pi) = C^{1/2} \gamma^2 \sigma^2.$$

式中 $E(\pi)$, $\text{var}(\pi)$ 分别为 π 的期望值和方差。

其次, 假定项目业主为风险中性, 工程监理为风险厌恶。工程监理激励报酬契约采用线性形式: $s(\pi) = \alpha + \beta \pi$, 其中 $s(\pi)$ 是工程监理的总报酬, α 为工程监理的固定收入, β 为报酬激励强度系

[收稿日期] 2005-01-24; **修回日期** 2005-04-21

[基金项目] 河南省教育厅自然科学基金资助项目 (2004110002)

[作者简介] 曹玉贵 (1964-), 男, 河南鹿邑县人, 华北水利水电学院副教授, 天津大学博士生, 研究方向: 投融资决策与工程管理

数,一般 $0 < \beta < 1$ 。并假设工程监理的努力负效用等价于货币成本,同时进一步假定努力成本 $c(a) = ba^2/2$,其中 $b > 0$ 为努力成本系数, b 越大,同样的努力水平 a 带来的负效用越大,它与能力水平负相关,即工程监理能力越高,其采取行动的成本 $c(a)$ 就越低。 $v(\pi - s(\pi))$, $u(s(\pi) - c(a))$ 分别为业主和工程监理的 V-N-M 期望效用函数^[4]。

最后,由于工程监理是风险规避的,采用 Arrow-Pratt^[5] 绝对风险规避度量 ρ 定义工程监理风险规避的程度即 $\rho = u''(w)/u'(w) > 0$, 效用函数 $u = -e^{\rho w}$, 其中 w 表示实际货币收入。

2.2 模型的建立与推导

因为业主是风险中性,给定 $s(\pi) = \alpha + \beta\pi$, 期望效用等于期望收入,即

$$E[v(\pi - s(\pi))] = E(\pi - \alpha - \beta\pi) = -\alpha + (1 - \beta)\lambda a C^{1/2}.$$

工程监理的实际收入

$$w = s(\pi) - c(a) = \alpha + \beta\pi - ba^2/2.$$

根据 Arrow-Pratt 结论,工程监理风险成本为

$$\rho \text{var}(s(\pi))/2 = \rho \text{var}(\alpha + \beta C^{1/2}(\lambda a + \gamma\theta))/2 = C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2.$$

由于代理人最大化期望效用等价于最大化确定当量,以上述确定性等价收入替代期望效用,所以,工程监理的确定性等价收入为

$$E(w) - C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2 = \alpha + \beta\lambda a C^{1/2} - C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2 - ba^2/2.$$

令 \bar{w} 为工程监理的保留收入水平,当确定性等价收入小于 \bar{w} , 工程监理将不接受合同。在最优情况下,工程监理的参与约束即个人理性化约束为

$$\text{IR: } \alpha + \beta\lambda a C^{1/2} - C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2 - ba^2/2 \geq \bar{w}.$$

如果业主能够观测到工程监理的努力水平 a , 也就是说,业主与工程监理之间信息是对称的,工程监理就不能任意选择努力水平,此时激励约束 IC 失效,因为任何水平的 a 都可以通过满足参与约束 IR 的强制合同 $s(\pi)$ 来实现。因此,业主的问题就是选择 (α, β) 和 a 使下列问题最优

$$\max_{\alpha, \beta, a} -\alpha + (1 - \beta)\lambda a C^{1/2},$$

$$\text{s.t.: (IR)} \alpha + \beta\lambda a C^{1/2} - C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2 - ba^2/2 \geq \bar{w}.$$

因为在最优情况下,参与约束的等式成立,将 α 代入目标函数,最优化问题可以重新表述为

$$\max_{\alpha, \beta, a} \lambda a C^{1/2} - C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2 - ba^2/2 - \bar{w}.$$

最优化一阶条件 $a^* = \lambda C^{1/2}/b, \beta = 0$ 。

只要信息是对称的,项目业主在观测到工程监理的努力水平 $a < a^*$ 时,就支付 $\underline{\alpha}$ ($\underline{\alpha} < \bar{w} < a^*$)。容易理解,只要 $\underline{\alpha}$ 足够小,工程监理一定会选择 $a^* = \lambda C^{1/2}/b$ 。此时业主的期望收入 $E(v^*) = \lambda^2 C/2b - \bar{w}$ 。

在业主与工程监理的委托代理关系中,业主与工程监理之间的信息是非对称的,作为代理人的工程监理为了改进自己的福利水平,可能利用拥有的信息优势选择较低的努力水平,而作为委托人的业主很难观测到工程监理的努力水平,所能观测到的只是工程监理的监督绩效,而它并不完全取决于工程监理的努力水平,还受到多种因素的影响。这样,工程监理就会利用自己的信息优势隐藏其真实的努力水平,以最大化自己的效用,发生败德行为。在这种情况下,激励相容约束是有效的。

根据个人理性化约束 IR, 并采用 Mirrless 和 Holmstrom 提出的一阶条件方法,可得激励相容约束 (IC) 为 $\beta\lambda C^{1/2} - ba = 0$, 即 $a = \beta\lambda C^{1/2}/b$ 。

因此,非对称信息条件下,业主的问题就是选择 (α, β) 解下列最优化问题

$$\max_{\alpha, \beta} -\alpha + (1 - \beta)\lambda a C^{1/2},$$

$$\text{s.t.: (IR)} \alpha + \beta\lambda a C^{1/2} - C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2 - ba^2/2 \geq \bar{w},$$

$$\text{(IC)} a = \beta\lambda C^{1/2}/b.$$

将参与约束 IR 和激励约束 IC 代入目标函数,上述最优化问题重新表述为

$$\max_{\beta} \lambda^2 C/b - C\rho\beta^2\gamma^2\sigma^2/2 - \beta^2\lambda^2 C/2b - \bar{w},$$

最优化一阶条件 $\beta = \lambda^2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^{-1} > 0$ 。

显然,与对称信息情况相比,非对称信息情况下的工程监理必须承担一定的风险。

3 工程监理激励机制影响因素拓展分析

3.1 激励报酬强度系数的敏感性分析

根据 $\beta = \lambda^2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^{-1}$ 报酬激励强度系数与工程监理的能力水平系数 λ 正相关,与工程监理的努力成本系数 b 、绝对风险规避度 ρ 和外生随机变量方差 σ^2 及其对监督绩效的影响系数 γ 负相关。也就是说,工程监理的努力程度对工程监理的工作绩效影响越大即工程监理的能力越强,激励报

酬的强度就越大；工程监理绝对风险规避度及努力成本系数越大，激励报酬的强度就越小；外生随机变量方差及其对监督绩效的影响程度越大，激励报酬的强度就越小^[6]。

如果引入一个可观测的变量如工程监理的有效工作时间，在一定程度上也可增加对工程监理的激励强度。设 z 为工程监理的有效工作时间，并假定 z 与努力水平 a 无关，但可能与外生随机变量 θ 相关，进而与工程监理的监督绩效 π 相关。同时假定 z 服从均值为零、方差为 σ_z 的正态分布。此时激励合同

$$s(\pi, z) = \alpha + \beta(\pi + \mu z),$$

其中 μ 表示工程监理的收入与 z 的关系。

若 $\mu = 0$ ，工程监理的收入与 z 无关。业主的问题是选择 α ， β 和 μ 以最优优化下列问题

$$\max_{\alpha, \beta, \mu} -\alpha + (1 - \beta)\lambda a C^{1/2},$$

$$\text{s. t. : (IR)} \quad \alpha + \beta\lambda a C^{1/2} - ba^2/2 - \rho\beta^2(C\gamma^2\sigma^2 + \mu^2\sigma_z^2 + 2C^{1/2}\gamma\mu\text{cov}(\pi, z))/2 \geq \bar{w},$$

$$\text{(IC)} \quad a = \beta\lambda C^{1/2}/b.$$

将参与约束 (IR) 和激励约束 (IC) 代入目标函数，上述最优优化问题重新表述为

$$\max_{\beta, \mu} \beta\lambda^2 C/b - \beta^2\lambda^2 C/2b - \rho\beta^2(C\gamma^2\sigma^2 + \mu^2\sigma_z^2 + 2C^{1/2}\gamma\mu\text{cov}(\pi, z))/2 - \bar{w}.$$

最优化的 2 个一阶条件

$$\beta = \lambda^2[\lambda^2 + b\rho\gamma^2(\sigma^2 - \text{cov}^2(\pi, z)/\sigma_z)]^{-1},$$

$$\mu = -C^{1/2}\gamma\text{cov}(\pi, z)/\sigma_z.$$

由于

$$\beta = \lambda^2[\lambda^2 + b\rho\gamma^2(\sigma^2 - \text{cov}^2(\pi, z)/\sigma_z)]^{-1} > \lambda^2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^{-1},$$

同时

$$\text{var}(s(\pi, z)) = \beta^2(C\gamma^2\sigma^2 + \mu^2\sigma_z^2 + 2C^{1/2}\gamma\mu\text{cov}(\pi, z)) \geq \text{var}(s(\pi)),$$

因此，只要 π 与 z 的相关系数不为零，即 $\text{cov}(\pi, z) \neq 0$ ，业主通过将 z 写进合同，就可以提高工程监理的激励强度，同时也可以减小业主的代理成本，从而增加业主的期望收益。

3.2 代理成本影响因素分析

代理成本是指由于信息不对称而产生的风险成本和激励成本。其中，风险成本是指由于帕累托最优风险分担无法达到而出现的净损失；激励成本是指由较低努力水平导致的期望产出的净损失减去努力成本的节约^[2]。

由于假定业主风险中性，当工程监理的努力水平可观测时，业主承担全部风险，这就意味着在信息对称情况下的风险成本为零。但当信息非对称时，由于业主不能观测工程监理的努力水平，工程监理承担的风险为 $\beta = \lambda^2[\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2]^{-1} > 0$ ，风险成本 ΔRC 为

$$\Delta RC = \rho\text{var}(s(\pi))/2 = \rho C\lambda^4\gamma^2\sigma^2/2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^2.$$

因为期望产出为 $E(\pi) = \lambda a C^{1/2}$ ，所以期望产出的净损失和努力成本的节约分别为

$$\Delta E(\pi) = \lambda C^{1/2}(a^* - a) =$$

$$C\rho\lambda^2\gamma^2\sigma^2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^{-1},$$

$$\Delta c = c(a^*) - c(a) =$$

$$\lambda^2 C\rho b\gamma^2\sigma^2(2\lambda^2 + \rho\gamma^2\sigma^2/2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^2).$$

激励成本为

$$\Delta E(\pi) - \Delta c(a) = b C\lambda^2\rho^2\gamma^4\sigma^4/2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^2.$$

代理成本为

$$AC = (\Delta RC + (\Delta E(\pi) - \Delta c)) =$$

$$\rho C\lambda^2\gamma^2\sigma^2/2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2) > 0.$$

即代理成本与工程投资额 C 、代理人风险规避度 ρ 、能力水平系数 λ 、外生随机变量方差 σ^2 和外生随机变量对监督绩效的影响系数 γ 正相关，但与努力成本系数 b 负相关。

4 实例

郑州某房地产开发投资公司分别于 2001 年、2003 年分两期连续投资开发绿源小区，2 年投资均为 6400×10^4 元，并分别由 A 和 B 两监理公司承担监理任务。监理报酬由两部分组成，即固定工资和激励报酬。由于业主不满意 A 监理公司的监理服务，2003 年项目投资监理更换为监理经验丰富、监理人员业务素质好、公司管理水平较高的 B 监理公司，并给予较高的报酬激励强度系数。但由于投资额相同，给予两监理公司的工资费用相同。实践证明，由于 B 监理公司的努力，监理绩效明显提高，不仅使二期工程工期提前，而且房屋质量相对较高。

事实上，由于报酬激励强度系数不同，监理公司的努力水平也不同，最终监理的绩效也不同。假设 A 监理公司能力水平系数 $\lambda = 0.4$ ，风险规避度 $\rho = 0.5$ ，努力成本系数 $b = 0.6$ ，外生随机变量方差 $\sigma^2 = 0.16$ ，其影响系数 $\gamma = 0.5$ ；B 监理公司能力水平系数 $\lambda = 0.8$ ，风险规避度 $\rho = 0.2$ ，努力成

本系数 $b=0.3$, 外生随机变量方差 $\sigma^2=0.16$, 其影响系数 $\gamma=0.5$ 。工资费用均为 100×10^4 元。

A 监理公司报酬激励强度系数为

$$\beta = \lambda^2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^{-1} =$$

$$0.4^2/(0.4^2 + 0.6 \cdot 0.5 \cdot 0.5^2 \cdot 0.16) = 0.930,$$

努力水平为

$$a = \beta\lambda C^{1/2}/b = 0.930 \cdot 0.4 \cdot 80/0.6 = 49.6。$$

B 监理公司报酬激励强度系数为

$$\beta = \lambda^2(\lambda^2 + b\rho\gamma^2\sigma^2)^{-1} =$$

$$0.8^2/(0.8^2 + 0.3 \cdot 0.2 \cdot 0.5^2 \cdot 0.16) = 0.996,$$

努力水平为

$$a = \beta\lambda C^{1/2}/b = 0.996 \cdot 0.8 \cdot 80/0.3 = 212.48。$$

计算表明, 由于房地产开发公司选择了监理经验丰富、监理人员业务素质好的监理公司 B, 并给予了大于 A 公司的报酬激励强度系数, 使其愿意付出较高的努力水平, 进而获得较好的监理效果。

5 结语

在工程监理制度下, 信息的不对称, 业主激励机制的设计必须考虑多重因素的影响。主要包括:
a. 工程监理的特质。它决定了工程监理自身的能力水平系数 λ 、绝对风险规避度 ρ 和努力成本系数 b 。工程监理的能力(用学历、经验等来鉴别)越强, λ 越大; 个性特征越富于冒险(可理解为有魄力、勇于承担责任等), ρ 越小; 越有创业精神(即不计较个人得失), b 越小。
b. 外部环境条件的变化。在信息的非对称性的情况下, 业主的报酬制度一般是根据工程监理的监督绩效安排的。监督绩效并不完全取决于工程监理的努力水平, 还包括

外部环境等多种因素共同作用的结果。
c. 工程投资规模。根据 $a = \beta\lambda C^{1/2}/b$, 工程投资规模越大, 工程监理的努力水平就越高。

工程实践中出现的工期拖延、投资超概算甚至出现豆腐渣工程等问题, 其原因是多方面的, 但业主激励机制设计不合理, 导致工程监理工作不努力是其主要原因。业主激励机制的设计必须考虑上述因素的影响, 包括选择具有一定学历、经验丰富、敢于承担风险以及具有创业精神的工程监理承担项目监理; 在制定工程监理报酬契约时尽可能地排除更多的外生随机因素的干扰, 使用充足统计量如工程监理有效工作时间等, 并将其写进委托合同, 使工程监理承担的风险成本最小。同时, 激励报酬强度系数的选择, 应考虑工程的投资规模, 根据工程投资规模的不同设置相应的激励报酬强度系数。

参考文献

- [1] 秦旋. 工程监理制度下的委托代理博弈分析[J]. 中国软科学, 2004, (4): 142~146
- [2] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海三联书店, 上海人民出版社, 2002, 6: 398~440
- [3] 徐玖平, 陈书建. 不对称信息下风险投资的委托代理模型研究[J]. 系统工程理论与实践, 2004, (1): 19~24
- [4] 平新乔. 微观经济学十八讲(4卷)[M]. 北京: 北京大学出版社, 2001. 56~59
- [5] Arrow K. Essays in the Theory of Risk Bearing[M]. Chicago: Markham, 1970. 79
- [6] 张正堂. 企业家激励报酬制度设计[J]. 财经科学, 2004, (2): 12~16

The Study on Supervision Institution Incentive System Based on Asymmetric Information

Cao Yugui¹, Yang Zhongzhi²

(1. School of Management, Tianjin University, Tianjin 300072, China;

2. School of Management, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

[Abstract] The principal-agent model between employers and engineering supervisors is established, considering such factors as the scale of employers' investment, special character of engineering supervision and exogenous random variable and its influence. And the influence of these factors on the sensitiveness of compensation performance under asymmetric information is analyzed. Based on the result, factors to be considered while establishing the incentive system of engineering supervision are put forward.

[Key words] employer; engineering supervision; principal-agent; incentive system