

建设监理多任务委托代理模型

李红波, 赖应良, 刘亚丽

(昆明理工大学建筑工程学院, 云南 昆明 650500)

摘 要: 建设监理合同决定了业主与监理方之间的委托—代理关系. 建设监理利用信息优势隐匿真实的努力水平, 存在损害业主利益的“道德风险”. 为实现监理任务多个控制目标之间的协调均衡实现, 借助多任务委托代理最优合同模型, 分析了监理任务被观测的难易程度、建设监理努力边际成本的关联性和风险规避度对激励强度的影响, 进而制定了激励组合策略: ① 业主在对工程监理实施客观绩效评价, 同时引进主观绩效评价; ② 根据监理人的特质选择监理工程师; ③ 监理合同期划分为若干观测期, 监理过程引入竞争机制; ④ 将多任务间努力成本的替代性转化为互补性.

关键词: 建设监理; 多任务委托代理; 激励机制设计

中图分类号: TU201

文献标志码: A

文章编号: 1006-7930(2011)05-0660-05

业主委托监理工程师(建设监理)监督和管理设计单位、工程承包商、供货商, 形成业主与建设监理的委托代理关系. 业主和监理双方为确保工程目标的实现和满足双方利益的最大化, 既依赖于监理方的努力, 也受到工程外界风险(不确定因素)的影响. 在工程建设过程中, 当出现意外情况或工程预定目标未能实现时, 业主通常不能判定是由于监理方未能尽职责而产生还是由于外界的不确定因素造成. 由于监理方的努力程度是其私有信息, 在信息不对称的情况下, 不能排除工程监理事先承诺行动而在实施时偏离这个行动的“道德风险”, 并为自己获取利润. 当工程管理目标失败后, 监理方利用这些私有信息将失败的原因归结到外部因素或其他因素上. 信息不对称的局势使得本应合作达到各自目标最优化的结果产生利益冲突^[1].

另外, 工程相关规范规定的模糊性导致监理的努力弹性. 工程质量验收规范将质量控制条款非常清晰地划分为一般项目、主控项目和强制性条款, 规范中大量使用“应”, “宜”等模糊语言, 为工程管理各方的实际操作提供了巨大弹性空间. 规范之中除了黑体字标注的强制性条款外, 主控项目很多规定形同虚设, 一般项目更是可有可无, 不同程度的违规由此可找到法律依据, 即各方代理人采取工程质量验收规范中的强制性条款达标、主控项目或一般项目部分或全部不完全达标的行动策略. 工程监理采取两种行动策略“尽职尽责”努力工作与“监理不力”将导致工程质量的两种不同结果.

信息不对称导致业主不能完全知晓工程监理的行为, 监理工程师作为“经济人”, 参与经济活动的目标是自身效用的最大化, 并有“机会主义”的倾向. 在监理活动中表现为: 一是有偷懒的动机; 二是搭便车的行为; 三是风险规避. 部分研究表明^[2], 监理是世界银行项目成功的关键要素之一. 对于监理代理人来说, 业主应通过激励和监督措施来尽量减小非对称信息量, 加强对监理方的管理, 必须设计有效的激励机制.

1 问题描述

监理合同签订之初, 假定监理绩效可由双方观察到, 且有一致的条款认知, 对绩效的评价是客观的. 但在现实中, 委托人业主与代理人建设监理对绩效的评价往往是不一致的. 委托人明确工程的结果, 而代理人清楚自己的努力水平, 由委托人根据自己观察到的产出结果对代理人的努力水平做出主观的评价. 代理人在容易观测责任目标的方面愿意付出更多的努力, 在不可观测的责任目标方面不愿意付出努

收稿日期: 2010-10-18 修改稿日期: 2011-07-14

基金项目: 云南省自然科学基金资助项目(2008ZC029M)

作者简介: 李红波(1973-), 男, 湖北应城人, 博士后, 副教授, 主要从事建筑工程管理方面的研究.

力或懈怠工作^[3]。

代理人建设监理负责进度、成本、质量和安全控制等多重任务。比较而言, 工程建设进度、成本和安全控制的责任, 通过对工程进度、工程款支付以及安全状况的观察, 容易于观测; 而工程质量监控责任通常由于工程项目建设的工程量大、隐蔽工程多及承包商的刻意隐瞒等因素, 并不容易被观测到, 需要经过专业检测。为此, 根据任务被观测的难易程度, 把建设监理的多任务控制目标划分为两类: 第一类, 易于观测目标——进度、成本以及部分安全工程, 记为 x_1 ; 第二类, 不易于观测目标——质量与部分安全工程, 记为 x_2 。显然对这两类不同性质的目标, 应该给予不同的激励强度。否则, 由于多任务控制目标之间具有的成本替代性和建设监理的机会主义行为可能导致某些控制目标的偏离。本文运用多任务委托代理最优合同模型^[4], 讨论多任务监理目标之间的协调均衡的激励组合策略。

2 基本条件假设

模型建立假设条件:

(1) 理性假设。业主和监理方都是理性。通过项目为求取自身效用最大化是他们在建设监理和项目管理中行为的唯一动机, 取得利益是监理方尽职工作的驱动因素。业主支付资金报酬, 监理方付出技术和知识。在二者关系中, 监理方凭借自身拥有的技术和知识来获得利益, 存在信息不对称。

(2) 建设监理执行两类任务: 监理效果易于观测目标(进度、成本以及部分安全工程) x_1 和监理效果不易于观测目标(质量与部分安全工程) x_2 。建设监理完成两类任务要根据业主要求不同而采用两种各异的努力水平分别为 $e_i, i=1, 2$, 努力成本为 $C(e_1, e_2)$, 建设监理知晓自己的两类任务努力水平, 而业主不能观测到监理的努力水平, 但能观测两类任务的努力结果分别为 π_1 和 π_2 , 其中 $\pi_1 = e_1 + \varepsilon_1, \pi_2 = e_2 + \varepsilon_2, \varepsilon_i (i=1, 2)$ 是服从正态分布的随机变量, 反应外部随机因素干扰影响, 均值为 0, 方差为 $\sigma_i^2 (i=1, 2)$, σ_i^2 越大, 努力结果越难以观测。

努力成本 $C(e_1, e_2)$ 是严格的凸函数, $C_i = \frac{\partial C(e_1, e_2)}{\partial e_i} > 0, C_{ii} = \frac{\partial^2 C(e_1, e_2)}{\partial e_i^2} > 0$, 两类任务的依存关系表示为 $C_{ij} = C_{ji}$ 。若 $C_{12} = 0$, 表示监理在第一类任务努力程度的提高, 不会引起另一类任务努力边际机会成本的变化, 则两类监理任务相互独立; 若 $C_{12} < 0$, 体现两类监理任务相互关联, 第一类监理任务的完成能够促进另一类监理任务的完成, 即这两类监理任务是互补的; 若 $C_{12} > 0$, 表示第一类监理任务努力程度的提高, 引起另一类监理任务边际机会成本随之提高, 则两类监理任务相互替代。一般工程监理承担的两类任务间努力成本具有替代性关系。

(3) 业主采用线性激励函数方式对工程监理考核两类任务的完成情况。工程监理完成两类任务的报酬总收入 $\omega(\pi) = \alpha + \eta_1 \pi_1 + \eta_2 \pi_2$, 其中 α 为工程监理固定收入, $\eta_1 \pi_1 + \eta_2 \pi_2$ 为工程监理的激励报酬, $\eta_i (i=1, 2)$ 为业主对工程监理在任务 x_i 的努力边际激励强度, 即产出 π_i 每增加一个单位, 监理的报酬增加 η_i 单位。 $\eta_i = 0$ 意味着监理不承担任何风险, $\eta_i = 1$ 意味着监理承担全部风险。

(4) 业主风险中性, 业主的期望效用:

$$E[\pi_1 + \pi_2 - \omega(\pi)] = e_1 + e_2 - \alpha - \eta_1 \pi_1 - \eta_2 \pi_2 \quad (1)$$

(5) 工程监理是风险规避的, 其实际收入为:

$$\omega(\pi) - C(e_1, e_2) = \alpha + \eta_1 \pi_1 + \eta_2 \pi_2 - C(e_1, e_2)$$

建设监理的效用函数具有不变绝对风险规避特征, 令建设监理的效用函数为 $u = -e^{-\rho Y}$, 其中 ρ 为监理的绝对风险规避度, Y 为监理的纯收益。根据确定性等价原理, 若 $u(x) = Eu(y)$, 其中 y 为随机收入, x 称为 y 的确定性等价, 此时监理从随机收入 y 中得到期望效用与从确定收入 x 中得到相同效用。当建设监理风险中性时, 确定性等价等于随机收入的均值; 当监理风险规避时, 确定性等价等于随机收入的均值减去风险代理成本。设 $u(\bar{Y}) = Eu(Y)$, 则确定性等价收益 \bar{Y} 为随机收益 Y 的等价收益。因此, 建设监理的确定性等价收益为:

$$\bar{Y} = E(Y) - \frac{1}{2} \rho \eta_1^2 \sigma_1^2 - \frac{1}{2} \rho \eta_2^2 \sigma_2^2 \quad (2)$$

其中, $Y = \omega(\pi) - c(e_1, e_2) = \alpha + \eta_1 \pi_1 + \eta_2 \pi_2 - c(e_1, e_2)$, 其中 $\frac{1}{2} \rho \eta_1^2 \sigma_1^2$ 和 $\frac{1}{2} \rho \eta_2^2 \sigma_2^2$ 分别是建设监理在任务

x_1 和 x_2 上的风险成本, 进一步可以得到:

$$\bar{Y} = \alpha + \eta_1 \pi_1 + \eta_2 \pi_2 - c(e_1, e_2) - \frac{1}{2} \rho \eta_1^2 \sigma_1^2 - \frac{1}{2} \rho \eta_2^2 \sigma_2^2$$

(3)

根据 Kuhn-Tucker 一阶条件为:

$$\begin{cases} \frac{\partial \bar{Y}}{\partial e_1} = \eta_1 - \frac{\partial c}{\partial e_1} = 0 \\ \frac{\partial \bar{Y}}{\partial e_2} = \eta_2 - \frac{\partial c}{\partial e_2} = 0 \end{cases} \quad \text{得:} \quad \begin{cases} \eta_1 = \frac{\partial c}{\partial e_1} \\ \eta_2 = \frac{\partial c}{\partial e_2} \end{cases}$$

(4)

3 激励模型及求解

建设监理选择最优努力水平 e_1^* 与 e_2^* , 以获得确定性等价最大化纯收益, 即最优激励必须满足激励相容约束条件(IC), 同时, 如果监理的保留收益水平为 \bar{Y} , 则当确定性收益小于 \bar{Y} 时, 监理不接受任务或懈怠任务, 因而, 最优激励还要满足参与约束条件(IR). 因此, 激励机制优化设计模型为:

$$\max E[\pi_1 + \pi_2 - Y(\pi_1, \pi_2)] = e_1 + e_2 - \alpha - \eta_1 e_1 - \eta_2 e_2$$

(5)

S. T:

$$\begin{cases} \text{(IC)} \eta_1 = \frac{\partial c}{\partial e_1}, \eta_2 = \frac{\partial c}{\partial e_2} \\ \text{(IR)} \alpha + \eta_1 e_1 + \eta_2 e_2 - c(e_1, e_2) - \frac{1}{2} \rho \eta_1^2 \sigma_1^2 - \frac{1}{2} \rho \eta_2^2 \sigma_2^2 \geq \bar{Y} \end{cases}$$

(6)

工程监理完成任务取得收益是相对确定性等价收益, 而业主不会因为第二类任务的努力而给予工程监理更多的报酬, 所以在最优情况下, 参与约束条件取等式, 因此, 求最优值函数表达转换为:

$$\max [e_1 + e_2 - c(e_1, e_2) - \frac{1}{2} \rho \eta_1^2 \sigma_1^2 - \frac{1}{2} \rho \eta_2^2 \sigma_2^2 - \bar{Y}]$$

(7)

根据 Kuhn-Tucker 一阶条件求导得到最优条件:

$$\begin{cases} 1 - \eta_1 - \eta_1 \rho \sigma_1^2 \frac{\partial^2 c(e_1, e_2)}{\partial e_1^2} - \eta_2 \rho \sigma_2^2 \frac{\partial^2 c(e_1, e_2)}{\partial e_1 \partial e_2} = 0 \\ 1 - \eta_2 - \eta_2 \rho \sigma_2^2 \frac{\partial^2 c(e_1, e_2)}{\partial e_2^2} - \eta_1 \rho \sigma_1^2 \frac{\partial^2 c(e_1, e_2)}{\partial e_1 \partial e_2} = 0 \end{cases}$$

(8)

解方程组(8)得

$$\eta_1 = \frac{1 + \rho \sigma_2^2 C_{22} - \rho \sigma_2^2 C_{12}}{1 + \rho \sigma_1^2 C_{11} + \rho \sigma_2^2 C_{22} + \rho^2 \sigma_1^2 \sigma_2^2 C_{11} C_{22} - \rho^2 \sigma_1^2 \sigma_2^2 C_{12}^2}$$

(9)

$$\eta_2 = \frac{1 + \rho \sigma_1^2 C_{11} - \rho \sigma_1^2 C_{12}}{1 + \rho \sigma_1^2 C_{11} + \rho \sigma_2^2 C_{22} + \rho^2 \sigma_1^2 \sigma_2^2 C_{11} C_{22} - \rho^2 \sigma_1^2 \sigma_2^2 C_{12}^2}$$

(10)

其中: $C_{11} = \frac{\partial^2 c(e_1, e_2)}{\partial e_1^2}, C_{12} = \frac{\partial^2 c(e_1, e_2)}{\partial e_1 \partial e_2}, C_{22} = \frac{\partial^2 c(e_1, e_2)}{\partial e_2^2}.$

4 模型结果分析

1) 建设监理努力的可观测性或观测程度对激励强度影响

$$\sigma_i^2 \text{ 分别对式(9)、(10)求导, 得 } \frac{\partial \eta_1}{\partial (\sigma_1^2)} \leq 0, \frac{\partial \eta_1}{\partial (\sigma_2^2)} \leq 0, \frac{\partial \eta_2}{\partial (\sigma_1^2)} \leq 0, \frac{\partial \eta_2}{\partial (\sigma_2^2)} \leq 0. \text{ 结果表明, } \eta_i \text{ 是 } \sigma_i^2 \text{ 递减函数.}$$

当对两类监理任务实施激励时, 对其中之一任务的激励不仅取决于该任务努力的可观测性, 且取决于其他任务的可观测性. σ_i^2 越大, 可观测性越小, 业主对自然状态认识的不确定性越大, 与监理之间的信息不对称性增加, 降低边际激励强度 η_i 是最优选择. 因为给定 η_i , σ_i^2 越大, 监理的风险成本越高, 最优的风险分担要求 η_i 越小.

比较而言, 建设监理在进度、成本以及部分安全工程监控努力被业主可直接观测, 则 σ_1^2 为有限值, 在质量与部分安全工程监控方面的努力不易被观测, 则 σ_2^2 很大, 考虑完全不可测极端情形下取无限值, 此时 $\eta_2 = 0$. 随着第二类任务被观测的不确定性增加, 业主无法根据在第二类任务方面的努力激励监理或监理的努力行为的被观测难度加大致使监督代理成本增加, 导致业主对监理在第二类任务方面的努力激励强度降低, 对质量与部分安全工程监控方面的努力的激励强度系数将越来越小, 完全不可观测情

况下, 激励强度系数趋于零^[5]. 此时, 固定总价合同为最优合同. 但在信息不对称情况下 ($0 < \sigma_i^2 < +\infty$), 建设监理必须承担一定的风险, 当两类任务监控上努力成本不具有完全的替代性条件下, 激励合同一般要优于固定总价合同.

2) 建设监理风险规避度对激励强度的影响

风险规避度 ρ 分别对式(9)、(10)求导, 得到 $\frac{\partial \eta_i}{\partial \rho} \leq 0$, $\frac{\partial \eta_j}{\partial \rho} \leq 0$, 表明 η_i 是 ρ 递减函数, 监控风险规避度越大, 业主对监控的激励强度 η_i 应该越小.

3) 建设监理努力边际成本关联性对激励强度的影响

对 η 关于 C_{11} 、 C_{22} 分别求偏导, 得 $\frac{\partial \eta_1}{\partial C_{11}} \leq 0$, $\frac{\partial \eta_1}{\partial C_{22}} \geq 0$; $\frac{\partial \eta_2}{\partial C_{11}} \geq 0$, $\frac{\partial \eta_2}{\partial C_{22}} \leq 0$, 表明, 其中之一类监控任务的努力激励强度 η 是该任务努力边际成本变化率 C_{ii} 的递减函数, 且是另一类任务努力边际成本变化率 C_{jj} 的递减函数 ($i, j = 1, 2$ 且 $i \neq j$). 一类监控任务的努力边际成本变化率越大, 对该任务努力的激励强度会减弱, 而对另一类任务的努力激励强度随之增强.

(1) 当 $C_{12} = 0$, 两类监控任务在努力成本关联性上完全独立, 业主对监控在进度、成本以及部分安全工程监控方面的绩效奖励不影响监控在质量与部分安全工程监控方面的努力, 反之亦然. 对两类监控任务努力的边际激励强度也是相互独立, 与单任务的委托代理模型结论一致.

(2) 当 $C_{12} < 0$, 两类监控任务在努力成本关联性上互补关系, $\frac{\partial \eta_1}{\partial C_{12}} < 0$, $\frac{\partial \eta_2}{\partial C_{12}} < 0$, η_i 是 C_{12} 的递减函数, 即 $|C_{12}|$ 越大, η 越大. 这表明, 业主对工程监理在一类任务上努力激励得到加强, 建设监理在提高第一类任务的努力程度的同时也会加强对第二类任务的努力.

(3) 当 $C_{12} > 0$, 两类监控任务在努力成本关联性上成替代关系. 由于监控完成第二类任务的监督效果的不可观测性和承担任务成本的替代性, 强调对第一类任务努力的激励将会诱使监控对其投入过多的努力而忽视工程质量和安全监督任务的努力, 从而导致激励机制激励效能的弱化.

5 激励组合策略

(1) 由于建设监理努力的可观测性或观测程度影响激励强度, 可根据显性契约监控合同对监控实施客观绩效评价, 同时引进主观绩效评价^[6]. 按照绩效评价理论, 若业主的真正目标不能进入显性契约时, 业主要需要另一个可进入显性契约的替代目标, 并根据替代目标来给建设监理报酬, 这就是所谓客观绩效评价. 然而, 在多任务环境中, 存在着不易观测业绩的任务时, 基于业绩的报酬激励(客观绩效评价), 由于任务间的替代性, 极易导致激励效率低下. 因此, 为实现业主效用的帕累托最优, 在基于客观业绩评价的显性激励中, 辅以一定的主观业绩评价指标, 能够有效缓解因单纯采用客观业绩评价可能导致的激励扭曲, 从而更好地发展显性激励的作用.

(2) 由于风险规避度 ρ 与建设监理的特质直接相关. 监理的特质决定其本身能力水平、绝对风险规避度和努力成本系数. 其中, 建设监理的能力(可用学历、经验等来鉴别)越强, 能力水平越高; 个性特征越富于“冒险”(可理解为有魄力、敢于承担责任等), 绝对风险规避度越小; 越有创业精神(即不计较个人得失), 努力成本系数越小. 因此, 从这个意义上讲, 业主如何选择一个在素质上适合自己工程特点的人承担建设监理将是激励机制发挥其应有效率的前提. 一般地, 为充分发挥激励机制效率, 业主应选择具有一定学历、经验丰富、敢于承担风险以及具有创业精神的建设监理.

(3) 在显性契约监控合同生效前, 业主与建设监理双方达成合同前信息就是不对称的. 产生的原因是: 建设监理拥有私人信息而业主不可能完全知晓工程监理的私人信息, 业主不知道监理的特质类型和能力强弱. 另一个不对称信息是第二类监控任务目标观测信息存在不确定性因素. 在这两类信息不对称前提下, 契约合同本身就不具有完备性, 契约跨时越长, 不确定性影响因素越多且影响会越来越复杂, 最优的激励强度往往越难以确定. 因此, 可考虑将监控合同期划分为若干观测期, ①通过前期工作可观测工程监理的私人信息及其努力情况的透明度; ②监控过程中引入竞争机制, 促使建设监理自我约束、自我监督, 累积好的声誉, 争取后期监控合同. 监控合同期划分为若干观测期一方面可促使监理工程师努力实现更优的监控责任, 另一方面实现了业主对监理的动态激励.

(4)在多任务环境下,导致激励效能弱化,主要原因在于承担任务之间努力成本的替代性.因此,解决激励效能弱化问题需要将多任务间努力成本的替代性转化为互补性.Desgagne^[7]从监视人的角度提出了可借鉴的思路:即对可观测程度高(方差小)的第一类监理目标(如进度、成本、部分安全工程)实施定期监查,而对可观测程度低的第二类监理目标(如质量)实施不定期检测.只有当第一类监理目标实现程度高时,才对第二类监理目标进行评估核查.如果第二类监理目标经检测未达到要求,则有一定程度的惩罚,此时监理方的收入将低于第二类目标不被评估核查时的所得.在这种监督激励措施下,监理方不仅会努力改善第一类监理目标的实现程度,以期望第二类监理目标被评估核查;同时由于第二类监理目标未达到要求时,监理方会受到惩罚导致其收入/效用的降低,从自身利益最大化角度出发,监理方兼顾这两类控制目标的实现程度,从而有利于实现多监理任务之间的协调均衡实现.通过监督激励机制设计将多目标之间的成本替代性转化为成本互补性,在这种情况下,业主通过提高激励强度促使工程监理进一步改善目标实现程度,业主和监理方的收益/效用都会提高.

参考文献 References

- [1] 项 勇, 任 宏. 非对称信息下工程监理管理绩效理论分析[J]. 重庆建筑大学学报, 2006, 28(1): 115-119.
XIANG Yong, REN Hong. Analysis of Management Performance between Owner and Supervisor under Asymmetric Information[J]. Journal of Chongqing Jianzhu University, 2006, 28(1): 115-119.
- [2] LAVAGNON A Ika, AMADOU Diallo, DENIS Thuillier. Critical success factors for World Bank projects: An empirical investigation[J]. International Journal of Project Management, 2011, (In Press, Available online).
- [3] VEIKKO Thiele. Task-specific abilities in multi-task principal-agent relationships[J]. Labour Economics, 2010, 17(4): 690-698.
- [4] PHILIP Bond, ARMANDO Gomes. Multitask principal-agent problems: Optimal contracts, fragility, and effort misallocation[J]. Journal of Economic Theory, 2009, 144(1): 175-211.
- [5] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 2004: 473-480.
ZHANG Wei-ying. Games Theory and Information Economics[M]. Shanghai: Shanghai Renmin Press, 2004: 473-485.
- [6] VEIKKO Thiele. Performance measurement in multi-task agencies[J]. Research in Economics, 2007, 61(3): 148-163.
- [7] BERNARD Sinclair-Desgagne. How to restore higher-powered incentives in multitask agencies[J]. The Journal of Law, Economics and Organization, 1995(15): 413-418.

Multi-task principal-agent relationships model for construction supervision

LI Hong-bo, LAI Ying-liang, LIU Ya-li

(Kunming Univ. of Sci. & Tech, Kunming 650500, China)

Abstract: The proprietor and supervisors establish principal-agent relationships by construction supervision contract. Construction supervisor obscures the effort advantage in information, and may bring about moral hazard damages to the interests of principal. In order to coordinate and improve multi-objective supervision tasks, by multi-task principal-agent optimal contract model, the paper indicated that the observable contributions and marginal cost of supervisors' efforts and their coefficient of risk aversion may affect incentive intensity. The incentive strategies portfolio are as following: ① to assess both the objective and subjective performance of supervisors' effort, ② to select supervisors by characteristics, ③ to adopt construction contract periods and introduce competition mechanisms in process of supervision, ④ to translate alternation of multi-task effort cost into its complementation.

Key words: construct supervision; multi-task principal-agent; incentive mechanism design