

工程监理委托代理关系中激励约束 与参与约束的研究

秦旋

(华侨大学土木工程学院, 福建泉州 362021)

[摘要] 基于委托—代理理论对工程监理委托—代理关系中的激励约束与参与约束进行若干拓展研究, 与参与约束(IR)相比, 激励相容约束(IC)更为重要, 一个机制不满足激励约束, 那将是一个无效机制。业主想要提高工程监理制度的运作效率, 就必须通过相应的激励措施诱使工程师努力工作, 使“道德风险”得以抑制, 为我国工程监理制度的健康发展提供了有益的启示。

[关键词] 工程监理; 业主; 工程师; 委托代理; 激励相容约束; 参与约束

[中图分类号] F224.32 [文献标识码] A [文章编号] 1009-1742(2007)04-0045-05

工程建设监理是指社会化、专业化的工程建设监理单位接受业主的委托和授权, 根据国家批准的建设文件、有关工程建设的法律、法规、委托监理合同以及其他工程建设合同对项目的建设进行监督管理活动。工程监理作为一种制度在我国建筑业的改革和发展中发挥了重要作用。

由于工程建设监理具有委托性, 因而利用委托代理理论来分析工程监理制中业主与工程师之间的委托—代理关系, 文献[1~4]都作了一定的探讨。但是由于目前我国建筑市场并不是完全竞争的市场经济, 实际建筑市场中常存在不满足委托—代理模型中激励相容约束(IC)与参与约束(IR)的情况, 委托代理又有什么特征呢? 以及这些特征是否能够揭示目前困惑建筑市场的一些问题的本质呢? 笔者从这个角度对业主与工程师之间委托—代理模型中的IC与IR进行研究, 通过研究来揭示造成目前我国工程监理力度不够等问题的根本原因。

1 业主与工程师之间的委托—代理模型

根据霍姆斯特姆和米尔格罗姆(Holmstrom and Milgrom, 1987年)的基于分布函数的参数化方法

模型^[5,6], 构造业主与工程师的委托—代理模型。

假设1 工程师的工作成果为 π , 有不确定性, 即他的产出不仅是由自身努力水平 e 决定, 同时还有不受工程师和业主控制的外界客观条件, 即外生随机变量 θ 来共同决定。

假设2 业主可以选择报酬函数即薪酬制度。

假设3 工程师的努力水平是连续变量, 假定 e 是一个一维连续努力变量。

假设4 假定业主是风险中性的, 工程师是风险规避的。

分析在这些假设条件下的委托代理博弈模型。设工程师的产出函数 π 与努力水平 e 成线性关系: $\pi = e + \theta$, 其中 θ 是均值为0、方差等于 σ^2 的正态分布随机变量, 代表外生的不确定性因素。因此 $E(\pi) = E(e + \theta) = e$, $\text{Var}(\pi) = \sigma^2$, 式中 $E(\pi)$, $\text{Var}(\pi)$ 分别为 π 的期望值和方差, 假设两人之间采用了线性合同: $s(\pi) = \alpha + \beta\pi$, 其中 $s(\pi)$ 是工程师的总报酬, α 是工程师的固定收入(与 π 无关), β 是工程师分享的产出份额, 即报酬激励强度系数。 $\beta = 0$ 意味着工程师不承担任何风险, $\beta = 1$ 意味着工程师承担全部风险。假定业主的 $V - N - M$ 期望效用函数为 $v(\pi - s(\pi))$, 业主是风险中性的, 给定 $s(\pi) = \alpha +$

$\beta\pi$, 业主的期望效用等于期望收入:

$$E[v(\pi - s(\pi))] = E(\pi - \alpha - \beta\pi) = -\alpha + E[(1 - \beta)\pi] = -\alpha + (1 - \beta)e \quad (1)$$

假定工程师的效用函数具有风险规避特征, 即 $u = -e^{-\rho\omega}$, 其中 ρ 是绝对风险规避度量, ω 是实际货币收入。工程师努力的成本 $c(e) = be^2/2$, b 代表成本系数, b 越大, 则同样的努力 e 带来的负效用越大。由于工程师是风险规避的, 确定性等价收入等于随机收入的均值减去风险成本^[5]。故确定性等价收入为

$$E(\omega) - \rho\beta^2\sigma^2/2 = \alpha + \beta e - \rho\beta^2\sigma^2/2 - be^2/2 \quad (2)$$

其中 $E(\omega)$ 是工程师的期望收入, $\rho\beta^2\sigma^2/2$ 是工程师的风险成本, 当 $\beta = 0$ 时, 工程师的风险成本为零。考虑工程师有正值的机会成本, 即保留收入水平, 令 $\bar{\omega}$ 为工程师的保留收入水平, 如果工程师的确定性等价收入小于 $\bar{\omega}$, 工程师将不接受监理委托。因此, 工程师的参与约束表示为

$$\alpha + \beta e - \rho\beta^2\sigma^2/2 - be^2/2 \geq \bar{\omega} \quad (\text{IR})$$

而 IC 分为信息对称情况和信息不对称情况。

1.1 信息对称情况

在信息对称情况下, 业主可以观测到工程师的努力水平 e , 此时 IC 不起作用, 任何水平的 e 都可以通过满足 IR 的强制监理合同 $s(\pi)$ 实现。此时, 业主的问题是确定线性合同的参数 α , β 和工程师的行为 e 来实现自己的期望效用最大化。

最优化问题的数学模型为

$$\max_{\alpha, \beta, e} E(v) = -\alpha + (1 - \beta)e$$

$$\text{s.t. } \alpha + \beta e - \rho\beta^2\sigma^2/2 - be^2/2 \geq \bar{\omega} \quad (\text{IR})$$

在最优情况下, 式 IR 成立。可以得到最优解:

$$e^* = 1/b, \beta^* = 0,$$

$$\alpha^* = \bar{\omega} + b(e^*)^2/2 = \bar{\omega} + 1/2b \quad (3)$$

$\beta^* = 0$, 即工程师不承担任何风险即风险成本为零, 工程师的收入与产出无关; $\alpha^* = \bar{\omega} + 1/2b$ 表示业主支付给工程师的固定收入等于工程师的保留收入加上努力的成本, 且工程师努力成本越高, 业主支付的报酬越高; $e^* = 1/b$, 意味着实现了帕累托 (Pareto) 最优努力水平。因为信息对称, 业主可以观测到工程师的努力水平, 只要业主观测到工程师选择了 $e < 1/b$, 就支付 α ($\alpha < \bar{\omega} < \alpha^*$), 工程师就一定会选择 $e^* = 1/b$ 。

1.2 信息不对称情况

在信息不对称情况下, 业主不能观察到工程师的努力水平 e , 此时工程师将选择最大化自己确定

性等价收入, 对式 (2) 进行一阶求导可得 $e = \beta/b$ 。

此时工程师的 IC 为 $e = \beta/b$, 这时, 业主的问题是选择参数 α, β 来实现自己的期望效用最大化。此时最优化问题的数学模型为

$$\max_{\alpha, \beta} E(v) = -\alpha + (1 - \beta)e$$

$$\text{s.t. } \alpha + \beta e - \rho\beta^2\sigma^2/2 - be^2/2 \geq \bar{\omega} \quad (\text{IR})$$

$$e = \beta/b \quad (\text{IC})$$

将式 IR 和式 IC 代入目标函数, 并进行一阶求导可以得到

$$\beta = 1/(1 + b\rho\sigma^2) > 0 \quad (4)$$

$\beta > 0$, 即报酬激励系数必须大于零, 意味着工程师必须承担一定的风险, 且 β 是 ρ, σ^2 和 b 的递减函数。由此可知, 努力水平可观测时, $\beta = 0$, 最优努力水平为 $e = 1/b$; 当努力水平不可观测时, $\beta > 0$, 帕累托最优风险分担和最优努力水平都无法实现, 此时工程师的最优努力水平为

$$e = \beta/b = 1/b(1 + b\rho\sigma^2) < 1/b \quad (5)$$

信息不对称下工程师的最优努力水平严格小于信息对称情况下的努力水平。当业主不能观测到 e 时, 工程师将选择 $e < e^*$ 以改进自己的福利水平, 而将责任归咎于不利的外生变量 θ 的影响 (一些不可控制的客观条件包括自然条件), 从而逃避业主的指责。这就是“道德风险”问题。

综上所述, 当业主能够观测到工程师的努力水平 e 时, 双方信息是对称的, 帕累托最优风险分担和最优努力水平都可以实现, 此时最优合同为: 不考虑激励机制 ($\beta^* = 0$), 工程师不承担任何风险, 业主支付给工程师的固定收入为 $\alpha^* = \bar{\omega} + 1/2b$ (工程师的保留收入加上努力的成本), 最优努力水平 $e^* = 1/b$; 当业主不能观测到工程师的努力水平 e 时, 存在信息不对称, 此时帕累托最优无法实现, 此时的最优合同为: 设计一定的激励机制 ($\beta^* > 0$), 由工程师承担一定的风险, 工程师的最优努力水平小于信息对称情况下的努力水平, 业主通过激励机制的选择和设计诱使工程师努力工作, 最大化自己的期望收入。

1.3 信息不对称情况下模型的进一步分析

1) 信息对称情况下, 业主的期望收入为

$$E(v) = -\alpha + (1 - \beta)e = 1/2b - \bar{\omega} \quad (6)$$

此时工程师的实际收入等于确定性等价收入, 即

$$W = \alpha + \beta e - \rho\beta^2\sigma^2/2 - be^2/2 = \bar{\omega} \quad (7)$$

2) 信息不对称情况下, 业主的期望收入为

$$E(v) = \beta/b - \rho\beta^2\sigma^2/2 - b(\beta/b)^2/2 - \bar{\omega} =$$

$$1/2 b(1 + b\rho\sigma^2) - \bar{\omega} \quad (8)$$

工程师的实际收入为

$$W = \bar{\omega} + \rho\beta^2\sigma^2/2 = \bar{\omega} + \rho\sigma^2/2(1 + b\rho\sigma^2)^2 \quad (9)$$

式(6)与式(8)比较可知,信息不对称情况下业主的期望收入小于信息对称时的期望收益;式(7)与式(9)比较可知,信息不对称情况下工程师的实际收入大于信息对称时的实际收入。由此可以得出:由于信息不对称,作为委托人的业主(信息劣势的一方)的利益会受到一定的损害,相应地作为代理人的工程师(信息优势的一方)会降低努力水平从而使自己的实际收入增加。

2 激励相容约束与参与约束的拓展研究

在信息不对称客观存在的情况下,基本的委托—代理模型:

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \beta} E(v) &= -\alpha + (1 - \beta)e \\ \text{s.t. } \alpha + \beta e - \rho\beta^2\sigma^2/2 - be^2/2 &\geq \bar{\omega} \quad (\text{IR}) \\ e &= \beta/b \quad (\text{IC}) \end{aligned}$$

该模型是典型的理想市场经济条件下的委托—代理模型,适用于工程师(或代理人)可以自由决定是否接受委托,而业主在工程师接受报酬方案和允许工程师最大化自己的效用的前提下最大化自己效用。换句话说,业主的报酬方案必须首先被工程师接受 IR,同时十分重视对工程师的激励 IC。但实际的经济环境并非如此,目前我国建筑市场中时常存在不满足式(IC)与式(IR)的情况,那么此时的委托代理模型有又有什么特征呢?这些特征又能揭示什么呢?有必要对业主与工程师之间委托—代理模型中的 IC 与 IR 做进一步的探讨。

2.1 参与约束和激励相容约束均成立

基本的委托—代理模型属于这种比较理想的情况。对该模型求解可得出最优化问题的解, $\beta_1 = 1/(1 + b\rho\sigma^2)$, $e_1 = \beta/b = 1/b(1 + b\rho\sigma^2)$; 业主的最大期望收益 $E(v_1) = 1/2 b(1 + b\rho\sigma^2) - \bar{\omega}$, 业主付给工程师的最优产出分享 β_1 、工程师的最优努力 e_1 以及业主的最大期望收益都与工程师努力工作的成本系数 b 、风险规避度 ρ 和产出方差 σ^2 有关。

2.2 参与约束不成立

参与约束式(IR)不成立,这种情况可以描述为:工程师对是否接受委托人的合同没有选择的自由,而是必须接受。这时仅仅考虑业主对工程师的激励,允许工程师最大化自己的效用。也可以把这

种情况理解为业主垄断了建筑市场,目前我国建筑市场是买方市场,有这方面的特质。

将模型中激励相容约束条件式(IC)代入目标函数,得 $E(v) = -\alpha + (1 - \beta)\beta/b$ 。

通过求解可以得到 $\beta_2 = 1/2$, $e_2 = 1/2b$, $E(v_2) = -\alpha + 1/4b$ 。

业主给付工程师的最优产出分享 β_2 为 0.5, 工程师的最优努力 e_2 以及业主的最大期望收益与工程师的努力成本系数 b 有关。成本系数 b 越大,工程师努力水平越低,业主的期望收益越小,当 $b \geq 1/4\alpha$ 时,业主的收益会出现为零甚至为负的情况。

2.3 激励相容约束不成立

激励相容约束式(IC)不成立,这种情况可以描述为:工程师有权决定是否接受业主的委托,业主只关心工程师是否愿意接受合同,而对工程师接受合同之后是否努力工作不予重视。我国工程监理在不同程度上存在这些情况,如监理取费固定,工程实行监理仅仅是用于应付检查和规章制度等,这种情况下委托、代理双方的行为及收益分析如下:

将基本模型里的参与约束条件(IR)变形成 $-\alpha$ 的等式表达式,然后代入目标函数,可得

$$E(v) = e - \rho\beta^2\sigma^2/2 - be^2/2 - \bar{\omega}.$$

对上式进行 e, β 求导并令之为 0, 得

$$\beta_3 = 0, e_3 = 1/b.$$

将 e_3, β_3 代入(IR)约束条件和目标函数,可得 $\alpha_3 = 1/2b + \bar{\omega}$, $E(v_3) = e - be^2/2 - \bar{\omega}$ 。

在这种情况下, $\beta_3 = 0$ 即业主只支付给工程师固定报酬,工程师是否努力工作从报酬上是没有区别的,因此考虑到付出努力带来的成本,工程师从最大化自己收益的角度出发,将会选择最优努力为 0。由于工程师不付出努力,业主的收益为 $-\bar{\omega}$, 即白白为工程师支付了满足参与约束所需的最低报酬,而业主雇佣工程师的目标却没有实现。

2.4 参与约束和激励相容约束均不成立

参与约束式(IR)和激励相容约束式(IC)均不成立,可描述为:工程师既没有权利决定是否接受业主的合同,同时积极性也得不到尊重和激励。

显然,对委托代理关系模型中的目标函数进行分析可得: $\alpha_4 = 0, \beta_4 = 0, e_4 = 0, E(v_4) = e_4$ 。

这种情况下业主的收益靠工程师的努力,而工程师因为得不到来自业主的任何激励,努力程度必然为零,业主的收益也必然为零,此时业主的最好决策就是不雇佣工程师。

3 上述结论的分析

第一种情况。式 (IR) 和式 (IC) 均成立, 此时工程师的选择权受到尊重, 业主重视激励, 工程师的努力程度与其成本系数 b 、风险规避度 ρ 和产出方差 σ^2 有关。

第二种情况。式 (IC) 成立而式 (IR) 不成立, 工程师的选择权得不到尊重, 业主重视激励。对照第一种情况和第二种情况最优解的表达式, 可知: **a.** 当 $b\rho\sigma^2 = 1$ 时, $e_1 = e_2$, 即工程师在两种情况下的最优努力水平是相等的; **b.** 当 $b\rho\sigma^2 > 1$ 时, $e_1 < e_2$ 且 $E(v_1) \leq E(v_2)$ (当 $\bar{\omega} = 0$ 时等号成立), 表明在第二种情况下工程师比在第一种情况下更加努力工作, 业主的收益也越大; **c.** 当 $b\rho\sigma^2 < (1 - 4b\bar{\omega}) / (1 + 4b\bar{\omega}) \leq 1$ 时, $e_1 > e_2$ 且 $E(v_1) \geq E(v_2)$ (当 $\bar{\omega} = 0$ 时等号成立), 工程师在第一种情况下比在第二种情况下更加努力工作, 业主的收益也越大。第二种情况中业主的收益会随参数不同大于或小于第一种情况中的收益。

第三种情况。式 (IR) 成立而式 (IC) 不成立, 工程师的选择权受到尊重, 业主不重视激励, 工程师的努力程度为零, 业主的收益为负。

第四种情况。式 (IR) 和式 (IC) 均不成立, 工程师的选择权得不到尊重, 业主不重视激励, 工程师的努力程度为零, 业主的收益为零。

IC, IR 均成立和 IR 不成立在不同的条件下各有所长。而 IC 不成立和 IC, IR 均不成立下的结果都非常糟糕, 由于业主忽视了对工程师的激励, 工程师的努力水平平均为零, 最终使包括业主在内的双方利益都受到了损害, 因而是无效机制。

通过对工程监理委托—代理关系中式 (IC) 和式 (IR) 的深入研究, 得到一个结论: 与 IR 相比, IC 更为重要。也就是说如果一个机制不满足激励要求, 将是一个无效的机制。业主要想提高工程监理这一机制运作的有效性, 就必须通过相应的成本付出, 减轻工程师采取机会主义行为的动机, 以达到使工程师如实缴约的目的, 从而使道德风险得以抑制^[7, 8]。

4 实例

我国建筑市场上监理单位主要是通过竞争方式来获取工程项目, 当前建筑市场竞争如此激烈, 因此可以认为监理单位的机会成本, 即保留收入水平

$\bar{\omega} = 0$, 只要监理单位的确性等价收入不小于 0, 监理单位都会接受监理委托。换句话说, 当前建筑市场中参与约束可以认为是满足的。但是, 业主为了追求降低投资成本, 而忽略了一些应有的激励措施。

福州某房地产开发投资公司分别于 2002 年、2004 年分两期连续投资开发某生态小区, 两期投资额均在 7 600 万元左右, 项目一期、二期分别由甲、乙两家甲级监理公司承担监理任务。一期工程的监理报酬按照固定报酬模式, 在一期的监理过程中, 由于业主不满意甲监理公司的监理服务, 2004 年项目二期开发时监理更换为另一家同样资质等级的乙监理公司, 二期工程的监理报酬由两部分组成, 包括固定报酬和奖励报酬, 奖励报酬主要是根据项目的质量情况、按时完工情况、成本造价情况、是否符合合同要求等, 进行评价作为进行奖励的依据。由于两期投资额相差不大, 给予两家监理公司的固定报酬部分实际上相差也不大, 但是实际的监理效果却大相径庭。实践证明, 由于房地产开发公司在二期开发过程中采取了激励措施, 乙监理公司努力工作, 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。

实际上, 由于报酬激励不同, 监理公司的努力水平也不同, 最终监理的绩效也不同。假设上述甲监理公司的风险规避度 $\rho = 0.4$, 努力成本系数 $b = 0.5$, 外生随机变量方差 $\sigma^2 = 0.18$, 乙监理公司的风险规避度 $\rho = 0.3$, 努力成本系数 $b = 0.4$, 外生随机变量方差 $\sigma^2 = 0.18$, 假定甲乙两监理公司的保留收入均为 $\bar{\omega} = 0$ 。甲公司在没有激励的情况下 ($\beta = 0$), 业主只支付固定报酬, 此时监理单位是否努力工作从报酬上是没有区别的, 因此考虑到努力带来的成本支出, 监理单位从最大化自己收益的角度出发, 选择不努力工作, 即 $e \rightarrow 0$ 。由于监理单位没有付出努力, 业主的收益为负, 此时业主白白为监理单位支付了固定的监理报酬, 而雇佣监理的目的却没有实现。而乙监理单位在有激励的情况下, 努力水平 $e = \beta / b = 1 / b(1 + b\rho\sigma^2) = 2.45 > 0$, 业主的最大期望收益 $E(v) = 1/2b(1 + b\rho\sigma^2) - \bar{\omega} = 1.225 > 0$ 。

计算表明, 由于房地产开发公司选择了乙监理公司之后, 并给了一定的激励措施, 使乙监理单位愿意付出较高的努力水平, 进而获得较好的监理效果, 实现了业主的目标。

5 结语

目前对监理费的取费基本上实行的是固定费率，按照工程建设成本的百分比计算。这种监理费率固定取值的方法不利于工程师努力工作，因为在信息不对称情况下，工程师拥有信息优势，并可以利用这些优势，采取“偷懒”或其他机会主义行为来满足自我目标，从而损害业主的利益，其结果会直接影响工程项目最终目标的实现。因此，业主为了克服信息不对称下的代理风险、提高期望收益，就必须对工程师提供足够的激励，适当的激励能够诱使工程师在工作中发挥他们的积极性和创造性。

一个制度或政策在制定阶段是最优的，而且在制定之后的执行阶段也应该是最优的。在经历了国家大力扶持和推行之后的工程监理制，必将进入完全市场化运作，如何能够实现推行工程监理制度的初衷，使工程监理制度能够很好的继续下去，实现业主的利益最大化和监理单位的长期利益，以达到“双赢”是一个值得关注的问题。

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, 160(4): 142~146
- [2] 曹玉贵. 工程监理制度下的委托—代理分析[J]. 系统工程, 2005, 23(1): 33~36
- [3] 王艳, 黄学军. 工程建设监理的博弈分析[J]. 中南工业大学学报, 2001, (增刊): 176~178
- [4] 王晓州. 建设项目委托代理关系的经济学分析及激励与约束机制设计[J]. 中国软科学, 2004, 160(6): 77~82
- [5] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 三联书店, 上海人民出版社, 1996
- [6] 让—雅克·拉丰, 大卫·马赫蒂摩. 激励理论——委托代理模型[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2002
- [7] 秦旋. 非对称信息下工程监理制度中的激励模型分析[J]. 华侨大学学报(社科版), 2005, 66(1): 41~46
- [8] 曹玉贵, 杨忠直. 基于非对称信息的工程监理激励机制研究[J]. 中国工程科学, 2005, 7(10): 69~72

A Study About IC and IR in Principal-agent Relationship Under the Engineer Supervision Institution

Qin Xuan

(Dept. of Civil Engineering, National Huaqiao University, Quanzhou, Fujian 362021, China)

[Abstract] According to principal-agent theory, the Incentive compatibility constraint (IC) and the participation constraint (IR) in principal-agent relationship between employer and engineer are analyzed. The conclusions are drawn: The incentive compatibility constraint (IC) is more important than participation constraint (IR), If the mechanism doesn't satisfy the needs of IC, then it will be inefficient. If the employer wants to improve the engineer supervision institution, it must adopt incentive mechanisms which can make the engineer work hard, in the mean time the incentive mechanisms play efficient roles in solving the moral hazard. This paper will provide some implications for engineer supervision development in China.

[Key words] engineer supervision; employer; engineer; principal-agent; incentive compatibility constraint (IC); participation constraint (IR)