

# 博弈论在施工企业管理中的应用\*

简迎辉, 欧阳红祥

(河海大学 商学院, 南京 210098)

**摘要:**在介绍建设项目特殊性和施工项目实施中存在信息非对称性的基础上,揭示了项目经理可能存在的机会主义行为和施工企业与项目经理之间的博弈关系,然后运用委托-代理理论,建立了两种风险态度下的企业与项目经理的博弈模型,证明了只有在项目经理为风险中性时,施工企业内部推行项目承包制,企业才能获取最大利润,项目经理不存在机会主义行为;也分析了当项目经理为风险厌恶时,最优激励机制必然存在机会主义,损害了施工企业的利益,此时只有提高激励程度和加强外在监督约束才能消除或削弱项目经理的机会主义行为。

**关键词:**委托-代理模型;激励机制;效用;项目经理

**中图分类号:**F279.23 **文献标识码:**A **文章编号:**1006-7329(2004)05-0105-04

## Application of Game Theory to the Construction Corporation Management

JIAN Ying-hui, OUYANG Hong-xiang

(Business School, Hehai University, Nanjing 210098, P. R. China)

**Abstract:** Based on the introduction of particularity of the construction project and asymmetric information in its implementation, it shows that the project manager may have opportunism behavior, which affects the construction corporation and project manager. A principal-agent theory is applied to set up two models under different risk attitude and which proved that only if the agent were risk-neutral, the principal would get the maximum profit by leasing the project. The opportunism behavior does appear in the optimal incentive mechanism when the agent is risk-avoiding and it is harmful to the principal's benefit. The fundamental way to eliminate opportunism is enhancing the incentive intensity and enforcing outside monitoring and binding mechanism.

**Keywords:** principal-agent model; incentive mechanism; utility; project manager

施工企业是典型的项目驱动型企业,其生存与发展在很大程度上取决于建设项目的获取和成功实施,换句话说,项目是施工企业的利润源泉和发展支撑点。为了保证项目短期目标和施工企业长期目标的良好实现,施工企业通常采取项目经理负责制的项目团队组织形式。因此,项目经理在施工企业中位置特殊,他直接对项目的成本(利润)、质量和工期等预期目标的实现负责,其行为对施工企业的生存与发展有着重要影响。这实质上对施工企业管理提出了两个问题:如何选择合格的项目经理和如何最大限度地激励、监督项目经理,以使项目经理发挥其主观积极性。信息经济学认为,前者可能存在事前非对称信息下的逆向选择问题,后者可能存在事后非对称信息下的道德风险问题。本文主要研究事后非对称信息问题对施工企业管理的影响。

众所周知,建设项目具有以下特性<sup>[4]</sup>:第一,建设项目实体在空间上的固定性。建设项目实体的空间固定性要求项目部设在远离公司总部的项目建设地点,造成了项目部与公司总部的信息沟通困难;第二,建设项目的单件性。由于项目建设时间、地点和业主对项目使用功能要求等的差异,完全相同的建设项目几乎不存在;第三,建设项目的建设受建设环境影响大。项目建设受到地形、地质、水文气象等自

\* 收稿日期:2004-04-20

作者简介:简迎辉(1972-),女,广西全州人,博士生,主要从事项目管理理论与实践方面的研究。

然环境和技术经济等社会环境条件的影响,往往存在着很大的不确定性,项目成本、质量和工期控制问题较复杂。因此,在现实情况下,项目部尤其是项目经理能够及时知晓项目的具体变化,而施工企业往往难以全面掌握建设项目的具体实施情况,或者说即使能够,其监督管理成本很高,施工企业与项目经理存在着较为明显的信息不对称。在信息不对称的前提下,追求自身利益最大化的项目经理存在着机会主义行为,如公款吃喝、隐瞒合同外工程(如建设项目的附属工程、零星工程等)收入、虚报成本乃至收受分包商的回扣、贿赂等行为,以谋求非生产性收益来满足自己的需要或增加自己的效用。上述机会主义行为我们亦可用另外一个概念——分配性努力来表达,不象“生产性努力”,“分配性努力”的结果不是增加而仅是分割施工企业的利润。所以在施工企业管理中需要专门考虑项目经理的激励机制设计问题。本文在下面的分析讨论中,假设施工企业知道项目经理存在机会主义行为,并将项目经理由于分配性努力而增加的收入或效用来替代其一部分合法报酬,显然这一假设在很大程度上是符合实际的。

## 1 基本模型的建立

设施工企业为委托人,项目经理为代理人,考虑一个对项目经理激励的激励机制设计<sup>[1,2]</sup>:设在一个项目建设期间,项目经理付出的“生产性努力”是  $t, t \in [0, \bar{t})$ , 相应产出是  $R = f(t) + \varepsilon$ , 其中  $f(t)$  是生产函数,它随着项目经理“生产性努力”水平的提高而提高,但提高的速度在不断减缓,即  $f'(t) > 0, f''(t) < 0$ ;  $\varepsilon$  是不受代理人和委托人控制的外生随机变量,服从均值为 0, 方差为  $\delta^2$  的正态分布,即  $\varepsilon \sim N(0, \delta^2)$ 。项目经理增加的机会主义行为为“分配性努力” $e, e \in [0, \bar{e})$ , 相应产出为  $S = g(e) + \xi$ , 其中  $g'(e) > 0, g''(e) < 0$ ;  $\xi$  是外生随机干扰变量,且  $\xi \sim N(0, \theta^2)$ ,  $\varepsilon$  与  $\xi$  相互独立。因为“分配性努力”的产出全部由项目经理获得,这将降低施工企业可观察到的利润,变为  $(R - S)$ 。令  $P$  为施工企业在项目经理完成项目建设任务后支付给项目经理的报酬,可考虑线性提成合同:

$$P = \alpha + \beta(R - S)$$

其中,  $\alpha$  为项目经理的固定工资,  $\beta$  是收益分成系数 ( $0 \leq \beta \leq 1$ )。于是施工企业的纯收入  $\pi$  为  $R - S - P$ , 若记施工企业的效用函数为  $V(\pi)$ , 则施工企业的效用为  $V(R - S - P)$ 。设项目经理努力的货币成本为  $C(t + e)$ , 且  $C'(t + e) > 0, C''(t + e) > 0$ 。则项目经理的纯收入为  $\omega = P + S - C(t + e)$ , 记项目经理的效用函数为  $U[P + S - C(t + e)]$ 。假设项目经理的机会成本是  $\omega_0$ , 则本委托-代理模型可描述如下:

$$\begin{aligned} & \max_P EV(R - S - P) \\ & \text{s.t.} (IR) EU[P + S - C(t + e)] \geq U(\omega_0) \\ & (IC)(t, e) \in \operatorname{argmax} EU[P + S - C(t + e)] \end{aligned} \quad (1)$$

## 2 项目经理为风险中性时最优激励机制的分析

假设施工企业和项目经理均是风险中性的,此时施工企业和项目经理的期望效用分别等于各自的期望收入,若给定项目经理的提成  $P$ , 则上述委托-代理模型(1)变为:

$$\begin{aligned} & \max_{\alpha, \beta} EV = -\alpha + (1 - \beta)[f(t) - g(e)] \\ & \text{s.t.} (IR) \alpha + \beta f(t) + (1 - \beta)g(e) - C(t + e) \geq \omega_0 \\ & (IC)(t, e) \in \operatorname{argmax} \alpha + \beta f(t) + (1 - \beta)g(e) - C(t + e) \end{aligned} \quad (2)$$

一般而言,施工企业将会选择报酬使得项目经理的参与约束  $IR$  等式成立,即

$$\alpha = \omega_0 + C(t + e) - \beta f(t) - (1 - \beta)g(e) \quad (3)$$

将式(3)代入模型(2)中的目标函数可求得最优化一阶条件为:

$$\frac{\partial [f(t) - C(t + e)]}{\partial \beta} = 0 \quad (4)$$

对于给定的  $(\alpha, \beta)$ , 项目经理将选择生产性努力  $t$  和分配性努力  $e$  使自己的期望收入最大化,于是对项目经理的激励相容约束  $IC$  分别求  $t, e$  的偏导数有:

$$(1 - \beta)g'(e) = C'(t + e) = \beta f'(t) \quad (5)$$

式(3)、(4)、(5)就是构成项目经理风险中性时最优激励机制的  $\alpha, \beta$  及相应  $t, e$  应满足的条件。易知,若令  $e = 0, \theta = 0$ , 上述三式便是项目经理不存在分配性努力时最优激励机制应满足的条件。

进一步假设  $\frac{\partial t}{\partial \beta} > 0, \frac{\partial^2 t}{\partial \beta^2} < 0, \frac{\partial e}{\partial \beta} < 0, \frac{\partial^2 e}{\partial \beta^2} > 0$ , 意味着当激励程度增加时, 项目经理的生产性努力将增加, 但增加的速度在减缓; 分配性努力将下降, 其下降的速度也在减缓。将式(5)代入式(4)有:

$$\frac{\partial [f(t) - C(t + e)]}{\partial \beta} = (1 - \beta) \left[ f'(t) \frac{\partial t}{\partial \beta} - g'(e) \frac{\partial e}{\partial \beta} \right] = 0 \quad (6)$$

由假设推断有  $f'(t) \frac{\partial t}{\partial \beta} - g'(e) \frac{\partial e}{\partial \beta} > 0$ , 则由式(6)可知  $\beta = 1$ , 意味着项目经理为风险中性时, 最优激励机制为项目经理承包建设项目, 此时  $e = 0$ 。

### 3 项目经理为风险厌恶时最优激励机制的分析

假设施工企业为风险中性, 项目经理为风险厌恶, 若用  $\rho (\rho > 0)$  来表示其风险厌恶系数, 则项目经理的效用函数:

$$U(\omega) = -\exp(-\rho\omega)$$

项目经理的实际收入为:

$$\omega = P + S - C(t + e) = \alpha + \beta f(t) + (1 - \beta)g(e) + \beta \epsilon + (1 - \beta)\xi - C(t + e)$$

由于  $\omega$  是一服从正态分布的随机变量, 所以风险对效用的影响可由随机变量的方差来描述, 则其确定性等价收入为项目经理的随机收入  $\omega$  的期望值减去风险成本<sup>[1]</sup>, 即有:

$$E\omega - \frac{1}{2} \rho \beta^2 \delta^2 - \frac{1}{2} \rho (1 - \beta)^2 \theta^2 = \alpha + \beta f(t) + (1 - \beta)g(e) - \frac{1}{2} \rho \beta^2 \delta^2 - \frac{1}{2} \rho (1 - \beta)^2 \theta^2 - C(t + e)$$

其中  $E\omega$  是项目经理的期望收入,  $\frac{1}{2} \rho \beta^2 \delta^2 + \frac{1}{2} \rho (1 - \beta)^2 \theta^2$  为项目经理的风险成本。项目经理最大化期望效用  $EU = -Ee^{-\rho\omega}$  等价于最大化上述确定性等价收入。则上述委托-代理模型(1)的确定性等价形式为:

$$\begin{aligned} \max_{\alpha, \beta} EV &= -\alpha + (1 - \beta)[f(t) - g(e)] \\ \text{s.t. (IR)} &\alpha + \beta f(t) + (1 - \beta)g(e) - \frac{1}{2} \rho \beta^2 \delta^2 - \frac{1}{2} \rho (1 - \beta)^2 \theta^2 - C(t + e) \geq \omega_0 \end{aligned} \quad (7)$$

$$\text{(IC)} (t, e) \in \arg \max \alpha + \beta f(t) + (1 - \beta)g(e) - \frac{1}{2} \rho \beta^2 \delta^2 - \frac{1}{2} \rho (1 - \beta)^2 \theta^2 - C(t + e)$$

同理可得项目经理风险厌恶时最优激励机制的  $\alpha, \beta$  及相应  $t, e$  应满足的条件为:

$$\alpha = \omega_0 + C(t + e) + \frac{1}{2} \rho \beta^2 \delta^2 + \frac{1}{2} \rho (1 - \beta)^2 \theta^2 - \beta f(t) - (1 - \beta)g(e) \quad (8)$$

$$(1 - \beta)g'(e) = C'(t + e) = \beta f'(t) \quad (9)$$

$$\frac{\partial [f(t) - C(t + e)]}{\partial \beta} = \rho \beta \delta^2 + \rho (\beta - 1) \theta^2 \quad (10)$$

$$\text{易知: } \frac{\partial [f(t) - C(t + e)]}{\partial \beta} = (1 - \beta) \left[ f'(t) \frac{\partial t}{\partial \beta} - g'(e) \frac{\partial e}{\partial \beta} \right] = \rho [\beta \delta^2 + (\beta - 1) \theta^2] \quad (11)$$

当  $\rho > 0$  时,  $\beta = 0$  并不能满足最优解条件(9), 而若  $\beta = 1$ , 由式(11)可知  $\rho = 0$ , 矛盾。因此有  $0 < \beta < 1$ , 即存在  $e > 0$ 。也就是说, 当项目经理为风险厌恶( $\rho > 0$ )时, 最优激励机制将存在分配性努力( $e > 0$ )。

由式(11)还可得:

$$\delta^2 = \frac{1}{\rho} \frac{1 - \beta}{\beta} \left[ f'(t) \frac{\partial t}{\partial \beta} - g'(e) \frac{\partial e}{\partial \beta} + \rho \theta^2 \right]$$

$$\theta^2 = \frac{\beta}{1 - \beta} \delta^2 - \frac{1}{\rho} \left[ f'(t) \frac{\partial t}{\partial \beta} - g'(e) \frac{\partial e}{\partial \beta} \right]$$

$$\text{则 } \frac{\partial \delta^2}{\partial \beta} = \frac{1}{\rho} \left\{ -\frac{1}{\beta^2} \left[ f'(t) \frac{\partial t}{\partial \beta} - g'(e) \frac{\partial e}{\partial \beta} + \rho \theta^2 \right] + \frac{1-\beta}{\beta} \left[ f'' \frac{\partial t}{\partial \beta} + f' \frac{\partial^2 t}{\partial \beta^2} - g'' \frac{\partial e}{\partial \beta} - g' \frac{\partial^2 e}{\partial \beta^2} \right] \right\}$$

$$\frac{\partial \theta^2}{\partial \beta} = \frac{\delta^2}{(1-\beta)^2} - \frac{1}{\rho} \left[ f'' \frac{\partial t}{\partial \beta} + f' \frac{\partial^2 t}{\partial \beta^2} - g'' \frac{\partial e}{\partial \beta} - g' \frac{\partial^2 e}{\partial \beta^2} \right]$$

由前面假设  $f', g' > 0; f'', g'' < 0; \frac{\partial t}{\partial \beta}, \frac{\partial^2 e}{\partial \beta^2} > 0; \frac{\partial^2 t}{\partial \beta^2}, \frac{\partial e}{\partial \beta} < 0$  及  $\rho > 0, 0 < \beta < 1$  可得:

$$\frac{\partial \delta^2}{\partial \beta} < 0, \quad \frac{\partial \theta^2}{\partial \beta} > 0$$

也就是说,最优激励合同要在激励与保险之间寻得平衡。于是有:项目经理为风险厌恶的情况下,当生产性风险增加或分配性风险减少时,最优风险分担要求  $\beta$  减少,即激励程度将减弱。

又对于给定的  $\beta$ ,当项目经理不存在分配性努力( $e=0$ )时,由式(9)得最优激励机制满足  $\beta_N \cdot f'(t_N) = C'(t_N)$ ,其中  $\beta_N, t_N$  是项目经理不存在分配性努力时的最优收益分成系数和最优生产性努力水平。当项目经理为风险厌恶时有  $e > 0$ ,又因  $\beta f'(t) = C'(t+e)$ ,即有  $t \neq t_N$ 。若令  $t > t_N$ ,则有

$$\beta f'(t) < \beta f'(t_N) = C'(t_N) < C'(t+e), \text{ 矛盾。}$$

故  $t < t_N$ ,因此  $C'(t_N) = \beta f'(t_N) < \beta f'(t) = C'(t+e)$ ,可知  $t+e > t_N$ 。则施工企业的目标函数:

$$-a + (1-\beta)[f(t) - g(e)] = f(t) - C(t+e) - \frac{1}{2}\rho[\beta^2\delta^2 + (1-\beta)^2\theta^2] - \omega_0$$

$$< f(t_N) - C(t_N) - \frac{1}{2}\rho\beta^2\delta^2 - \omega_0 = -a_N + (1-\beta_N)f(t_N)$$

由此可见,若项目经理为风险厌恶,则在同一激励程度下,项目经理的总努力水平( $t+e$ )将比不存在机会主义时的最优生产性努力水平  $t_N$  高,并且生产性努力水平  $t$  低于不存在机会主义时的最优生产性努力水平  $t_N$ 。施工企业的所得利润将有所降低。

#### 4 结论与建议

综合以上分析,我们可得以下结论:

1) 只有项目经理为风险中性时,才可以完全消除项目经理的分配性努力并达到帕累托最优状态,是让项目经理承包建设项目,相当于项目经理承担了全部建设风险,从而获得了建设项目的剩余索取权即利润。该结论为目前施工企业中普遍存在的项目经理内部承包制现象提供了理论依据。

2) 当项目经理为风险厌恶时,最优激励机制存在分配性努力,施工企业所得利润较不存在机会主义时有所减少。虽然推行项目经理承包制可以消除项目经理的分配性努力,但项目经理由于承担了所有建设风险并不能达到帕累托最优。此时为达到帕累托最优,必须提高激励程度,可以适当提高项目经理的生产性努力,同时减少项目经理的分配性努力。

为进一步消除项目经理的机会主义行为,以最大限度地减少施工企业蒙受的额外损失,我们认为除了上述内在激励机制外,还应加强对项目经理的外在监督约束,故提出以下建议:

1) 施工企业内部成立项目审计部门(小组),加强与项目业主的沟通和项目成本的核算。

2) 尽快建立项目经理个人诚信档案。也就是说项目经理的“败德行为”一旦被发现,该行为便会被记录入其个人诚信档案,而“败德”记录积累到一定程度,项目经理的职业生涯将受到严重的影响。

3) 尽快建立项目经理“道德风险”保证金。施工企业可考虑要求项目经理交纳一笔“道德风险”保证金,如果项目经理的机会主义行为造成施工企业利益损失的,施工企业可通过罚没该笔“道德风险”保证金得到适当的补偿。

#### 参考文献:

- [1] 张维迎. 博弈论与信息经济学[M]. 上海: 上海人民出版社, 1996.
- [2] 祝足, 黄培清. 企业中存在机会主义行为的原因及其影响[J]. 系统工程学报, 1997, (3): 57-63.
- [3] 方福前. 公共选择理论——政治的经济学[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 2000.
- [4] 王卓甫, 邱德华. 工程项目管理[M]. 南京: 河海大学出版社, 2002.