

文章编号: 1000-5013(2011)02-0238-03

# 隐藏行动模型中成本加酬金合同的激励机制

杨增海, 张云波, 章凌云, 汪静

(华侨大学 土木工程学院, 福建 泉州 362021)

**摘要:** 以成本加酬金合同为基础, 建立合同激励模型. 模型考虑了项目的工期及成本变量, 在隐藏行动的条件下, 得出业主与承包商的收益函数. 通过对模型推导及求解可知, 好或坏的结果给承包商带来的利益差额与承包商受到的激励强度成正比; 最优激励强度与利润增加对额外努力的敏感性正相关, 而与绝对风险厌恶系数、外界环境影响方差, 以及有关活动选择的判断力负相关.

**关键词:** 工程合同; 隐藏行动; 激励模型; 成本; 酬金

**中图分类号:** TU 723; F 284

**文献标志码:** A

## 1 激励模型的构建

在成本加浮动酬金合同模型<sup>[1-3]</sup>中, 首先设定项目有一个经过双方约定的合理且公平的目标成本  $T$ , 以及项目的实际折算成本  $A$ . 其中: 成本  $A$  是由项目的实际资金成本与节约时间折算成本两部分组成的. 其次, 双方还要约定一个合理公平的项目目标建设时间. 最后, 根据项目实际建设时间相对于目标建设时间的节约与否给予奖惩<sup>[4]</sup>. 为了简便, 把项目的时间折算成货币, 时间的提前或推迟换算为成本的节约或超支. 无论成本是否节约, 承包商都将得到一笔与实际成本成正比的比例酬金, 设比率为  $t_1$ . 另外, 还有一笔浮动奖金和目标成本节约成正比, 设节约量  $Q = |T - A|$ . 当  $A < T$  时, 浮动奖金比率为  $P_1$ ; 当  $A \geq T$  时, 浮动奖金比率为  $P_2$ .

由于影响项目好坏的外在因素很多, 项目实际成本的超支与否并不完全反映承包商的努力水平<sup>[5]</sup>. 假设项目取得好结果的概率设为  $\pi$ , 承包商对自己在履约过程中付出的努力水平设为  $e$ , 不确定的外界环境影响为  $x$ , 其期望值为零, 即有  $\pi = k(e + x)$  ( $k$  为正数).  $e$  越大,  $\pi$  越大, 即承包商的努力水平越高, 使成本控制在目标成本之内, 获得好结果的概率也越大<sup>[6]</sup>.  $\pi$  的期望值为

$$E(\pi) = E[k(e + x)] = E(ke) + E(kx) = kE(e). \quad (1)$$

式(1)说明, 承包商可以通过选择努力水平  $e$  来决定取得好结果的概率. 当然, 高水平的努力会被坏运气所破坏, 低水平的努力也会被优于预期的环境所掩盖. 然而, 这在业主与承包商之间的信息不对称及甄别所有信息成本又较高的情况下是不可避免的.

假设委托人对承包商的支付仅限于采用线性支付结构, 包括基于实际成本的固定支付和基于折算成本节约的可变部分  $\beta$ . 可变部分  $\beta$  即为激励强度, 它为折算成本节约量  $Q$  的百分比, 与好结果出现的奖励与坏结果出现的惩罚相关, 有

$$\beta = k(Q_{(A < T)} p_1 + Q_{(A \geq T)} p_1)^2. \quad (2)$$

对承包商而言, 为控制建设成本而付出的努力, 其本身就是一种成本. 因此, 用努力成本函数表示控制成本努力程度和努力成本之间的关系<sup>[7]</sup>. 设承包商因努力付出的成本为努力程度  $e$  的严格凸函数, 即  $C(e)$ .  $C''(e)$  为正数, 则当努力程度大于零时, 边际成本也随着努力程度的增加而增大. 所以, 承包商如果希望自己利益最大化, 应很好地权衡努力程度与私人成本之间的关系.

**收稿日期:** 2010-01-23

**通信作者:** 张云波(1962-), 男, 教授, 主要从事工程项目管理的研究. E-mail: zhangyub@hqu.edu.cn.

**基金项目:** 国务院侨办科研基金资助项目(06Q0052); 福建省自然科学基金资助项目(E9910026)

在项目获得成本节约结果的概率为  $\pi$  的情况下,承包商的收益为  $A \cdot t + Q_{(A < T)} \cdot P_1$ ;而项目获得成本损失结果的概率为  $1 - \pi$ ,承包商获得收益为  $A \cdot t - Q_{(A \geq T)} \cdot P_2$ ,付出努力所需成本为  $C(e)$ . 因此,承包商的净收益和期望净收益分别为

$$w = k(e + x) \cdot Q_{(A < T)} \cdot P_1 - [1 - k(e + x)] \cdot Q_{(A \geq T)} \cdot P_2 - C(e) + A \cdot t. \quad (3)$$

$$E(w) - 0.5r\text{var}(w) - C(e) = ke(A \cdot P_1 + Q_{(A < T)} \cdot P_2) + (1 - ke)(A \cdot P_1 - Q_{(A \geq T)} \cdot P_2) - C(e) - 0.5k^2r(Q_{(A < T)}p_1 + Q_{(A \geq T)}p_1)^2\text{var}(x). \quad (4)$$

式(4)中: $E(w) - 0.5r\text{var}(w)$ 是根据期望效用理论不确定收入  $w$  的等价; $0.5r\text{var}(w)$ 为承包商收入  $w$  的风险溢价; $r$ 为绝对风险厌恶系数. 其中:如果  $r > 0$ ,承包商为风险厌恶;如果  $r = 0$ ,承包商为风险中性;如果  $r < 0$ ,承包商为风险偏好. $r$ 越大,风险溢价越大.

项目成功,业主得到的项目总价值与承包商的努力程度及项目工期缩短正相关. 当  $A < T$  时,业主的收益为  $V(d, e) - A - A \cdot t_1 - Q \cdot P_1$ ,概率为  $\pi$ ;当  $A \geq T$  时,业主的收益为  $V(d, e) - A - A \cdot t + Q \cdot P_2$ ,概率为  $1 - \pi$ . 业主的期望收益为

$$S = \pi(V(d, e) - Q_{(A < T)} \cdot P_1) + (1 - \pi)(V(d, e) + Q_{(A \geq T)} \cdot P_2) - A(1 + t) = k(e + x)(V(d, e) - Q_{(A < T)} \cdot P_1) + [1 - k(e + x)](V(d, e) + Q_{(A \geq T)} \cdot P_2) - A(1 + t). \quad (5)$$

承包商期望收益的求得,是建立在承包商已经参与项目建设的条件下的. 实际上,承包商参与项目并付出努力,还需要满足以下两个最基本的条件.

(1) 参与约束. 除本项目外,承包商还拥有参与其他项目的机会. 只有在通过本项目合同获得的收益至少和拒绝合同获得同样多的收益时,承包商才会接受合同. 假设其他机会的保留效用为 0,即有

$$w = k(e + x) \cdot Q_{(A < T)} \cdot P_1 - [1 - k(e + x)] \cdot Q_{(A \geq T)} \cdot P_2 - C(e) + A \cdot t \geq 0. \quad (6)$$

(2) 满足激励相容. 对承包商而言,只有在努力工作时的效用至少不小于不努力工作的效用的条件下,承包商才愿意付出更多的努力. 将式(1)对  $e$  进行求导,可得

$$kQ_{(A < T)}p_1 + kQ_{(A \geq T)}p_2 - C'(e).$$

该式取值不为负,则式(1)单调不减,保证了努力水平越高,承包商效用保持相等或越高. 即

$$kQ_{(A < T)}p_1 + kQ_{(A \geq T)}p_2 - C'(e) \geq 0. \quad (7)$$

委托人是合同的制定者,拥有完全的谈判权利,承包商只是合同的接受者,没有谈判权利. 因此,委托人可以制定一份实现自身利益最大化的契约. 这种契约可以在满足式(6),(7)的同时,满足委托人与承包商关系总价值的最大化得以实现. 这种确定性等价之和的目标函数为

$$\max(S + w - 0.5r\text{var}(w)) = \max(V(d, e) - A - 0.5rk^2(Q_{(A < T)}p_1 + Q_{(A \geq T)}p_2)^2\text{var}(x) - C(e)). \quad (8)$$

## 2 模型的求解

从承包商的角度出发,选择努力水平实现表达式(3)的最大化,即式(7)取 0,可得

$$k = C'(e) / [Q_{(A < T)}p_1 + Q_{(A \geq T)}p_2].$$

将  $k$  代入式(2),可得到激励强度为

$$\beta = C'(e)(Q_{(A < T)}p_1 + Q_{(A \geq T)}p_1).$$

将  $k$  值带入式(8),可得

$$\max(S + w - 0.5r\text{var}(w)) = \max(V(d, e) - A - 0.5rC'^2(e)\text{var}(x) - C(e)).$$

将式(8)对  $e$  进行求导,并进行最大化,可得  $V'_{(e)}(d, e) - rC'(e)C''(e)\text{var}(x) - C'(e) = 0$ . 然后,经过代入与转换,可求得

$$k = \frac{V'_{(e)}(d, e)}{(rC''(e)\text{var}(x) + 1)(Q_{(A < T)}p_1 + Q_{(A \geq T)}p_1)}.$$

则最优激励强度为

$$\beta = \frac{V'_{(e)}(d, e)(Q_{(A < T)}p_1 + Q_{(A \geq T)}p_2)}{rC''(e)\text{var}(x) + 1}.$$

3 结 论

由以上求得的激励强度关系式,可以得到如下 5 点结论.

(1) 最优激励强度与 $(Q_{(A<T)}p_1+Q_{(A\geq T)}p_2)$ 成正比. 即好或坏的结果给承包商带来的利益差额越大时,承包商受到的激励强度越大;而好或坏的结果的差额越小时,承包商受到的激励强度越小.

(2) 最优激励强度与 $V'_{(e)}(d,e)$ 成正比,也即激励强度与利润增加对额外努力的敏感性正相关. 在讨论的建设项目中,可以把利润的增加额视为建设期的缩短给委托人带来的效益. 当承包商的努力程度提高,工期缩短显著时,承包商会受到较大的激励.

(3) 激励强度与绝对风险厌恶系数 $r$ 负相关. 通常情况下,承包商不会是风险偏好的,此处不进行探讨. 当承包商是风险厌恶的,其额外收入的边际效用递减,风险厌恶系数 $r$ 越大,激励强度就越小. 大多数情况下,承包商是风险中性的,即风险厌恶系数 $r=0$ . 此时,激励强度只与好坏结果给承包商带来的利益差额及利润增加对额外努力的敏感性相关.

(4) 最优激励强度与外界环境影响方差负相关. 当环境的不确定因素增加时,项目的风险变大,难以测度承包商的努力水平所带来的结果时,较低的激励强度较适合;当风险较小时,委托人可以在很大程度上分清努力程度和环境的不确定性对结果的影响,可以采取一个较大的激励强度来激励承包商.

(5) 最优激励强度与有关活动选择的判断力 $C''(e)$ 负相关. 如果 $C''(e)$ 值高,表示承包商额外的努力伴随着个人成本的大幅上升. 在此情形下的收益不应该依附于产出水平,较弱的激励强度是适合的.

参考文献:

[1] 张云波. 工程项目工期延误原因分析[J]. 华侨大学学报:自然科学版,2003,24(4):369-373.  
[2] 梁永宽. 建设项目的合同模式与选择策略[J]. 现代管理科学,2008(1):61-63.  
[3] PATRIC B,STEVEN T. Incentives versus transaction cost: A theory of procurement contracts[J]. RAND Journal of Economics,2001,32(3):387-407.  
[4] 简迎辉,杨建基,欧刚. 工程合同中激励机制的设计[J]. 中国农村水利水电,2004(2):90-92.  
[5] 王卓甫,杨高升,肖亦林. 建设工程合同激励机制探讨[J]. 建筑,2005(5):34-36.  
[6] GEORGE H. 组织的经济学与管理学: 协调、激励与策略[M]. 胡雅梅,等译. 北京:中国人民大学出版社,2007.  
[7] 吴彦皓. 道德风险和逆向选择共存时的激励机制设计[J]. 安徽农业科学,2007(4):1177-1180.

Incentive Mechanism of Cost Plus Fee Contract on Hidden Action

YANG Zeng-hai, ZHANG Yun-bo,  
ZHANG Ling-yun, WANG Jing

(College of Civil Engineering, Huaqiao University, Quanzhou 362021, China)

**Abstract:** Based on the cost plus fee contracts, the contract incentive model is established by applying the principal-agent theory in the information economics. The model includes the duration and the cost of the project, obtains the revenue function of both the owner and the contractor under the condition of hidden action. To maximize owner and contractor total revenue under the condition that contractor can meet the participation constraint and incentive compatibility constraints, the owner's optimal incentive intensity is obtained, the correlation between incentive intensity and other parameters is presented by the model.

**Keywords:** construction contract; hidden action; incentive model; cost; fee contracts

(责任编辑: 钱筠      英文审校: 方德平)