

基于业主角度的工程质量控制博弈分析

刘孔玲

(湖南工程学院 建筑工程学院, 湖南 湘潭 411104)

摘要:在工程建设过程中,由于业主、监理和承包商的目标取向不同,承包商对利益的过分追求可能会采取偷工减料的行为,而监理也有可能存在与承包商串通合谋的行为,这将严重影响工程质量,损害业主的利益。结合博弈论思想,建立了业主、监理和承包商的三方博弈模型。通过对模型的推导和分析,对业主采取适宜的策略来使承包商和监理更好地完成工程建设、保证工程质量提出了合理的建议。

关键词:工程质量; 监督; 业主; 博弈论

DOI: 10.3969/j.issn.1001-7348.2010.19.011

中图分类号: TB114.2

文献标识码: A

文章编号: 1001-7348(2010)19-0040-04

0 引言

近年来,全国各地工程质量事故时有发生,给人民的生命和财产安全造成了严重的损失。在工程建设中,工程质量始终是业主高度重视的目标,同时也反映了承包商的施工水平和综合实力,更重要的也体现了承包商对业主、对社会的信誉和责任。因此工程质量监控始终是业主和承包商共同关注的首要问题。为了有效地防止质量失控,业主往往委托监理工程师实现对工程承包商的监督和管理。然而由于业主、监理和承包商的目标取向不尽一致,承包商对利益的过分追求有时会导致机会主义行为,表现为在施工过程中偷工减料和粗制滥造。而监理也有可能存在与承包商串通合谋的行为,这将严重损害业主乃至用户的利益^[1]。为此,业主还必须加强监督,在说服教育的同时辅之以经济罚款等手段。这在实际工作中也确实取得了一些效果。本文运用博弈论对这一问题进行分析。

1 建设参与方行为对工程项目质量的影响分析

建筑项目施工过程中涉及到的行为主体主要包括业主、承包商、工程监理等。各方行为的相互作用对工程质量的影响非常大。

1.1 施工承包商对工程质量的影响

工程施工过程中,由于承包商比业主掌握有更多的专业知识及各种技术方案和质量标准,承包商最清楚自己具备的工程技术水平,也最清楚自己从事工程建设中的人、财、物等的投入和转化过程。也就是说,承包商拥有不被

业主所知道的私人信息。承包方是理性的“经济人”,有自己的利益追求。为了追求自身利益最大化,很可能利用这些私人信息采取偷工减料、层层转包等手段欺骗业主,谋取高额利润。而业主即使预见到承包商会作出如上降低工程质量的行为,委托监理工程师实现对工程承包商的监督和管理也难以完全防范^[2]。

1.2 监理方对工程质量的影响

由于业主不能直接全过程观察施工承包商的具体运作,工程建设的不确定因素较多。特别是隐蔽工程,一旦完成转入下道工序,将很难再进行检查和验证。所以要依靠监理单位的检查,通过过程监督实施管理和控制。由于工程监理也是理性的“经济人”,有自己的利益追求。当工程监理的行为不能被业主完全观察时,在自身利益最大化的驱使下,工程监理一方面可能利用信息优势,选择偷懒的方式,发生隐藏行动的道德风险;另一方面,也是实际中主要的情况,监理商具备实力,如果按合同规定认真监督,承包商的任何违规行为都逃不过监理方的监督。承包商为了追求高额利润可能违背自己的职业道德,通过物质手段收买监理方;而监理单位同样为了追求超额利润,也有可能违背自己的职业道德,选择与承包商合谋串通,从而严重影响工程项目的质量。

1.3 业主方对工程质量的影响

由于业主、监理和承包商的价值标准或目标都是最小成本约束下的最大预期效用。承包商和监理方是理性的“经济人”,有自己的利益追求。为了追求自身利益最大化,很可能利用这些私人信息欺骗业主,以损害工程质量为代价,谋取高额利润。因此,业主能否实现预期目标,除了承包商的因素外,还取决于监理单位的尽责程度。同时还必须

大力加强监督，保证承包商和监理尽责完成建设任务。而现实中，业主由于建设任务繁重、时间紧迫，大多数有许多标段要同时管理。因此，监督工作难以保证时时刻刻都能到位，许多监督都是以抽查为主，这就给承包商和监理串通合谋提供了可能^[3]。

2 博弈模型

博弈三方主体分别为业主方、监理单位和承包商。监理单位受业主方委托代替业主方对工程进行管理，同时监理单位接受业主方的监督。监理与承包商则是监督与被监督的关系。

2.1 建立模型

假定承包商有 2 种可供选择的策略：{偷工省料，规范施工}；监理单位有 2 种可供选择的策略：{检查，不检查(串通合谋)}；业主方也有 2 种可供选择的策略：{监督，不监督}；同时监督的结果有 2 种：{检查出承包商偷工省料或监理串通合谋，未查出承包商偷工省料或监理串通合谋}。

假定仅考虑同承包商与监理单位按照规范严格履行合同时，各方的支付与承包商寻租时各方支付的变动值来表示各方的支付。严格履行合同时，各方的支付为 0。

若承包商在偷工省料得逞的情况下可得的收益为 B ，业主方的损失为 fB 。 f 为承包商偷工省料得逞时业主方的损失扩大系数，此处反映工程的关键性。

承包商向监理单位提供 R ($R < B$) 的租金， C 为业主方监督的成本， r 为业主对监理检查出承包商有偷工省料行为的奖励系数。

当承包商与监理单位未正常履行职责时，业主方监督，并且监督发现问题，对监理的收益予以没收，并给予 k_1R 的惩罚，没收承包商的收益，并处以 $k_2(B-R)$ 的惩罚。其中 k_1, k_2 为对两者的惩罚函数，此处简化为线形函数。

P_s 为承包商与监理单位进行寻租活动的概率， P_j 为业主方监督监理单位的概率， P_F 为业主方监督，并且检查出承包商与监理进行寻租活动的概率^[4]。

在此假设下分析三方博弈所有可能的情况：

2.1.1 业主方不监督

(1) 承包商规范施工与监理单位秉公检查。则三者的支付分别为： $\{0, 0, 0\}$ 。

(2) 承包商偷工省料与监理单位秉公检查，假定监理单位一定能检查出承包商偷工省料行为并向业主汇报故得到 $r(B-R)$ 奖励，承包商被惩罚 $-k_2(B-R)$ ，业主挽回损失且透过惩罚得到补偿 $k_2(B-R)$ ，并且奖励监理 $r(B-R)$ ，其收益为： $k_2(B-R)-r(B-R)$ 。则三者的支付分别为： $\{k_2(B-R)-r(B-R), r(B-R), -k_2(B-R)\}$

(3) 承包商偷工省料与监理单位不检查并为之串通，承包商收益为偷工省料所得减去勾结监理的支出，即 $B-R$ ，监理收益为与承包商串通所得 R ，业主受损失为 $-fB$ 。则三者的支付分别为： $\{-fB, R, B-R\}$ 。

支付矩阵如图 1 所示：

		承包商	
		偷工减料	规范施工
监理	检查	$k_2(B-R)-r(B-R)$ $r(B-R)$ $-k_2(B-R)$	0 0 0
	不检查	$-fB$ R $B-R$	不存在

图 1 业主方不监督时支付矩阵

由于承包商要偷工减料，必然会与监理串通勾结，而监理与承包商串通后的收益 R ($R > r(B-R)$) 一般要远多于其受业主奖励的收益。因此承包商与监理的博弈可以简化为两种情况，一种是双方都各自尽责： $\{0, 0, 0\}$ ；一种是相互串通： $\{-fB, R, B-R\}$

2.1.2 业主方监督没有发现问题

(1) 承包商规范施工与监理单位秉公检查，则三者的支付分别为： $\{-C, 0, 0\}$ 。

(2) 承包商偷工省料与监理单位秉公检查，则三者的支付分别为： $\{k_2(B-R)-r(B-R)-C, r(B-R), -k_2(B-R)\}$ 。

(3) 承包商偷工省料与监理单位不检查并为之串通，则三者的支付分别为： $\{-fB-C, R, B-R\}$ 。

支付矩阵如图 2 所示：

		承包商	
		偷工减料	规范施工
监理	检查	$k_2(B-R)-r(B-R)-C$ $r(B-R)$ $-k_2(B-R)$	$-C$ 0 0
	不检查	$-fB-C$ R $B-R$	不存在

图 2 业主方监督没有发现问题时支付矩阵

同理，承包商要偷工减料，必然会与监理串通勾结。博弈可以简化为两种情况。一种是双方都各自尽责： $\{-C, 0, 0\}$ ；一种是相互串通： $\{-fB-C, R, B-R\}$

2.1.3 业主方监督且发现问题

(1) 承包商规范施工与监理单位秉公检查，则三者的支付分别为： $\{-C, 0, 0\}$ 。

(2) 承包商偷工省料与监理单位秉公检查，则三者的支付分别为： $\{k_2(B-R)-r(B-R)-C, r(B-R), -k_2(B-R)\}$ 。

(3) 承包商偷工省料与监理单位不检查并为之串通，则三者的支付分别为： $\{k_2(B-R)+k_1R-C, -k_1R, -k_2(B-R)\}$ 。

支付矩阵如图 3 所示：

		承包商	
		偷工减料	规范施工
监理	检查	$k_2(B-R)-r(B-R)-C$ $r(B-R)$ $-k_2(B-R)$	$-C$ 0 0
	不检查	$k_2(B-R)-k_1R-C$ $-k_1R$ $-k_2(B-R)$	不存在

图 3 业主方监督且发现问题时支付矩阵

同理，承包商要偷工减料，必然会与监理串通勾结。事实上偷工省料情况一般出现，都会少不了监理串通合谋。

而如果监理不合作，至少要做到睁一只眼闭一只眼，承包商一般是很难偷工省料得逞的。因此博弈可以简化两种情况。一种是双方都各自尽责： $\{-C, 0, 0\}$ ；一种是相互串通： $\{k_2(B-R)+k_1R-C, -k_1R, -k_2(B-R)\}$

2.1.4 三方博弈

综合以上 3 个支付矩阵，并设定 P_s 为承包商与监理单位进行寻租活动的概率， P_j 为业主方监督监理单位的概率， P_F 为业主方监督，并且检查出承包商与监理进行寻租活动的概率。合并后的三方支付矩阵如图 4 所示^[5]：

		承包商与监理	
		合谋串通 (p_s)	各自履行职责 ($1-p_s$)
业主 (P_i)	查出 (P_F)	$k_2(B-R)+k_1R-C$ $-k_1R$	$-C$ 0
	未查出 ($1-P_F$)	$-fB-C$ R $B-R$	0 0
不监督 ($1-P_i$)		$-fB$ R $B-R$	0 0 0

图 4 三方博弈支付矩阵

2.2 模型求解

当承包商和监理单位寻租的概率为 P_s 时，业主方监督和不监督的期望支付分别为：

业主监督 (I)

$$E_I = P_s[P_F(k_1R + k_2(B-R)-C) + (1-P_F)(-fB-C)] + (1-P_i)(-C)$$

业主方不监督 (NI)

$$E_{NI} = P_s(-fB)$$

则业主的期望支付为：

$$E_G = P_i E_I + (1 - P_i) E_{NI}$$

同理，监理单位的期望支付为：

$$E_M = P_s\{P_j[P_F(-k_1R) + (1-P_F)R] + (1-P_j)R\} + O$$

承包商的期望支付为：

$$E_C = P_s\{P_j[P_F(-k_2(B-R)) + (1-P_F)(B-R)] + (1-P_j)(B-R)\} + O$$

分别求解各自的最大期望支付：

令

$$\frac{\partial E_G}{\partial P_j} = 0, \quad \frac{\partial E_M}{\partial P_s} = 0, \quad \frac{\partial E_C}{\partial P_s} = 0$$

解：

$$P_j^* = \frac{1}{P_F(1+k_1)}, \quad P_s^* = \frac{C}{P_F(k_1R + k_2(B-R) + fB)}$$

该博弈的混合策略纳什均衡为：

$$(P_j^*, P_s^*) = \left(\frac{1}{P_F(1+k_1)}, \frac{C}{P_F(k_1R + k_2(B-R) + fB)} \right)$$

均衡结果为：

$$E_G = \frac{-fC}{P_F \frac{\partial R}{\partial B} k_1 + (1 - \frac{R}{B}) k_2 + f \frac{\partial R}{\partial B}}, \quad E_M = 0, \quad E_C = 0$$

2.3 模型结论

由以上各式得出：

(1)由均衡结果中业主方的支付可知，业主方的支付与

监督的成效 P_F ，与对监理单位的惩罚、对承包商的惩罚正相关，与监督的成本、损失的扩大系数负相关。当增加监督的成效、增加对承包商和监理单位的惩罚时，业主方的支付增加。当监督成本增大，损失扩大系数大即工程关键性增强时，业主方的支付相应减小。

(2)均衡条件下，业主方监督的概率只与监督的成效和对监理单位的惩罚力度成正相关关系。增加监督的成效和加重对监理的惩罚是降低对监督概率的有效手段，而与其它因素无关。

(3)均衡条件下承包商与监理单位合谋串通的概率与业主监督的成本成正比例关系；与业主方监督的成效和承包商与监理单位可获得总支付成反比例关系；与对承包商的惩罚力度和工程的关键性呈负相关关系。增加监督成效、减少监督成本，增加对承包商的惩罚力度可以有效减少承包商与监理单位合谋串通的概率^[6]。

在理性经济人假设前提下，由于信息的不对称，理想状态下的各方支付为 0 得不到，业主方必须花费一定的成本来监督，监督成本事实上是支付的不对称信息的费用。设租、寻租并没有增加监理单位和承包商的收益，只是增加了业主方的花费，产生了资源的浪费。这个均衡结果是利益冲突的三方博弈均衡的结果。由以上的分析我们得到，增加惩罚、增加监督的成效、减少监督承包商的成本无论对于增加业主方的支付还是对于保证承包商规范施工，都是有效途径。

3 建议措施

从博弈论角度看，只有影响改变博弈的收益结构，才能进而改变博弈的均衡结果。因此，只有在有效的安排下，对参与博弈的各方形成约束和激励，影响双方当事人的选择并产生最优的均衡解。业主若想让承包商在工程建设过程中能够按质保量地完成工程，可采取以下策略：

(1)降低检查成本，提高检查效率，并且提高额外检查的概率。只有检查成本降低了(C 下降)，检查效率提升了 (P_F 提高)，业主才更倾向于额外的检查。为了达到这一目的，业主可以聘请专业的项目管理公司来协助业主管理。当建设任务越大，时间越紧迫时，专业的项目管理公司对业主工作的有效开展，工程质量的严格把关具有极其重要的作用。

(2)加大施工中检查到承包商偷工减料和监理未尽职责时的惩罚力度，惩罚的力度越大，承包商越不倾向偷工减料，监理也越倾向于尽责负责。结合实际经验，当建设单位管理的标段较多时，可以采取各标段承包商、监理质量评比活动，对工程质量评比排名靠前的承包商和监理进行一定程度的奖励，可以有效地刺激承包商和监理努力提高工程质量水平。同时对于在质量评比活动中，质量水平不高的承包商和监理，要加强监督。在说服教育的同时辅之以经济罚款等手段，以督促他们提高工程质量水平。

(3)针对当前部分承包商报偏低的价格中标后，在其后的施工中偷工省料，或中途停止施工的情况，业主应减少

对低价中标的偏好，评标应做到科学、公正，选择有实力、负责任的承包商。重点工程、难点工程招标时最好要采取综合评标法或者两阶段评标法，尽量不要采用最低价中标法。这样可以减少遇到实力不济和不负责任的承包商的机会。同时实践也证明，给予合格企业合理利润才是保证工程质量的基本条件。因此给予信誉较好、实力较强的负责的承包商和监理提供能带来不错利润的工程价格，对促进工程质量水平的提高具有根本的推动性作用。

(4)通过建立外在的声誉制度组织形式，以督促承包商和监理更好地维护其声誉，从而有效地防止和减少质量事故。如在一定区域范围内由相关的主管部门或者中介机构分别建立相应的信用档案数据库。数据库的内容应包括多个方面，既要包括良好行为记录，也要包括不良行为记录。相关个人的行为信息也要录入相应的信用档案数据库。在实际中，如果承包商和监理的信誉受到严重影响，在其它项目中再中标的难度就会加大，这样可以有效地遏制承包商和监理的机会主义行为。

4 结束语

从博弈论的观点来研究工程建设的行为主体之间的行为特征，为探讨工程质量问题的内在原因，对推动工程建设质量水平的提高，具有十分重要的现实意义。当然在实

际工作中，工程质量控制的问题很复杂，比如有些工程的质量问题不是人为因素造成的，而是由不可抗拒的原因所导致的。有时一些质量问题并不是参与各方所希望发生的，属于难以预见的。本文对工程质量控制的探讨还不够深入，今后对博弈各参与方的各种博弈情况的讨论还需要进一步深化。

参考文献：

- [1] 项勇 陶学明.基于寻租理论的工程监理博弈行为分析[J].四川建筑科学研究, 2005(2).
- [2] 常路彪 张云波 章凌云.工程招投标中业主与承包商的动态博弈分析[J].建筑经济, 2008(6).
- [3] 张树义.建筑工程质量监控的博弈分析[J].铁道建筑, 2001(11).
- [4] 谢识予.经济博弈论(第3版)[M].上海:复旦大学出版社, 2007.
- [5] 张维迎.博弈论与信息经济学[M].上海:上海人民出版社, 2002.
- [6] 李世峰 程景林.施工质量监控的经济学分析与对策[J].经济师, 2005(4).

(责任编辑：陈晓峰)

Game Theory Analysis of Quality Control Based on the Owners of the Project Perspective

Liu Kongling

(Department of Building Engineering, Hunan Institute of Engineering, Xiangtan 411104, China)

Abstract: During the construction process, as the owners, supervision and orientation of the different objectives of the contractor, the contractor for the pursuit of interests that might be taken too much of jerry-building behavior, and supervision may also exist with the contractor collusion collusive behavior, it will seriously affect the project quality, damage the interests of property owners. In this paper, the game theory of thought, the establishment of the owners, supervision and contractors tripartite game model, the model through the derivation and analysis of how the owners to adopt a strategy to make the contractor and supervision to complete projects to better ensure the quality of the project proposed.

Key Words: Project Quality; Supervision; Game Theory