

doi: 10.11830/ISSN.1000-5013.201702006



工程质量政府监督行为的进化博弈 协同机理与激励策略

郭汉丁^{1,2}, 王星^{1,2}, 郝海³, 张印贤^{1,2}

(1. 天津城建大学 经济与管理学院, 天津 300384;
2. 天津城建大学 生态宜居城市与可持续建设管理研究中心, 天津 300384;
3. 天津职业技术师范大学 经济管理学院, 天津 300222)

摘要: 基于工程质量政府监督多层次委托代理链分析,探讨工程质量政府监督者群体学习行为的稳定性特征.构建工程质量政府监督者行为的进化博弈模型,剖析政府质量监督者选择执法监督行为的影响因素,并提出培育工程质量价值观、构建信息传输共享平台、提升质量监督者的能力和强化监督市场治理等提高工程质量政府监督有效性的策略.研究结果可为工程质量政府监督管理决策提供理论支撑和实践借鉴.

关键词: 工程质量; 政府监督; 行为博弈; 协同进化; 实施策略

中图分类号: TU 71; F 407 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-5013(2017)02-0164-05

Evolutionary Game Cooperative Mechanism and Incentive Strategy of Government Supervision Action in Engineering Quality

GUO Handing^{1,2}, WANG Xing^{1,2}, HAO Hai³, ZHANG Yinxian^{1,2}

(1. School of Economic and Management, Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China;
2. Research Center of Eco Livable City and Sustainable Construction Management,
Tianjin Chengjian University, Tianjin 300384, China;
3. School of Economics and Management, Tianjin University of Technology and Education, Tianjin 300222, China)

Abstract: Based on the analysis of multi-level principal-agent chain of project quality government supervision, the characteristics of supervisor group learning behavior were discussed. The evolutionary game model of project quality government supervisors' behavior was established, and the factors affecting the supervisory behavior choice of government quality supervisors were analyzed. The strategies were put forward to cultivate the engineering quality value concept, to construct the information transmission and sharing platform, to improve the ability of quality supervisor and strengthening supervision and the market management. The research results can provide the theoretical support and practical reference for the engineering quality government supervision and management decision-making.

Keywords: engineering quality; government supervision; behavior game; coordination evolution; implementation strategy

工程质量事关国家经济发展、社会稳定和人民生命财产安全,重大质量事故不仅会造成巨额的经济损失,还会带来恶劣的社会影响^[1].工程产品先交易后生产的建设特性体现了建设工程的“信任品”和工程质量的公共品属性,本质上规定了工程质量政府监督的必要性,决定了政府实施工程质量的社会性规制的内在要求,其目的在于约束与规范建设主体和工程质量监督人员的行为,完善全社会工程质量监管体系.这也成为工程质量管理考核制度确立的基石,通过政府的社会规制解决监督不力、落实不全的难题.通过工程质量全社会监管体系的有序运行,规范工程建设主体的质量行为,提高工程质量政府监督人员的执法监督意识和有效性,以建设主体积极质量行为和工程质量政府监督严格执法行为的集成优化,创造工程质量效用最大化^[2].本文探讨工程质量政府监督人员的行为博弈演化规律,以强化工程质量政府监督的效果,借此规避政府质量监督人员执法监督行为的不规范.

1 工程质量政府监督委托代理链

建设主体是实现工程产品生产和交易活动的一个相互关联的组织体系^[3].工程产品是以契约为纽带的预约式生产与管理过程,具有“先有交易后有生产”的不同于一般商品的显著特性,工程建设市场集中体现出多层次信息不对称性和多级交互契约的不确定性,内在地规定了政府管制与监管的必要性^[4].工程质量政府监督的主体是工程所在地的质量监督部门(站),受政府建设行政主管部门的委托对工程建设主体的质量行为和实体工程质量实施政府执法监督,其目的是保障工程安全使用和环境质量^[5].

工程质量政府监督实施过程构成了指向工程质量目标的多重委托代理关系^[6],工程质量政府监督委托代理关系链,如图 1 所示.政府的质量意志通过工程质量监督部门的管理达成,其注重的是提高全社会的建设工程质量水平,改善建设的主体质量行为,如图 1 中①所示的委托代理关系(一对多的委托代理);质量监督部门派遣工程质量监督小组检查监督工程承建单位(或其他建设主体)的工程质量,以确保工程质量的实现,如图 1 中②所示的委托代理(一对多的委托代理).为确保工程质量,政府监督职能也体现为对工程质量进行抽查,以核实政府质量监督部门的工作绩效.委托代理的关键在于政府质量监督部门先确定一种报酬机制,激励执法质量监督人员尽心尽责,努力实现政府工程质量利益最大化目标;同时,政府质量监督人员据此选择自己的努力行为,以期自身效用最大化.

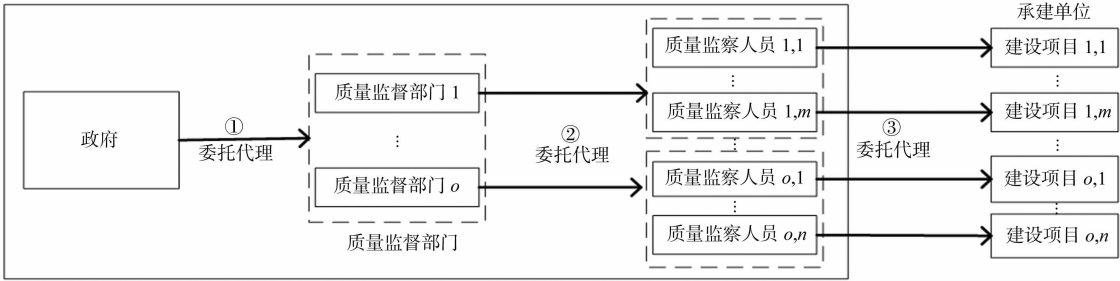


图 1 工程质量政府监督委托代理关系链

Fig. 1 Principal-agent chain of government supervision for engineering quality

2 工程质量政府监督者群体行为的稳定性分析

工程质量政府监督机构(站)关心的是政府质量监督者这个群体的行为,以便有针对性地制定监管政策和管理措施.根据行为科学理论,监督者主体的行为是由其内在需求和外部环境决定的,政府质量监督者个人的内在需求是以追求其自身利益最大化为目标.在某种监管环境下,受自身利益等因素的驱动,监督者群体中有些监督者会采取利己这种行为;同样,监管者采取监管手段规范质量监督者的这种行为^[7],促使质量监督者行为的变化,可用概率表示质量监督者的行为转移过程矩阵,如表 1 所示.

表 1 中: λ_i 为政府质量监督者从不采取某种监督行为向采取这种监督行为转变的概率; μ_i 为质量监督者由采取某种行为向不采取这种行为转变的概率.因为质量监督者群体中各人的价值标准不一

表 1 转移概率矩阵

Tab. 1 Transition probability matrix

项目	不采取	采取
不采取	$1-\lambda_i$	λ_i
采取	μ_i	$1-\mu_i$

致,即 λ_i, μ_i 对于不同质量监督者个体而言是不同的. 这样,可用“生灭过程”的数学模型描述质量监督者群体的转移行为,若 λ_i, μ_i 具有较好的属性,满足生灭过程的特性,那么,可以求出没有采取这种行为的质量监督者的概率,即

$$p_0 = (1 + \sum_{k=1}^{\infty} \frac{\lambda_0 \lambda_1 \cdots \lambda_k}{\mu_0 \mu_1 \cdots \mu_k})^{-1}.$$

(1)

在某种监管力度下,虽然每个质量监督者的行为是随机的,但随着时间的推移,采取该行为的质量监督者的概率是稳定的,体现出一定的统计规律性.

3 工程质量监督者执法监督行为进化博弈分析

进化博弈是一种研究系统进化的方法,揭示不同群体之间博弈的一个动态过程,且博弈过程中个体通过“学习”积累经验,相互影响,相互适应. 进化博弈问题所关心的是进化稳定策略,或者说是进化稳定状态,即进化博弈系统的稳定性,旨在帮助人们了解博弈系统的演化行为. 进化稳定策略(evolutionary stable strategy, ESS)是进化博弈理论的核心概念,是 Maynard 和 Price 在解释生态现象时提出的,其直观理念在于若一个群体的行为模式能消除小的突变群体,那么,这种群体的行为模式一定能获得较突变群体更高的期望支付,且随着时间发展而演变,致使突变群体最终消失,原群体所选择的行为策略就形成了进化稳定策略.

3.1 监管者与质量监督者博弈的赢得矩阵构建

据前述,博弈中的参与人是政府、质量监督部门、质量监督者,其中,质量监督部门受政府委托对所辖区域的工程质量负有总体监督责任,其委派质量监督者对具体工程质量实施执行监督. 因而,就区域整体而言,政府和质量监督部门拥有工程质量共同的利益与目标,为简便描述,下文仅用“政府”来表达这两个博弈参与者.

3.1.1 基本假设 1) 假定博弈参与方都是理性经济人,以追求自身效用的最大化和成本最小化作为行为准则. 2) 政府监管可供选择的策略有两种:抽查和不抽查, ΔC 为政府的抽查成本;质量监督者可供选择的策略也有两种:执法监督行为的低质量(L)和执法监督行为的高质量(H).

3.1.2 政府与质量监督者的博弈收益矩阵构建 如果质量监督者选择执法监督行为的不规范,若政府抽查,即有证据表明其低劣行为,则政府会对质量监督者实施处罚,总惩罚为 ΔF (包括通报批评、行政警告或暂停部分业务等,视造成的损失而定);若政府不抽查,则政府没有尽到监管的责任,就会造成更多的社会经济损害,设政府的收益为 $-\Delta U$,执法监督低质量行为的收益为 ΔI (采用低质量行为是为了获得更多的超额收益). 如果质量监督者选择执法监督行为的规范,无论政府抽查与否,其超额收益都为零,若政府不抽查,政府可完成更多的其他职能,因而,可获得 ΔS 的正效用 (机会成本,一般 $\Delta S \geq \Delta C$). 这里用到的所有符号都是大于零,不再赘述. 基于此,可构建政府与质量监督者博弈双方的赢得矩阵,如表 2 所示.

表 2 赢得矩阵

Tab. 2 Payoff matrix

监督者策略		政府策略	
		抽查	不抽查
质量 监督者	低质量	$-\Delta F, \Delta F - \Delta C$	$\Delta I, -\Delta U$
	高质量	$0, -\Delta C$	$0, \Delta S$

3.2 博弈求解

在长期进化^[8]过程中,若质量监督者选择执法监督行为的规范的比例为 $x_1 = x$,选择执法监督行为的不规范的比例则为 $x_2 = 1 - x$;若政府选择不抽查策略的比例 $y_1 = y$,则选择抽查策略的比例则为 $y_2 = 1 - y$. 这时,质量监督者采用执法监督行为规范时的适应度为

$$f_Q(H) = 0.$$

采用执法监督行为的不规范时的适应度为

$$f_Q(L) = (1 - y)(-\Delta F) + y\Delta I.$$

这种情况下,政府质量监督者的平均适应度^[9]可表示为

$$\bar{f}_Q x f_Q(H) + (1 - x) + f_Q(L).$$

(2)

由此,可得政府质量管理者选择执法监督行为的规范的重复动态方程^[10]为

$$\left. \begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= x[f_Q(H) - \bar{f}_Q], \\ \frac{dx}{dt} &= x[f_Q(H) - xf_Q(H) - (1-x) + f_Q(L)] = \\ &\quad -x(1-x)[(1-y)(-\Delta F) + y\Delta I]. \end{aligned} \right\} \tag{3}$$

同理,政府选择不抽查策略的重复动态方程为

$$\frac{dx}{dt} = y(1-y)[(\Delta S + \Delta U - \Delta F)x - (\Delta C + \Delta U - \Delta F)]. \tag{4}$$

式(3),(4)描述了这个演化系统的群体动态.

根据 Friedman^[11]提出的方法,均衡点的稳定性可由其雅可比矩阵的局部稳定性分析得到. 系统在平面 $\{(x,y)|0\leq x,y\leq 1\}$ 的局部均衡点有 5 个,分别为 $O(0,0),A(1,0),B(0,1),C(1,1)$ 和 $D(x_D,y_D)$.

其中, $x_D = \frac{\Delta C + \Delta U - \Delta F}{\Delta S + \Delta U - \Delta F}, y_D = \frac{\Delta F}{\Delta I + \Delta F}$.

演化系统的全局稳定点就是系统进化的稳定状态,相应的策略组合就是政府和质量监督者两个参与者的进化稳定策略. 在 5 个局部平衡点中,仅有 O, C 两点是稳定的,是进化稳定策略 ESS,它们分别对应于政府质量监督者选择执法监督行为的不规范、政府选择抽查;质量监督者选择执法监督行为的规范、政府选择不抽查的博弈结果. 但前一种情况下政府质量监督者不会选择,所以其博弈的进化稳定策略只有 C 点. 此外,该演化系统还有两个不稳定平衡点 A, B 及一个鞍点 D .

3.3 协同进化博弈分析

政府质量监督者与政府监管博弈的动态过程形成的博弈动态演化相图,如图 2 所示. 由两个不稳定的平衡点 A, B 及鞍点 D 连成的折线为系统收敛于不同状态的临界线,即折线的右上方($ADBC$ 部分)收敛于 C 点. 由于系统的进化是一个漫长的过程,可能在长期内保持博弈的状态^[9].

从演化博弈模型可知,影响系统演化的参数有:政府质量监督者选择执法监督行为的不规范的惩罚额 ΔF ,获得的超额收益 ΔI ,政府的监管成本 ΔC 等因素,政府与质量监督者博弈策略的协同演化过程讨论描述如下.

- 1) 若 ΔF 非常大,那么, $x_D, y_D \rightarrow 1$,即博弈向 C 点演化,则对质量监督者执法监督行为的不规范处罚越重,越有利于规范其执法监督行为的规范,最终提高整个社会的工程质量意识.
- 2) 若 ΔI 非常大,那么, $y_D \rightarrow 0$,即博弈向 O 点演化,则执法质量监督者选择执法监督行为的不规范的超额收益越多,政府倾向于采取抽查策略,强迫政府质量监督者采取执法监督行为的规范,从而达到政府监管的目的.
- 3) 若 $\Delta C \rightarrow \Delta S$,那么, $x_D \rightarrow 1$,即政府致力于采取抽查策略,也会使执法质量监督者采取执法监督行为的规范.
- 4) 若 ΔU 非常大,那么, $x_D \rightarrow 1$,即博弈向 C 点演化,工程质量事故造成的影响越大,即责任重大,政府质量监督者越倾向于选择执法监督行为的规范.

由图 2 可知:总体上折线上方的 $ADBC$ 部分的面积越小,演化系统收敛于 C 点的概率就越大,博弈各方就越趋于稳定的博弈进化策略.

4 提高工程质量政府监管有效性的策略

无论是政府主管部门,还是工程质量政府机构(站),要想提高工程质量政府监督的有效性,必须考虑各方的实际得益,寻找合适的均衡点,以制定科学合理的监管制度和措施. 若政府监管力度过大,则监管成本太高,政府不愿实施,也难以持久实施;若监管力度太小,质量监督者群体就会增加执法监督行为的低质量,结果又必然导致政府再加大监管力度,以控制这种不利的群体行为. 所以,提高工程质量政府

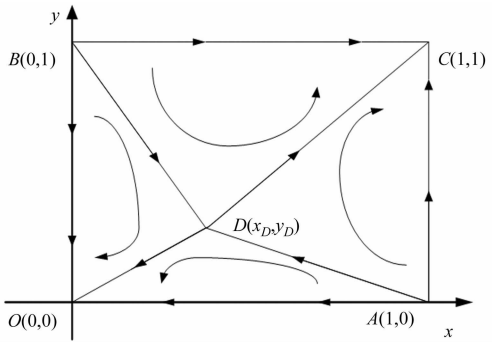


图 2 博弈动态演化相图

Fig. 2 Game dynamic evolution phase diagram

监督有效性的策略、规范政府质量监督者的执法监督行为^[5]有赖于培育工程质量价值观、构建信息传输共享平台、提升质量监督者的能力和强化监督市场治理等方面。

1) 培育质量监督者的工程质量价值观. 工程质量政府监督者的行为取决于其行为价值的判断, 由于政府质量监督者的有限经济理性和追求自身利益最大化的趋利特征, 在执法监督行为的判断上会有一些的偏差, 需要纠正质量监督者的这种不理性行为. 纠正执法监督行为偏差的根本在于确立正确的工程质量价值观, 以维护国家和公众工程质量利益为前提, 形成社会认可的共同工程质量价值观. 只有这样, 政府质量监督者实施执法监督过程中, 当工程质量社会利益与个人利益发生冲突时, 才能做出维护工程质量社会利益的正确选择^[12], 采取执法监督行为的高质量。

2) 构建良好的信息传输与共享平台. 工程建设管理信息化与现代化, 对工程质量政府监督提出了变革监督手段的时代要求, 利用工程质量监管信息化平台是提高工程质量政府监督效率的技术条件. 同时, 质量监督者的执法监督行为的转变与政府监管力度密切有关, 构建良好的监管信息传输体制将有利于强化政府监管力度, 有利于进一步规范质量监督者的执法监督行为, 更好地制约不良政府监督行为. 通过信息传输和信息共享^[13], 不仅为工程质量政府监督者提供有利的手段和途径, 也为规范工程质量政府监督者的执法监督行为起到社会监督作用。

3) 提高工程质量政府监督者的执法监督能力. 工程质量政府监督具有很强的专业技术内涵和丰富的法律法规支撑, 工程质量政府质量监督者不仅需要投入精力实施执法监督, 更需要提升能力增强执法监督的效率. 因此, 加强工程质量政府监督者的教育与培训, 以执法监督能力建设为关键环节, 以继续教育和培训为切入点, 不断加强工程质量政府监督者自身能力建设, 努力提升执法监督的综合能力, 形成专家型的政府质量监督团队, 从根本上提升整个工程质量政府监督的有效性和执法监督水准, 推进工程质量政府监督的专业化和现代化。

4) 强化工程质量监督市场治理. 工程质量政府监督的多重委托代理经济特性, 内在规定了实施建设工程质量政府监督市场治理的客观必然性. 首先, 需要设计科学合理的工程质量监督体制与市场运行机制, 最大限度调动各层次工程质量政府监督者的执法监督积极性和能动性, 挖掘内源驱动力推动工程质量政府监督效率与效益. 其次, 提高工程质量政府监督的违约成本, 威慑工程质量监督者不能采取执法监督行为的不规范, 发挥外在推动力提高政府工程质量监管效率, 促使全社会监管水平的提升。

参考文献:

[1] 郭汉丁, 张印贤, 张宇, 等. 工程质量政府监督多层次激励协同机理研究综述[J]. 建筑经济, 2013(2):100-103.
[2] 郭汉丁, 张印贤, 马辉. 建设工程质量政府监督有效性及其提升途径[J]. 建筑, 2010(14):18-20.
[3] 侯祥朝. 工程项目结构分解的优化及应用[J]. 华侨大学学报(自然科学版), 2002, 23(3):263-266.
[4] 郭汉丁, 郝海, 张印贤, 等. 建设工程质量政府监督团队权利配置结构优化[J]. 建筑经济, 2014(8):9-12.
[5] 郭汉丁. 建设工程质量政府监督管理研究[D]. 天津: 天津大学, 2003:20-32.
[6] GAO Wujun, MAO Yonghua. Quasi-stationary distribution for the birth-death process with exit boundary[J]. Journal of Mathematical Analysis and Applications, 2015, 427(1):114-125.
[7] 王永平, 孟卫东. 供应链企业合作竞争机制的演化博弈分析[J]. 管理工程学报, 2004, 18(2):96-98.
[8] 胡文发, 朱言, 何新华. 工程项目承包商多层次利益分配与激励机制[J]. 同济大学学报(自然科学版), 2014, 42(9):1437-1443.
[9] 高亚, 章恒全. 基于 SD 的施工安全监管进化博弈研究[J]. 工程管理学报, 2015, 29(6):113-118.
[10] 段琦, 史英杰. 寻路行为策略的进化博弈分析[J]. 运筹与管理, 2015, 24(2):87-91.
[11] FRIEDMAN D. Evolutionary games in economics[J]. Econometrica, 1991, 59(3):637-666.
[12] 王立平, 丁辉. 基于委托-代理关系的低碳技术创新激励机制研究[J]. 山东大学学报(哲学社会科学版), 2015(1):73-80.
[13] 任宏, 徐蜚, 向鹏成. 工程项目质量管理的信号传递博弈研究[J]. 统计与决策, 2011(23):59-61.

(责任编辑: 黄晓楠 英文审校: 方德平)