

DOI: 10.19479/j.2095-719x.2402110

## 公众参与下的 PPP 项目道德风险防范研究 ——基于双重委托代理视角

任志涛, 卿雪玲, 姜兆胜  
(天津城建大学 经济与管理学院, 天津 300384)

**摘要:** 基于双重委托代理理论探析 PPP 项目中政府和企业的道德风险问题, 研究公众作为双重委托代理中的最终委托方, 其参与对防范公私合作道德风险生成的作用。运用演化博弈的方法, 构建政企双方博弈和公众参与下的三方博弈模型, 比较两个模型演化结果发现: ①对企业来说, 企业不采取道德风险行为的概率与政府严格监管、公众参与监督的概率正相关; ②对政府来说, 公众参与使得政府严格监管的概率和企业采取道德风险的概率由正相关转为负相关; ③对公众来说, 公众参与主要受到参与成本、政府举报奖励的影响。由此提出相关建议促进公众参与, 防范政企道德风险。

**关键词:** PPP 项目; 道德风险; 公众参与; 双重委托代理

**中图分类号:** F283

**文献标志码:** A

**文章编号:** 2095-719X(2024)02-0110-08

## Research on Moral Hazard Prevention of PPP Projects with Public Participation ——Based on the Perspective of Dual Principal-agent

REN Zhitao, QING Xueling, JIANG Zhaosheng

(School of Economics and Management, TCU, Tianjin 300384, China)

**Abstract:** Based on the dual principal-agent theory, this paper analyzes the moral hazard of government and enterprises in PPP projects, and studies the role of the public, as the ultimate principal in dual principal-agent, in preventing the generation of moral hazard in public-private cooperation. Using the method of evolutionary game, this paper constructs a tripartite game model under the government enterprise game and public participation. Comparing the evolution results of the two models, it is found that: 1) For enterprises, the probability of enterprises not taking moral hazard behavior is positively related to the probability of government strict supervision and public participation in supervision; 2) For the government, public participation makes the probability of government strict supervision and the probability of enterprises taking moral hazard change from positive correlation to negative correlation; 3) For the public, public participation is mainly affected by the cost of participation and government reporting incentives. Therefore, relevant suggestions are put forward to promote public participation and prevent moral risks of the government and enterprises.

**Key words:** PPP project; moral hazard; public participation; dual principal-agent

政府和社会资本合作(public private partnership, PPP)是指政府为增强公共产品和服务供给能力、提高供给效率,通过特许经营、股权合作等方式,与社会资本建立的利益共享、风险分担及长期合作模式。自2014年PPP模式引入我国以来,经历了“过山车”式的发展阶段。截至2017年12月末,全国PPP综合信息平台项目库共收录PPP项目14424个,总投资额10.8万亿元,呈现出爆发增长的态势,但由于法律法规不

健全,地方政府盲目举债,项目质量良莠不齐等原因,PPP项目合作失败现象频发。2017年后,随着“92号文”、“54号文”的出台,PPP项目市场进入从严监管,成交数量和规模急速下降。“十四五”规划纲要中指出要“规范有序推进政府和社会资本合作(PPP)”为PPP项目的再次发展提供了机遇。截至2022年9月,当年新入库项目430个,投资额6935亿元,项目和投资额都略有上升,PPP市场逐渐回暖。近年来政府出台一系

收稿日期:2022-09-26;修订日期:2022-11-18

基金项目:天津市教委社科重大项目(2019JWZD36)

作者简介:任志涛(1968—),女,河北邯郸人,天津城建大学教授,博士。

列政策和措施,用以整顿和规范PPP项目的发展,但由于政府和社会资本最终目标差异,信息不对称以及不完全契约等问题难以避免,公私合作中的道德风险问题短期内难以解决。因此,探讨防范化解公私合作中的道德风险问题对PPP项目健康长远发展仍具有重要意义。

现有对PPP项目道德风险的研究主要分别从政府和企业两方进行讨论,Fernandez<sup>[1]</sup>认为,政府与社会资本之间的信息不对称容易滋生道德风险问题,政府可以通过提升合同柔性应对突发情况以减少道德风险问题。Smith<sup>[2]</sup>研究发现由于信息不对称、目标差异化的问题,PPP项目中社会资本存在机会主义的动机和条件。王先甲<sup>[3]</sup>探究在社会资本拥有能力禀赋和努力水平双重私有信息下,PPP项目中逆向选择和道德风险共存的激励机制问题。王小丽<sup>[4]</sup>强调固定报酬对PPP项目运营维护的必要性和紧迫性,监管更有利于防范运营中的道德风险。郭琦<sup>[5]</sup>基于协同效应构建了政府和社会资本之间的博弈监管模型,以解决水利工程PPP项目的道德风险问题。也有学者从双边道德风险角度进行分析,郭桂霞<sup>[6]</sup>通过手动测算中国PPP项目政府和社会资本双边道德风险指标,并基于Heckman模型检验政企双边道德风险对投资意愿和投资规模的影响。

现有的研究中多关注PPP项目政府或企业单边道德风险,缺少对PPP项目双边道德风险的探索,主要强调通过公私双方的激励监督机制化解道德风险问题,忽视了公众在PPP项目中的重要作用。随着大量的PPP项目进入运营阶段,公众在PPP项目中的参与地位日渐凸显,公众参与能较好地促进政府行使监管、规避企业投机行为。因此有必要将公众纳入公私合作双边道德风险分析框架中进行动态探索,为治理PPP项目道德风险提供新的决策思路。

在现有研究的基础上,本文从探寻PPP项目双边道德风险角度出发,首先构建政府和企业两方演化博弈模型,并在此基础上引入公众作为第三方参与主体,基于双重委托代理理论,构建政府、企业和公众三方演化博弈模型。本文假设,在公众不存在道德风险条件下,选取监管力度和履约程度分别作为PPP项目中政府和企业策略选择中道德风险的量化指标,详细比较两方和三方博弈模型的区别,探究公众参与对于政府和企业双边道德风险行为的影响,验证公众参与的必要性和积极意义,以期完善现有PPP双边道德风险理论框架,并为激发公众参与,提升PPP项目公平效率提供有益借鉴。

## 1 双重委托代理关系分析

双重委托代理是由经典委托代理理论衍生出的更复杂的表现形式,主要包含两种情况。一是两方主体构成双向的委托代理关系,另一种是三方主体构成纵向的委托代理关系<sup>[7]</sup>,目前的研究大多集中于纵向关系。例如研究供应链上中下游企业之间的关系和政府购买服务中政府、街道与社工组织之间的关系等。从PPP项目的本质来看,是政府委托企业向公众提供高质量的公共产品或服务,因此可以从双重委托代理的视角,探究政府、企业和公众三方在PPP项目中纵向的委托代理关系,如图1所示。

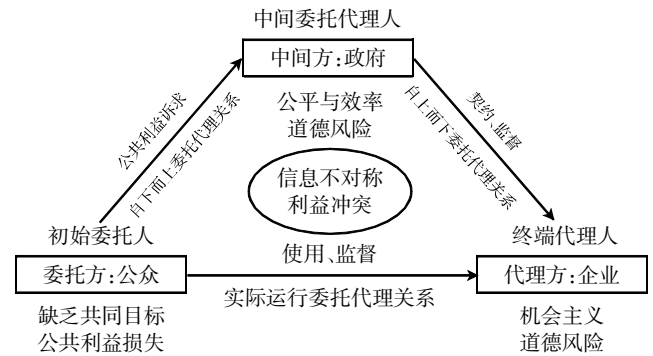


图1 PPP项目的双重委托代理关系

第一层是公众与政府之间自下而上的委托代理关系。公众与政府之间的委托代理关系的建立基础就是PPP项目的公益性<sup>[8]</sup>。PPP项目的主要目的是为社会公众提供高质和高效的公共产品和服务,其强公益性和高成本致使公众难以直接进行投资和管理,公众只能授权给政府<sup>[9]</sup>。在PPP项目中,政府代表着公众的利益从而行使公共权力,实际上可认为公众和政府之间存在着一种委托代理关系,这种委托代理关系在PPP项目识别之前就已经建立<sup>[10]</sup>。

第二层是政府与企业之间自上而下的委托代理关系。在PPP项目中,政府通过招标的方式将提供公共产品或公共服务的责任移交给企业,企业遵循合同要求进行经营活动,这是PPP模式中的显性契约关系,也是PPP项目中最主要的委托代理关系,决定着PPP项目的具体运行机制与合同的基本内容。

第三层是公众与企业之间在PPP项目实际运行中的委托代理关系。PPP项目中有较长的时间是企业向公众提供产品和服务的运营阶段。此时公众和企业之间存在交易契约,企业作为代理人不只完成和政府之间的合同,还需要满足公众消费的需求。当企业和

公众发生争议时,双方是平等的民事纠纷,接受司法的规范和调整,政府在这时起到监管和协调的作用<sup>[1]</sup>.这种委托代理关系产生在 PPP 项目的运营阶段,和 PPP 项目合约不排斥.

## 2 PPP 项目双重委托代理中的道德风险分析

对于企业来说,资本有追逐利益的本能,企业关注自身的发展,追求自身利益最大,出于自利偏好的驱动,当企业具有和政府相比的信息优势并发现相关监管漏洞时,若机会主义行为的收益远大于对企业的负面后果,企业就有可能采取道德风险行为.

对于政府来说,一方面由于利他偏好的影响,通过提供并保障公共服务和公共产品,维护公众利益以赢得声誉和信任;另一方面,作为理性经济人,在 PPP 项目建设运营过程中,遇到 GDP、财政收入等方面的考核诉求时,如果此时公众的信息不对称,政府不必承担“代理风险”行为后果,就有可能产生道德风险行为,放松对企业的监督.

从 PPP 项目双重委托代理模型来看,现有的研究主要聚焦于政府和企业之间的委托代理关系,强调发挥政府作用,破解信息不对称问题,对企业建立有效的约束和激励机制以保障公共物品和公共服务供给的公平与效率.由于公众参与的长期缺失,忽视了以公众作为委托人的另外两层委托代理关系的研究.从 PPP 项目发展现状来看,PPP 项目中不论是政府还是企业的道德风险行为都将损害公众的利益,从委托代理关系来看,公众能否在 PPP 项目中发挥参与作用对政府和企业的道德风险行为具有重要影响.

## 3 基于委托代理的政、企演化博弈分析

### 3.1 模型基本假设

假设 1:政府和企业两方均为有限理性人.

假设 2:政府和企业作为参与博弈的局中人,各自有两种行为策略:企业在参与公私合作项目时,可能出于政府监管、声誉影响等原因选择履行合同义务,提供高质量的公共产品或服务;也可能利用信息不对称的便利,通过道德风险行为谋取超额利润.因此企业的策略集为 {不采取道德风险行为, 采取道德风险行为}政府在公私合作项目中应发挥对企业的监管作用,保护公共利益不受侵害,也存在由于监管成本和监管难度较大,政府放松对企业的监管.因此政府的策略集为{严格监管,不严格监管}.

假设 3:初始时刻,企业不采取道德风险行为的概率为  $x(0 \leq x \leq 1)$ ,采取道德风险行为的概率为  $1-x$ ;政府严格监管的概率为  $y(0 \leq y \leq 1)$ ,则不严格监管的概率为  $1-y$ .

假设 4:所有的处罚和奖励在均为事件发生后进行.构建政府和企业博弈收益矩阵如表 1 所示.

表 1 政府、企业两方博弈的收益矩阵

博弈参与者		政府	
		严格监管( $y$ )	不严格监管( $1-y$ )
企业	不采取道德风险行为( $x$ )	$-C_1 + R_1 + T$ $-C_2 - T + P_1$	$-C_1 + R_1 + r_2T$ $-r_2C_2 - r_2T + P_1$
	采取道德风险行为( $1-x$ )	$-r_1C_1 + R_1 - F$ $-C_2 + F - r_1^{-1}P_2$	$-r_1C_1 + R_1 - r_2F$ $-r_2C_2 + r_2F - r_1^{-1}P_2$

参数假定如下: $C_1$ 表示企业不采取道德风险行为付出的成本; $r_1(0 < r_1 < 1)$ 表示企业合同完成度; $r_1C_1$ 表示企业选择采取道德风险行为时的成本; $C_2$ 表示政府严格监管的成本; $r_2(0 < r_2 < 1)$ 表示政府监管力度; $r_2C_2$ 表示政府不严格监管时的成本; $R_1$ 表示企业的收益,不考虑道德风险行为的额外收益; $P_1$ 表示企业不采取道德风险行为时政府的政绩收益; $P_2$ 表示企业采取道德风险行为时政府的政绩损失; $T$ 表示政府给予企业的激励; $F$ 表示政府对企业的处罚.其中  $r_1$  越小表示企业对公私合作项目合约完成度越小,道德风险行为越严重, $r_2$  越小表示政府的监督力度越小.

### 3.2 复制动态方程构建

企业不采取道德风险行为的预期收益为

$$U_{11} = y(-C_1 + R_1 + T) + (1-y)(-C_1 + R_1 + r_2T) \quad (1)$$

企业采取道德风险行为的预期收益为

$$U_{12} = y(-r_1C_1 + R_1 - F) + (1-y)(-r_1C_1 + R_1 - r_2F) \quad (2)$$

带入  $U_{11}$  和  $U_{12}$ ,企业的复制动态方程表示为

$$d_x/d_t = x(1-x)(U_{11} - U_{12}) = x(1-x)[(1-r_2)(F+T)y + (r_1-1)C_1 + r_2(T+F)] \quad (3)$$

政府选择严格监管时的预期收益为

$$U_{21} = x(-C_2 - T + P_1) + (1-x)(-C_2 + F - r_1^{-1}P_2) \quad (4)$$

政府选择不严格监管时的预期收益为

$$U_{22} = x(-r_2C_2 - r_2T + P_1) + (1-x)(-r_2C_2 + r_2F - r_1^{-1}P_2) \quad (5)$$

带入  $U_{21}$  和  $U_{22}$ ,政府的复制动态方程表示为

$$d_y/d_t = y(1-y)(U_{21} - U_{22}) = y(1-y)(r_2-1)[x(T+F) + (C_2 - F)] \quad (6)$$

联立政府和企业的复制动态方程,得到

$$\begin{cases} d_x/d_t = x(1-x)[(1-r_2)(F+T)y + (r_1-1)C_1 + r_2(T+F)] \\ d_y/d_t = y(1-y)(r_2-1)[x(T+F) + (C_2-F)] \end{cases} \quad (7)$$

### 3.3 模型推导

通过上述复制动态方程求出雅克比矩阵如下

$$\begin{bmatrix} (1-2x)[(1-r_2)(F+T)y + (r_1-1)C_1 + r_2(T+F)] & x(1-x)(1-r_2)(F+T) \\ y(1-y)(r_2-1)(T+F) & (1-2y)(r_2-1)[x(T+F) + (C_2-F)] \end{bmatrix} \quad (8)$$

矩阵  $J$  的行列式为

$$\det J = (1-2x)[(1-r_2)(F+T)y + (r_1-1)C_1 + r_2(T+F)](1-2y)(r_2-1)[x(T+F) + (C_2-F)] - x(1-x)(1-r_2)(F+T)y(1-y)(r_2-1)(T+F) \quad (9)$$

矩阵  $J$  的迹为

$$\text{tr} J = (1-2x)[(1-r_2)(F+T)y + (r_1-1)C_1 + r_2(T+F)] + (1-2y)(r_2-1)[x(T+F) + (C_2-F)] \quad (10)$$

令  $d_x/d_t = 0, d_y/d_t = 0$  在  $x(0 \leq x \leq 1), y(0 \leq y \leq 1)$  得到演化博弈的五个均衡点分别为  $O(0,0), A(1,0), B(0,1), C(1,1), D(x^*, y^*)$  其中  $0 < x^*, y^* < 1$ . 将均衡点带入求解雅可比矩阵的行列式 ( $\det J$ ) 和迹 ( $\text{tr} J$ ), 当  $\det J > 0$  且  $\text{tr} J < 0$  时, 均衡点处于稳定状态 (ESS); 当行列式和迹都小于 0 时, 均衡点为鞍点; 当行列式和迹都大于 0 时, 均衡点处于不稳定状态. 由此, 判断参数的不同取值范围下, 政府和企业的稳定策略选择.

当  $(r_1-1)C_1 + r_2(T+F) > 0$  时, 检验 5 个均衡点的稳定性, 其结果如表 2.

由分析 1 和分析 2 可知, 此时的演化稳定策略是 (不采取道德风险行为, 不严格监管). 在这种情况下, 对于企业来说, 不采取道德风险行为时收益大于成本, 考虑声誉影响, 其倾向于采取正当的经营行为, 保障公私合作项目顺利进行. 对于政府来说, 当净收益

大于 0 时, 考虑企业积极行为和监管成本, 政府倾向于不严格监管; 当净收益小于 0 时, 因为此时政府严格监管的成本较高, 大于严格监管后对企业道德风险行为的处罚  $F$ , 同时由于企业倾向于不采取道德风险行为, 为降低监管成本, 政府倾向于不严格监管.

当  $(r_1-1)C_1 + r_2(T+F) < 0, (r_2-1)(C_2-F) < 0$  时, 检验 5 个均衡点的稳定性, 其结果如表 3.

由分析 3 和分析 4 可知, 此时演化稳定策略都是 (采取道德风险行为, 不严格监管). 在这种情况下, 对政府来说, 处罚企业获得的罚金不足以抵消严格监管带来的成本, 基于自身利益最大化考虑, 政府倾向于采取不严格监管的策略. 对企业来说, 由于政府倾向于不严格监管策略, 此时企业的净收益为负, 加上政府的处罚较轻, 企业采取道德风险行为后获得的超额利润远大于需要缴纳的罚金, 从利益最大化的角度出发, 企业倾向于采取道德风险行为, 甚至与政府产生合谋行为, 通过损害公众利益来换取政企双方的利益.

当  $(r_1-1)C_1 + r_2(T+F) < 0, (r_2-1)(C_2-F) > 0$  时, 检验 5 个均衡点的稳定性, 其结果如表 4.

表 2 均衡点稳定性分析(一)

均衡点	取值范围	$O(0,0)$	$A(1,0)$	$B(0,1)$	$C(1,1)$	$D(x^*, y^*)$
分析 1	$(r_2-1)(C_2-F) > 0$	不稳定	ESS	鞍点	鞍点	不存在
分析 2	$(r_2-1)(C_2-F) < 0$	鞍点	ESS	不稳定	鞍点	不存在

表 3 均衡点稳定性分析(二)

均衡点	取值范围	$O(0,0)$	$A(1,0)$	$B(0,1)$	$C(1,1)$	$D(x^*, y^*)$
分析 3	$(r_1-1)C_1 + (T+F) > 0$	ESS	鞍点	不稳定	鞍点	不存在
分析 4	$(r_1-1)C_1 + (T+F) < 0$	ESS	鞍点	鞍点	不稳定	不存在

表 4 均衡点稳定性分析(三)

均衡点	取值范围	$O(0,0)$	$A(1,0)$	$B(0,1)$	$C(1,1)$	$D(x^*, y^*)$
分析 5	$(r_1-1)C_1 + (T+F) > 0$	鞍点	鞍点	鞍点	鞍点	中心点
分析 6	$(r_1-1)C_1 + (T+F) < 0$	鞍点	鞍点	ESS	不稳定	不存在

由分析 5 可知,此时没有稳定的演化结果,但存在中心点  $(x^*, y^*)$ . 在这种情况下政府的监管成本  $C_2$  低于政府对企业的处罚  $F$ , 政府会选择严格监管, 通过处罚违规企业得到的罚金以补足监管产生的成本, 同时企业在政府严格监管下净收益为正, 倾向于选择不采取道德风险行为, 以避免过高的处罚造成收益损失. 企业不采取道德风险行为, 政府无法通过罚金以抵消监管成本, 政府又会采取不严格监管策略, 由此政府和企业之间出现了重复动态博弈.

由分析 6 可知, 此时演化稳定策略为(采取道德风险行为, 严格监管). 在这种情况下, 企业的成本  $C_1$  远高于政府的处罚  $F$ , 为平衡自身收支同时获取更大的利润, 企业倾向于选择采取道德风险行为, 同时由分析 5 可知, 在处罚金额高、监管成本低的情况下, 政府更倾向于严格监管, 加上企业的道德风险行为倾向, 进一步提高了政府监管的积极性.

### 3.4 结果分析

由上述假设可知, 公私合作项目中是否产生道德风险行为主要取决于政企双方的净收益情况:(1)对企业来说, 无论政府是否严格监管, 只要净收益大于 0, 企业就倾向于不采取道德风险行为, 履行自身企业责任, 执行项目合约(分析 1 和分析 2); 当政府不严格监管且企业净收益小于 0 时, 企业倾向于采取道德风险行为(分析 3 和分析 4); 当政府监管力  $r_2$  度高于临界值时, 企业才会选择不采取道德风险行为(分析 5), 此时企业采取道德风险行为的概率和政府严格监管概率呈负相关关系; 特殊的, 当政府严格监管且企业净收益小于 0, 如果企业成本  $C_1$  远大于政府处罚  $F$ , 企业也会选择采取道德风险行为(分析 6). 在这种情况

下, 成本  $C_1$ 、收益  $R_1$ , 处罚  $F$ , 政府监管力度  $r_2$  和政府激励  $T$  等因素都将影响企业的选择. (2)对政府而言, 无论企业是否采取道德风险行为, 如果政府处罚  $F$  较小而监管成本  $C_2$  较高时, 政府将产生道德风险行为, 采取不严格监管的策略(分析 2、3、4)以减少自身的损失; 当政府的处罚  $F$  大于监管成本  $C_2$  时, 企业不采取道德风险行为收益小于 0 且不采取道德风险行为的概率低于临界值时, 政府才会选择严格监管(分析 5 和分析 6), 此时政府严格监管的概率随企业采取道德风险行为概率的增大而增大; 特殊的, 无论政府是否严格监管, 企业的净收益都大于 0 时, 企业出于声誉考虑、政府处罚等影响选择不采取道德风险行为, 此时政府也倾向于不采取严格监管策略以降低监管成本(分析 1). 在这种情况下, 政府策略的选择受到监管成本  $C_2$  和处罚  $F$  等因素的影响.

## 4 基于双重委托代理的政、企、公众演化博弈分析

### 4.1 模型基本假设

在政企两方博弈模型的基础上补充以下假设:

假设 4: 公众为有限理性人.

假设 5: 公众可能出于维护自身利益, 获取政府设置的道德风险行为举报奖励等原因参与公私合作项目监督, 也可能不监督. 因此公众的策略集为{参与监督, 不参与监督}.

假设 6: 初始时刻, 公众参与监督的概率  $z$  ( $0 \leq z \leq 1$ ), 不参与监督的概率是  $1 - z$ .

构建政府、企业和公众三方博弈收益矩阵如表 5 所示.

表 5 政府、企业与公众演化博弈收益矩阵

博弈参与者		政府			
		严格监管( $y$ )		不严格监管( $1-y$ )	
		公众		公众	
		参与监督( $z$ )	不参与监督( $1-z$ )	参与监督( $z$ )	不参与监督( $1-z$ )
企业	不采取道德风险行为	$-C_1 + R_1 + T$ $-C_2 - T + P_1$ $-C_3 + R_3$	$-C_1 + R_1 + T$ $-C_2 - T + P_1$ $R_3$	$-C_1 + R_1 + r_2T$ $-r_2C_2 - r_2T + P_1$ $-C_3 + R_3$	$-C_1 + R_1 + r_2T$ $-r_2C_2 - r_2T + P_1$ $R_3$
	采取道德风险行为	$-r_1C_1 + R_1 - F$ $-C_2 + F - r_1^{-1}P_2 - B$ $-C_3 + B - Q$	$-r_1C_1 + R_1 - F$ $-C_2 + F - r_1^{-1}P_2$ $-Q$	$-r_1C_1 + R_1 - r_2F - S$ $-r_2C_2 + r_2F - r_1^{-1}P_2 - B + S$ $-C_3 + B - Q$	$-r_1C_1 + R_1 - r_2F$ $-r_2C_2 + r_2F - r_1^{-1}P_2$ $-Q$

表 5 中参数假定如下: $C_3$  表示公众参与监督的成本; $R_3$  表示公私合作项目中不存在道德风险行为下,

公众获得的公共服务收益; $Q$  表示公私合作项目中企业道德风险行为对公众造成的利益损害; $B$  表示公众

举报企业道德风险行为后获得政府的奖励。若政府不严格监管,而由公众发现并举报了企业采取风险道德行为时,除一般的处罚  $F$  外会对企业进行追加处罚  $S$ 。

## 4.2 复制动态方程构建

### 4.2.1 企业复制动态方程构建

企业不采取道德风险行为的预期收益为

$$U_{31} = yz(-C_1 + R_1 + T) + y(1-z)(-C_1 + R_1 + T) + (1-y)z(-C_1 + R_1 + r_2T) + (1-y)(1-z)(-C_1 + R_1 + r_2T) \quad (11)$$

企业采取道德风险行为的预期收益为

$$U_{32} = yz(-r_1C_1 + R_1 - F) + y(1-z)(-r_1C_1 + R_1 - F) + (1-y)z(-r_1C_1 + R_1 - r_2F - S) + (1-y)(1-z)(-r_1C_1 + R_1 - r_2F) \quad (12)$$

将  $U_{31}$  和  $U_{32}$  带入企业复制动态方程,得到

$$F(x) = d_x/d_t = x(1-x)(U_{31} - U_{32}) = x(1-x)[(1-r_2)(F+T)y + (1-y)zS + (r_1-1)C_1 + r_2(F+T)] \quad (13)$$

### 4.2.2 政府复制动态方程构建

政府严格监管的预期收益为

$$U_{41} = xz(-C_2 - T + P_1) + x(1-z)(-C_2 - T + P_1) + (1-x)z(-C_2 + F - r_1^{-1}P_2 - B) + (1-x)(1-z)(-C_2 + F - r_1^{-1}P_2) \quad (14)$$

政府不严格监管时的预期收益为

$$U_{42} = xz(-r_2C_2 - r_2T + P_1) + x(1-z)(-r_2C_2 - r_2T + P_1) + (1-x)z(-r_2C_2 + r_2F - r_1^{-1}P_2 - B + S) + (1-x)(1-z)(-r_2C_2 + r_2F - r_1^{-1}P_2) \quad (15)$$

将  $U_{41}$  和  $U_{42}$  带入政府复制动态方程,得到

$$F(y) = d_y/d_t = y(1-y)(U_{41} - U_{42}) = y(1-y)[x(r_2-1)(T+F) + (x-1)zS + (r_2-1)(C_2-F)] \quad (16)$$

### 4.2.3 公众复制动态方程构建

公众参与监督的预期收益为

$$U_{51} = xy(-C_3 + R_3) + x(1-y)(-C_3 + R_3) + (1-x)y(-C_3 + B - Q) + (1-x)(1-y)(-C_3 + B - Q) \quad (17)$$

公众不参与监督的预期收益为

$$U_{52} = xy(R_3) + x(1-y)(R_3) + (1-x)y(-Q) + (1-x)(1-y)(-Q) \quad (18)$$

将  $U_{51}$  和  $U_{52}$  带入公众复制动态方程,得到

$$F(z) = d_z/d_t = z(1-z)(U_{51} - U_{52}) = z(1-z)(-Bx - C_3 + B) \quad (19)$$

联立复制动态方程组得到

$$\begin{cases} F(x) = x(1-x)[(1-r_2)(F+T)y + (1-y)zS + (r_1-1)C_1 + r_2(F+T)] \\ F(y) = y(1-y)[x(r_2-1)(T+F) + (x-1)zS + (r_2-1)(C_2-F)] \\ F(z) = z(1-z)(-Bx - C_3 + B) \end{cases} \quad (20)$$

## 4.3 模型推导

令  $F(x) = 0, F(y) = 0, F(z) = 0$ , 得到 8 个特殊均衡解, 即  $(0,0,0)$ 、 $(0,0,1)$ 、 $(0,1,0)$ 、 $(1,0,0)$ 、 $(0,1,1)$ 、 $(1,1,0)$ 、 $(1,0,1)$ 、 $(1,1,1)$ 。

对方程组(20)进行求导:

$$\begin{cases} F'(x) = (1-2x)[(1-r_2)(F+T)y + (1-y)zS + (r_1-1)C_1 + r_2(F+T)] \\ F'(y) = (1-2y)[x(r_2-1)(T+F) + (x-1)zS + (r_2-1)(C_2-F)] \\ F'(z) = (1-2z)(-Bx - C_3 + B) \end{cases} \quad (21)$$

### 4.3.1 企业复制动态分析

分析企业演化稳定策略,要满足的条件是  $F(x) = 0, F'(x) < 0$ 。根据公式(20),令  $F(x) = 0$ , 得到  $x = 0, x = 1, y^* = \frac{(1-r_1)C_1 - r_2(F+T) - zS}{(1-r_2)(F+T) - zS}, z^* = \frac{(1-r_1)C_1 - (1-r_2)(F+T)y - r_2(F+T)}{(1-y)S}$ , 讨论如下。

(1)当  $y = \frac{(1-r_1)C_1 - r_2(F+T) - zS}{(1-r_2)(F+T) - zS}, F(x) = 0, F'(x) = 0$ , 所有  $x$  均为稳定状态。即当政府选择严格监管的合作策略概率为  $\frac{(1-r_1)C_1 - r_2(F+T) - zS}{(1-r_2)(F+T) - zS}$  时, 企业采取道德风险行为的概率是稳定的。当  $y > \frac{(1-r_1)C_1 - r_2(F+T) - zS}{(1-r_2)(F+T) - zS}, F(x) = 0, F'(x) > 0, F'(1) < 0$ , 可得  $x = 1$  是均衡点, 表示企业不采取道德风险行为是 ESS。当  $y < \frac{(1-r_1)C_1 - r_2(F+T) - zS}{(1-r_2)(F+T) - zS}, F(x) = 0, F'(x) < 0, F'(1) > 0$  可得  $x = 0$  是均衡点, 表示企业采取道德风险行为是 ESS。

结果讨论 1: 当政府选择严格监管概率较高时, 企业不采取道德风险行为是最优行为选择; 当政府选择严格监管概率较低时, 企业采取道德风险行为是最优行为选择。

(2)当  $z = \frac{(1-r_1)C_1 - (1-r_2)(F+T)y - r_2(F+T)}{(1-y)S}, F(x) = 0, F'(x) = 0$ , 所有  $x$  均为稳定状态。即当公众选择参与监督的合作策略概率为  $\frac{(1-r_1)C_1 - (1-r_2)(F+T)y - r_2(F+T)}{(1-y)S}$  时, 企业不采取道德行为的概率是稳定的。当  $z >$

$\frac{(1-r_1)C_1 - (1-r_2)(F+T)y - r_2(F+T)}{(1-y)S}, F(x) = 0,$   
 $F'(0) > 0, F'(1) < 0,$  可得  $x = 1$  是均衡点, 表示企业不采取道德风险行为是 ESS. 当  $z < \frac{(1-r_1)C_1 - (1-r_2)(F+T)y - r_2(F+T)}{(1-y)S}, F'(0) < 0,$   
 $F'(1) > 0$  可得  $x = 0$  是均衡点, 表示企业采取道德风险行为是 ESS.

结果讨论 2: 当公众选择参与监督概率较高时, 企业不采取道德风险行为是最优行为选择; 当公众选择参与监督概率较低时, 企业采取道德风险行为是最优行为选择.

#### 4.3.2 政府复制动态分析

分析政府演化稳定策略, 需要满足的条件是  $F(y) = 0, F'(y) < 0.$  根据公式(20), 令  $F(y) = 0,$  得到  $y = 0, y = 1, x^* = \frac{(1-r_2)(C_2-F) + zS}{zS - (1-r_2)(F+T)}, z^* = \frac{(1-r_2)(C_2-F) + x(1-r_2)(T+F)}{(x-1)S},$  讨论如下.

(1) 当  $x = \frac{(1-r_2)(C_2-F) + zS}{zS - (1-r_2)(F+T)}, F(y) = 0,$   
 $F'(y) \equiv 0,$  此时所有  $y$  均为稳定状态. 即当企业选择不采取道德风险策略的概率为  $\frac{(1-r_2)(C_2-F) + zS}{zS - (1-r_2)(F+T)}$  时, 政府严格监管的概率是稳定的. 当  $x > \frac{(1-r_2)(C_2-F) + zS}{zS - (1-r_2)(F+T)}, F(y) = 0, F'(0) > 0, F'(1) < 0,$  可得  $y = 1$  是均衡点, 表示政府严格监管是 ESS. 当  $x < \frac{(1-r_2)(C_2-F) + zS}{zS - (1-r_2)(F+T)}, F(y) = 0, F'(0) < 0, F'(1) > 0,$  可得  $y = 0$  是均衡点, 表示政府不严格监管是 ESS.

结果讨论 3: 当企业选择不采取道德风险概率较高时, 政府严格监管是最优行为选择; 当企业选择不采取道德风险概率较低时, 政府不严格监管是最优行为选择.

(2) 当  $z = \frac{(1-r_2)(C_2-F) + x(1-r_2)(T+F)}{(x-1)S},$   
 $F(y) = 0, F'(0) \equiv 0,$  此时所有  $y$  均为稳定状态. 即当公众选择参与监督策略的概率为  $\frac{(1-r_2)(C_2-F) + x(1-r_2)(T+F)}{(x-1)S}$  时, 政府严格监管的概率是稳定的. 当  $z > \frac{(1-r_2)(C_2-F) + x(1-r_2)(T+F)}{(x-1)S}, F(y) = 0,$   
 $F'(0) > 0, F'(1) < 0,$  可得  $y = 1$  是均衡点, 表示政府严格

监管是 ESS. 当  $z < \frac{(1-r_2)(C_2-F) + x(1-r_2)(T+F)}{(x-1)S},$   
 $F(y) = 0, F'(0) < 0, F'(1) > 0,$  可得  $y = 0$  是均衡点, 表示政府不严格监管是 ESS.

结果讨论 4: 当公众选择参与监督概率较高时, 政府严格监管是最优行为选择; 当公众选择参与监督概率较低时, 政府不严格监管是最优行为选择.

#### 4.3.3 公众复制动态分析

分析公众演化稳定策略, 需要满足的条件是  $F(z) = 0, F'(z) < 0.$  根据公式(20), 令  $F(z) = 0,$  得到  $z = 0, z = 1, x^* = 1 - \frac{C_3}{B}.$

当  $x = 1 - \frac{C_3}{B}, F(z) = 0, F'(z) \equiv 0$  此时所有均为稳定状态. 即当企业选择不采取道德风险策略的概率为  $1 - \frac{C_3}{B}$  时, 公众参与监督的概率是稳定的. 当  $x > 1 - \frac{C_3}{B}, F(y) = 0, F'(0) < 0, F'(1) > 0,$  根据复制动态微分方程稳定性判别定理, 可得  $z = 0$  是均衡点, 表示公众不参与监督是 ESS. 当  $x < 1 - \frac{C_3}{B}, F(y) = 0, F'(0) > 0, F'(1) < 0,$  可得  $z = 1$  是均衡点, 表示公众参与监督是 ESS.

结果讨论 5: 当企业选择不采取道德风险行为概率较高时, 公众不参与监督是最优行为选择; 当企业选择不采取道德风险行为概率较低时, 公众参与监督是最优行为选择.

## 5 结论与建议

综上所述, 本文得到的结论如下:

(1) 对企业来说, 未有公众参与, 企业采取道德风险行为主要受到成本  $C_1$ 、收益  $R_1$ 、处罚  $F$ 、政府监管力度  $r_2$  和政府激励  $T$  的影响, 引入公众参与后, 追加处罚  $S$  也会影响企业是否采取道德风险行为. 企业不采取道德风险行为的概率与政府严格监管、公众参与监督的概率正相关, 因此公众参与监督对企业道德风险行为有抑制作用.

(2) 对政府来说, 未有公众参与, 政府严格监管的概率和企业采取道德风险的概率呈正相关, 公众参与监管后, 二者的关系转变为负相关. 推测可能的原因是, 公众参与举报在一定程度上对政府的监管有“替代”作用, 一定程度上降低了政府监管的成本, 提高了企业道德风险行为被发现的概率.

(3)对于公众来说,公众参与监督的概率随企业采取道德行为概率的增大而增大,随企业采取道德行为概率的减小而减小,同时公众参与监督行为主要受到参与成本 $C_3$ 和公众举报的奖励 $B$ 的影响.一般情况下,只有当举报的奖励大于参与监督的成本时,公众才会积极参与PPP项目中企业道德风险行为的监督.

PPP项目通常是影响社会公众生活的重要项目,由于PPP项目的强外部性和公益性,导致大多项目难以依靠后期运营实现自身盈利.在公众不参与监督,政府财政情况窘困的情况下,考虑自身成本和收益,政府和企业的博弈均衡策略极有可能陷入{采取道德风险行为,不严格监管}.这一情况在PPP项目的运营中屡见不鲜,甚至政企双方为了保持这一平衡会形成合谋,双方同时向公众隐瞒道德风险行为.这种均衡策略状态具有强稳定性,难以从博弈双方内部打破.当PPP项目出现重大问题而引起公众集体抗议时,这种稳态才会失效,但此时已经造成了较大的公众损失.因此,PPP项目要注重公众的参与,基于以上结论可以提出如下建议:

(1)建立信息沟通平台,保障公众的知情权.企业应搭建PPP项目多方信息交流平台,并充分利用微博、微信等公众平台进行信息公开.同时和地方政府、相关社会组织、高校等合作,向公众普及当地PPP项目的相关知识,提升公众的认知水平.

(2)推动建设法规体系,保障公众的监督权.政府应在PPP项目的管理办法中明确公众合法的参与权力,促进地方政府引导公众参与监督.明确公众参与监督的环节和流程,建立公众监督平台、网上信箱、监督热线、诉讼通道等方便公众监督举报.

(3)充分运用奖惩措施,保障公众的参与权.将公众的参与度纳入PPP项目的考核指标,加大对被公众

举报成功的企业处罚力度,提高公众参与的补偿,降低公众参与的成本,制定合理的公众举报奖励,充分调动公众参与的积极性.

#### 参考文献:

- [1] FERNANDEZ R N, SAULO H, CARRARO A A, et al. Public-private partnership contractual design: a computational model of the moral hazard with lotteries[J]. *Public Organization Review*, 2018, 18(1):39-51.
- [2] SMITH E, UMANS T, THOMASSON A. Stages of PPP and principal-agent conflicts: the swedish water and sewerage sector[J]. *Public Performance and Management Review*, 2018, 41(1):100-129.
- [3] 王先甲,袁睢秋,林镇周,等.考虑公平偏好的双重信息不对称下PPP项目激励机制研究[J]. *中国管理科学*, 2021, 29(10):107-120.
- [4] 王小丽,王卓甫,丁继勇.海绵城市PPP项目运营维护服务协议设计[J]. *软科学*, 2019, 33(3):127-132.
- [5] 郭琦,张思琪,余祺妹.考虑协同效应的水利工程PPP项目监管问题研究[J]. *工程研究-跨学科视野中的工程*, 2018, 10(6):570-575.
- [6] 郭桂霞,赵芳,庄芮.中国PPP项目的双边道德风险研究[J]. *产经评论*, 2022, 13(4):147-160.
- [7] 李红艳.突发公共事件应急管理双重委托代理博弈分析[J]. *自然灾害学报*, 2014, 23(4):54-59.
- [8] 韩若祎,章恒全.政府公益性项目中的寻租监管博弈研究[J]. *工程管理学报*, 2017, 1(2):69-73.
- [9] 宋子健,董纪昌,李秀婷,等.基于委托代理理论的PPP项目风险成本研究[J]. *管理评论*, 2020, 32(9):45-54.
- [10] LERUTH L E. Private cooperation in infrastructure development: a principal-agent story of contingent liabilities, fiscal risks, and other (un) pleasant surprises[J]. *Networks and Spatial Economics*, 2012, 12(2):223-237.
- [11] 段绪柱,曲万涛.公私合作供给公共物品的风险及其治理[J]. *学术交流*, 2018(4):120-126.