

中文引用格式:李志强,范研佳,孙羽. 突发事件应急管理审计演化博弈研究[J]. 中国安全科学学报,2025,35(4):233-240.

英文引用格式:LI Zhiqiang, FAN Yanjia, SUN Yu. Research on evolutionary game of emergency management audit [J]. China Safety Science Journal,2025,35(4):233-240.

突发事件应急管理审计演化博弈研究*

李志强¹教授, 范研佳¹, 孙羽²

(1 河南大学 商学院,河南 开封 475000; 2 中国工商银行 三门峡分行,河南 三门峡 472000)

中图分类号:X915.2;F239

文献标志码:A

DOI: 10.16265/j.cnki.issn1003-3033.2025.04.0327

基金项目:国家社科基金资助(19BJY006);河南省教育厅人文社会科学研究项目(2021-ZDJH-058);河南省科技厅软科学研究重点项目(202400410048)。

【摘要】 为提高地方政府突发事件应急管理能力和效果,推进应急管理体系和能力现代化,运用博弈理论构建博弈模型,探讨审计机关、当地政府及周边政府三方之间演化博弈关系,通过模型稳定性分析及数值模拟探究影响三者履责积极性的根源,并根据分析结果提出相应的对策建议。结果表明:应急管理的效益大小是影响当地政府与周边政府行为向何种方向演化的关键;另外,审计机关积极监督的概率与审计成本的大小对双方政府的行为选择都有影响,双方政府的应急管理参与意愿对彼此也有影响;对于审计机关,审计成本与受到的问责大小是影响其行为选择的关键。

【关键词】 突发事件; 应急管理审计; 当地政府; 审计机关; 演化博弈

Research on evolutionary game of emergency management audit

LI Zhiqiang¹, FAN Yanjia¹, SUN Yu²

(1 School of Business, Henan University, Kaifeng Henan 475000, China; 2 Sanmenxia Branch, Industrial and Commercial Bank of China, Sanmenxia Henan 472000, China)

Abstract: In order to improve the emergency management ability and effect of local governments and promote the modernization of emergency management systems and capacity, the game theory was used to construct a game model. The evolutionary game relationship between audit institutions, local governments and surrounding governments was discussed. The root causes of the three were explored through model stability analysis and numerical simulation. Corresponding countermeasures and suggestions were put forward according to the analysis results. The results show that the benefit of emergency management is the key to the evolution of the behavior of local governments and surrounding governments. In addition, the probability of active supervision by audit institutions and the size of audit costs have an impact on the behavior choices of the two governments, and the willingness of the two governments to participate in emergency management also has an impact on each other. For audit institutions, the cost of auditing and the degree of accountability are key factors that influence their behavioral choices.

Keywords: emergencies; emergency management audit; local government; audit institutions; evolutionary game

0 引言

突发事件的不可预见性和巨大破坏性极易引发

社会危机,对其进行应急管理关乎总体国家安全,而对突发事件应急管理的审计监督在当前亦日益迫切。实施突发事件审计可以监督政府应急管理效率

并及时向社会各界反映审计评价状况。考虑应急管理的复杂性,特别是相关政府部门在处理突发事件与社会经济发展方面的冲突与协调,审计机关客观评价政府在突发事件应急管理期间的政治绩效是十分关键的,且应急管理不仅涉及突发事件所在地政府(简称当地政府),周边政府的配合也很重要。因此,研究审计机关、当地政府与周边政府三者之间在应急管理审计评价的冲突与协调关系,对促进突发事件应急管理效率和效果的提高、推进应急管理体系和能力现代化具有重要意义。

对于应急管理审计,国内外学者主要在应急管理审计方式^[1-2]、国内外审计经验总结^[3-4]与应急资金审计^[5-6]等方面展开了研究。部分学者引入博弈理论对审计相关主体进行博弈分析,如 OTALOR 等^[7]通过博弈模型研究了公共部门审计对腐败的影响;郝素利等^[8]运用动态博弈研究了审计积极性对被审单位的影响;魏涛等^[9]通过博弈模型研究了审计独立性对财政透明度的影响;刘骅等^[10]通过博弈模型研究了疫情下审计成本和协同审计组织对防控资金审计效度的影响。纵观现有理论成果,将博弈理论引入应急管理审计方面的研究较少,且主要是审计机关与当地政府的两方博弈模型,但周边政府的配合与否也同样会影响当地政府和审计机关的策略选择。

基于此,笔者拟在已有两方模型基础上,引入参与应急管理的周边政府,建立三方演化博弈模型,通过模型稳定性分析与仿真模拟探索影响三者积极性的因素,并尝试提出相应建议,以期为提高我国突发公共事件应急管理效率水平,加快恢复受灾地区经济建设与地区重建,提供理论依据和现实指导。

1 应急管理审计三方演化博弈模型

1.1 问题描述

在我国独特的“分权”体制下,地方经济发展水平与政府负责人的晋升紧密相关^[11],但资源总量有限,参与应急管理的政府难以将二者同时完美兼顾,因而当地政府可能的策略有{应急管理得力,应急管理不得力};另外,突发公共事件的危害往往带有负外部性,凭当地政府一方力量难以妥善处理,此时首当其冲就是周边政府,但当地政府得力应急管理的正外部性使得处在外围地区的周边政府可能不需要付出很大努力也不会受到损失,因此,周边政府的策略可能为{积极配合,消极配合};政府有不利于应急管理的行为选择与现有政府绩效评价方式单一

有很大关系,审计机关若在评价政府绩效时过分关注经济建设成就,就不能使政府树立正确的治理理念。但实施应急管理审计,审计机关需要付出时间人力等成本,不过也因此可能在社会整体应急管理效果转好后得到政治声誉等收益,因此,审计机关可能的策略有{积极监督,消极监督}。

1.2 演化博弈模型假定

根据博弈论的思想,博弈主体总是为了达到自身利益最大化而不断根据其余主体策略选择调整自身行为,主体间形成一个动态的重复博弈过程。提出以下假设:

假设 1:当地政府选择应急管理得力与应急管理不得力的概率分别为 $x, 1-x$; 周边政府选择积极配合与消极配合的概率分别为 $y, 1-y$; 审计机关选择积极监督与消极监督的概率分别为 $z, 1-z$ 。

假设 2:当地政府应急管理得力时付出成本为 C_1 , 应急管理情况被上级政府和民众认可的社会效益为 A ; 其应急管理不得力时,付出成本为 nC_1 (n 为当地政府或周边政府消极管控突发事件所需成本系数, $n < 1$), 此时,取得社会效益降为 $A - \Delta A$ 。根据初剞鹏等^[12]的方法,将 $C_1 - nC_1$ 看做当地政府或周边政府节省应急管理成本后用于发展经济得到的投入,一般来说投入越多得到的经济发展收益也越多,因此, $C_1 - nC_1$ 的大小可以看做当地政府或周边政府节省资源而得到的经济发展收益大小。

假设 3:假定周边政府积极配合时需付出与当地政府相同的成本,为 C_2 , 考虑周边政府受到波及相对较弱,无论当地政府应急管理是否得力,周边政府只要积极配合都能得到社会效益 B ($A > B$); 但当周边政府消极配合时其成本为 nC_2 , 如当地政府应急管理得力时,其社会效益仍为 B , 如当地政府应急管理不得力时,其社会效益降为 $B - \Delta B$ 。比较上述可见,只要当地政府应急管理得力,即使周边政府消极配合也能得到社会效益 B , ΔB 是其“搭便车”获得的收益。

假设 4:假定当地政府得力应急管理,周边政府积极配合时,当审计机关积极监督(假定审计机关付出努力积极监督能够正确识别该行为)时会得到奖励 J , 反之则受到基本处罚 F ; 当发现当地政府不得力应急管理同时周边政府消极配合时,突发事件会造成严重的后果,被审计机关审计发现时,两方都将受到更大的处罚 hF (h 为当地政府与周边政府都消极监管受到更大惩罚的系数, $h > 1$)。

假设 5:审计机关积极监督的成本为 M , 积极监

督发现当地政府应急管理不得力(如救灾资金使用效率低甚至挪作他用等),使得整体应急管理效果转好挽回社会利益,会给审计机关带来声誉、政治等显性和隐性收益 R ; 消极监督的成本为 0 , 审计机关消极监督被问责会得到处罚 E 。

表1 审计机关、当地政府和周边政府三方演化博弈收益矩阵

Table 1 Matrix of tripartite game income between audit institutions, local governments and surrounding governments

主体策略选择及效用	当地政府(应急管理得力)		当地政府(应急管理不得力)	
	周边政府(积极配合)	周边政府(消极配合)	周边政府(积极配合)	周边政府(消极配合)
审计机关(积极监督)	$A-C_1+J$ $B-C_2+J$ $-M$	$A-C_1+J$ $B-nC_2-F$ $-M+R$	$A-\Delta A-nC_1-F$ $B-C_2+J$ $-M+R$	$A-\Delta A-nC_1-hF$ $B-\Delta B-nC_2-hF$ $-M+R$
审计机关(消极监督)	$A-C_1$ $B-C_2$ $-E$	$A-C_1$ $B-nC_2$ $-E$	$A-\Delta A-nC_1$ $B-C_2$ $-E$	$A-\Delta A-nC_1$ $B-\Delta B-nC_2$ $-E$

2 应急管理审计演化稳定策略分析

2.1 当地政府行为策略演化稳定分析

设当地政府应急管理得力时期望收益为 V_{11} , 不得力时期望收益为 V_{12} , 平均期望收益为 V_1 :

$$V_{11} = zJ + A - C_1 \quad (1)$$

$$V_{12} = -yzF - zhF + yzhF + A - \Delta A - nC_1 \quad (2)$$

$$V_1 = xV_{11} + (1-x)V_{12} \quad (3)$$

当地政府应急管理得力的复制动态方程为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(1-x)[zJ + (n-1)C_1 + (y+h-yh)zF + \Delta A] \quad (4)$$

根据 WEINSTEIN^[13] 提出的微分方程稳定性原理, 分析式(4)可知: $F(x) = 0$ 时有 3 种情况:

当 $z = \frac{(1-n)C_1 - \Delta A}{J + yF + hF - yhF}$ 时, 无论 x 为何值都是稳定策略; 当 $z < \frac{(1-n)C_1 - \Delta A}{J + yF + hF - yhF}$ 时, $x=0$ 为平衡点, 当地政府会不得力应急管理; 当 $\frac{(1-n)C_1 - \Delta A}{J + yF + hF - yhF} < z$ 时, $x=1$ 为平衡点, 当地政府会得力应急管理。

2.2 周边政府行为策略演化稳定分析

同理可得, 周边政府积极配合的复制动态方程为:

$$F(y) = \frac{dy}{dt} = y(1-y)[zJ + (n-1)C_2 +$$

基于假设 1—假设 5, 在刘骅等^[10] 建立的两方博弈模型基础上, 将周边政府这一主体纳入模型, 构建关于审计机关、当地政府以及周边政府的三方博弈模型收益矩阵, 见表 1。

$$(x+h-xh)zF + (1-x)\Delta B \quad (5)$$

分析式(5)可知: $F(y) = 0$ 时有 3 种情况:

当 $z = \frac{(1-n)C_2 - \Delta B + x\Delta B}{J + xF + hF - xhF}$ 时, 无论 y 为何

值都是稳定策略; 当 $z < \frac{(1-n)C_2 - \Delta B + x\Delta B}{J + xF + hF - xhF}$

时, $y=0$ 为平衡点, 周边政府会选择消极配合; 当

$\frac{(1-n)C_2 - \Delta B + x\Delta B}{J + xF + hF - xhF} < z$ 时, $y=1$ 为平衡点, 周边政府会选择积极配合。

2.3 审计机关行为策略演化稳定分析

审计机关积极监督的复制动态方程为:

$$F(z) = \frac{dz}{dt} = z(1-z)(-M + E + R - xyR) \quad (6)$$

分析式(6)可知: $F(z) = 0$ 时有 3 种情况:

当 $y = \frac{-M + R + E}{xR}$ 时, 无论 z 为何值都是稳定策略; 当 $\frac{-M + R + E}{xR} < y$ 时, $z=0$ 为平衡点, 审计机关会选择消极监督; 当 $y < \frac{-M + R + E}{xR}$ 时, $z=1$ 为平衡点, 审计机关会选择积极监督。

三方博弈主体决策的动态演化如图 1 所示(其中曲面 G_1 把空间分为 2 个部分, 记作 Q_{11} 与 Q_{12} , 当地政府的动态趋势分别在 2 个空间内进行演化。其他 2 个同理)。均衡分析 3 个主体单独, 可知: 一个主体的策略选择变化对各主体行为演化结果都会产生影响。审计机关积极监督的概率与当地政府应急

管理得力和周边政府积极配合的概率呈正相关;周边政府积极配合的概率与审计机关积极监督的概率呈负相关。但在整个应急管理博弈系统中, x 、 y 、 z 的数值随着演化过程时刻变化,所以,单个主体的均衡状态对参数变化的微小扰动不具备稳健性,调整某一参与方的初始条件会对其他参与方的平衡点结果产生影响,为更好地验证还需要分析模型整体稳定性。

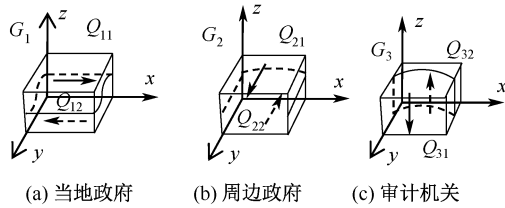


图1 博弈主体决策的动态演化

Fig. 1 Dynamic evolution of game agents' strategies

2.4 演化博弈模型稳定性分析

整体分析演化博弈模型的稳定性更具研究意义。根据 RITZBERGER 等^[14]的研究结果分析,审计机关、当地政府和周边政府之间的系统只需探讨 $E_1(0,0,0)$ 、 $E_2(1,0,0)$ 、 $E_3(0,1,0)$ 、 $E_4(0,0,1)$ 、 $E_5(1,1,0)$ 、 $E_6(1,0,1)$ 、 $E_7(0,1,1)$ 、 $E_8(1,1,1)$ 8个点的渐近稳定性,其余均为非渐近稳定状态。三方演化博弈系统的雅可比矩阵为:

$$J = \begin{pmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} & \frac{\partial F(x)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(y)}{\partial x} & \frac{\partial F(y)}{\partial y} & \frac{\partial F(y)}{\partial z} \\ \frac{\partial F(z)}{\partial x} & \frac{\partial F(z)}{\partial y} & \frac{\partial F(z)}{\partial z} \end{pmatrix} \quad (7)$$

各均衡点稳定性判断见表2。

表2 各均衡点稳定性判断

Table 2 Stability judgment of each equilibrium point

均衡点	特征根 1	符号	特征根 2	符号	特征根 3	符号	状态
$E_1(0,0,0)$	$-C_1+nC_1+\Delta A$	未知	$-C_2+nC_2+\Delta B$	未知	$-M+R+E$	未知	未知
$E_2(1,0,0)$	$-nC_1+C_1-\Delta A$	未知	$-C_2+nC_2$	-	$-M+R+E$	未知	未知
$E_3(0,1,0)$	$-C_1+nC_1+\Delta A$	未知	$-nC_2+C_2-\Delta B$	未知	$-M+R+E$	未知	未知
$E_4(0,0,1)$	$J-C_1+nC_1+hF+\Delta A$	未知	$J+hF+nC_2-C_2+\Delta B$	未知	$M-R-E$	未知	未知
$E_5(1,1,0)$	$C_1-nC_1-\Delta A$	未知	C_2-nC_2	+	$-M+E$	未知	不稳定点
$E_6(1,0,1)$	$-J+C_1-nC_1-hF-\Delta A$	未知	$-C_2+F+nC_2+J$	未知	$M-R-E$	未知	未知
$E_7(0,1,1)$	$J-C_1+nC_1+F+\Delta A$	未知	$-nC_2-hF+C_2-J-\Delta B$	未知	$M-R-E$	未知	未知
$E_8(1,1,1)$	$C_1-nC_1-J-F-\Delta A$	未知	C_2-nC_2-J-F	未知	$M-E$	未知	未知

由表2可知: $E_5(1,1,0)$ 是复制动态系统的不稳定点,博弈结果会向其他稳定状态演化,即审计机关一般监督,当地政府和周边政府都自觉履责的状态是不能稳定演化到的。而对于整个社会而言, $E_8(1,1,1)$ 是风险最小、效率最优的稳定点,由李亚普诺夫第一法可知:达到这个稳定点需要3个条件: $C_1-nC_1-J-F-\Delta A < 0$, $C_2-nC_2-J-F < 0$, $M-E < 0$,即同时满足当地政府或周边政府发展经济的收益小于因消极应急管理的效益降低与因管控态度得到的处罚与奖励之和的收益;审计机关积极监督的成本小于其消极监督被问责的处罚。此时,其余7个点一定为鞍点,整个系统只能稳定演化到点 $E_8(1,1,1)$ 。这样该三方博弈可以演化至理想状态,政府机关各司其职,恪尽职守。由此可知:双方政府消极管控的社会效益减少、发展经济的收益以及所受的奖励或处罚,审计机关积极监督成本与消极监督被问责的处罚都是影响策略组合最终演化结果的关键。

若 $C_1-nC_1-J-F > \Delta A$,则可得到 $A+J < A-\Delta A+C_1-$

nC_1-F ,即当地政府得力应急管理时收益与奖励之和小于不得力应急管理时的收益加上发展经济与受到处罚的收益之差,同时可推出 $C_2-nC_2-J-F > 0$,即周边政府积极配合的效益小于消极配合的效益。此时系统的稳定点可能是 $E_1(0,0,0)$ 或 $E_4(0,0,1)$,说明当上级政府给予的奖励或处罚很小时,双方政府都倾向于不得力应急管理。

若增加对当地政府得力应急管理的奖励 J 或者增大不得力应急管理的处罚 F ,使得 $0 < C_1-nC_1-J-F < \Delta A$,可得到 $A+J > C_1-nC_1-F+A-\Delta A$,此时当地政府得力应急管理的效益大于不得力应急管理的效益,同时,可得 $C_2-nC_2-F+B > B+J$,即周边政府“搭便车”的收益大于积极配合时的收益,此时,系统可能的演化稳定点为 $E_2(1,0,0)$ 或 $E_6(1,0,1)$,周边政府成为“搭便车者”,影响了整体应急管理的效果。

当 J 和 F 进一步增大时,使得 $C_1-nC_1-J-F < 0$,则 $C_2-nC_2-J-F < 0$, $C_1-nC_1-J-F < \Delta A$,点 $E_1(0,0,0)$ 、点 $E_8(1,1,1)$ 可能成为稳定演化点。为让系统

稳定演化到点 $E_8(1, 1, 1)$, 就需审计机关积极监督的成本小于其消极监督受到的问责, 即 $M < E$, 可得到 $M < R + E$, 这种情况下点 $E_1(0, 0, 0)$ 一定不会成为演化稳定点, 避免了最差情况的出现, 审计机关会选择积极监督的行为策略。

3 应急管理审计主体策略演化分析

分析可知: 不同条件下三方博弈主体存在不同的演化结果, 为更直观地验证系统的决策过程, 参考高山等^[15]的做法, 通过仿真模型分析在给定时间内 x, y, z 值的变化。根据 1.2 节假设, 随机设置参数 $C_1 = C_2 = 10, M = 3, R = 3, F = 4, J = 3, E = 2, \Delta A = 3, \Delta B = 2, n = 0.5, h = 1.2$, 概率初始值设为 $x = y = z = 0.5$ 。

3.1 应急管理成本对双方政府策略选择的影响

不同情况下, 当地政府及周边政府的演化策略如图 2 所示。消极管控突发事件造成的效益减少实际来说是不可控的, 因此, 固定其余参数不变, 通过变换成本的值模拟不同情况下, 双方政府的演化结果。当 $C_1 = C_2 = 10$ 时, 当地政府选择得力应急管理, 周边政府选择积极配合; 当成本增大为 14, 在其余参数不变时, 当地政府得力应急管理的效益大于不得力应急管理的效益, 即 $C_1 - nC_1 - J - F - \Delta A < 0$, 但周边政府消极配合的效益等于积极配合的效益, 即 $C_2 - nC_2 - J - F = 0$, 此时, 当地政府依旧得力应急管理, 而周边政府演化为消极配合即“搭便车”; 当成本增大为 22, 当地政府发展经济的收益已经超过应急管理的社会效益, 在其余参数不变时, 当地政府会选择不得力应急管理, 周边政府会选择消极配合。

3.2 奖励与处罚对双方政府策略选择的影响

根据 3.1 节的仿真结果, 应急管理成本为 14 时明显出现当地政府得力应急管理而周边政府消极配合的现象。因此, 设定成本为 14, 其余参数保持不变, 变换 J 与 F 的值, 双方政府的演化结果分别如图 3、图 4 所示。结果表明: 增大 J 或 F 的值可以抑制周边政府的“搭便车”行为, 但在不提高审计机关积极监督概率的前提下, 需要数额巨大的奖励与处罚, 这并不容易实现。因此, 需继续研究审计机关积极监督概率对两方政府的影响。

3.3 审计成本与问责对审计机关策略选择的影响

审计机关积极监督对提高应急管理效率有重要影响。审计机关在应急管理审计中得到的隐形或显性收益在实际中不受主观控制, 因此, 选取审计成本 M 或被问责 E 的大小为变量, 研究其对审计机关监

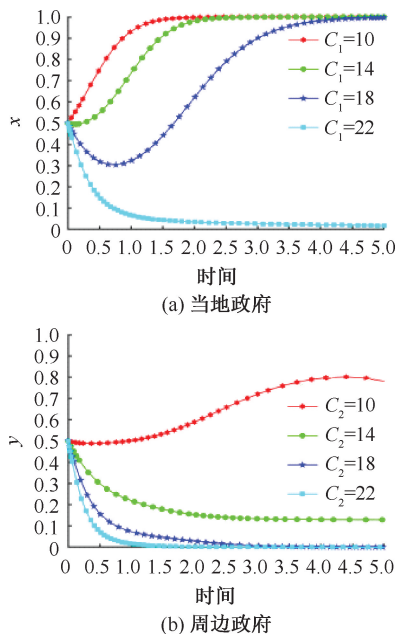


图 2 成本对双方政府的影响

Fig. 2 Impacts of cost on two governments

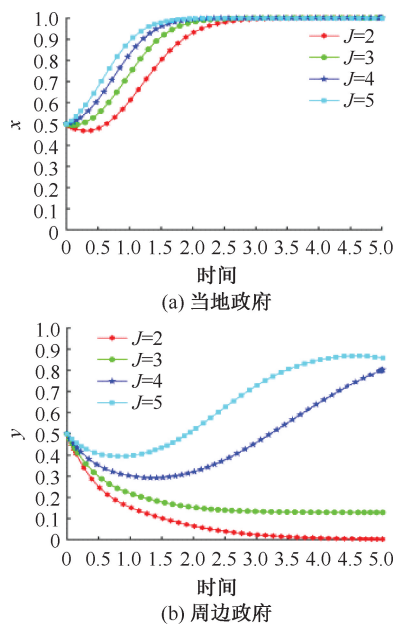


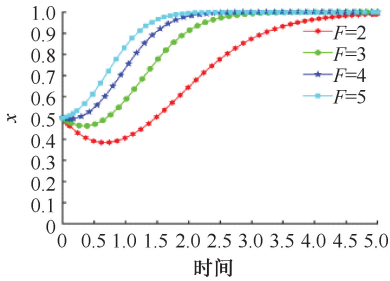
图 3 J 对两方政府的影响

Fig. 3 Impacts of J on two governments

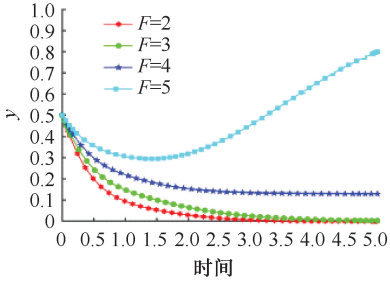
督概率的影响。固定参数保持不变, 变换 M 的取值, 审计机关的演化结果如图 5a 所示, 在其他条件固定时, 审计成本 M 增大时会降低审计机关的监督概率。固定其余参数不变, 变换 E 的取值, 审计机关的演化结果如图 5b 所示, E 的提高能明显提高审计机关积极监督的概率。

3.4 审计机关监督概率对双方政府策略选择的影响

审计机关监督的概率对双方政府的策略选择存在一定影响。依然固定成本为 14, 固定 x, y 的初始



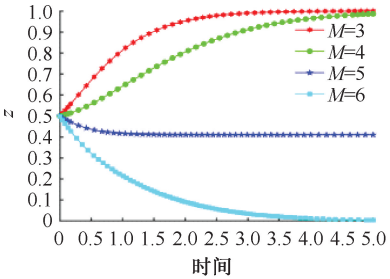
(a) 当地政府



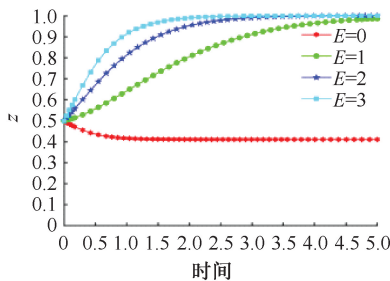
(b) 周边政府

图 4 F 对双方政府的影响

Fig. 4 Impacts of F on two governments



(a) 不同成本



(b) 不同问责

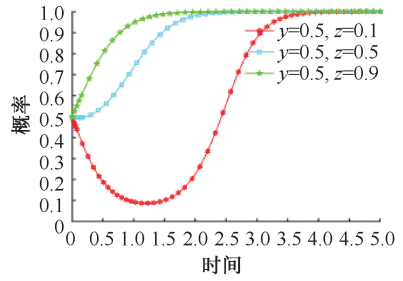
图 5 M 或 E 对审计机关的影响

Fig. 5 Impacts of M or E on audit institution

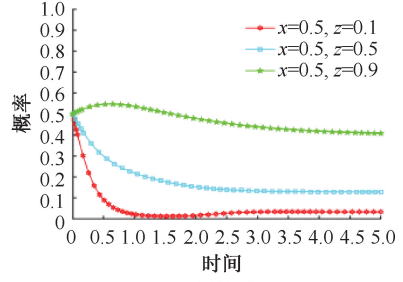
值为 0.5, 演化过程如图 6 所示。从图中可以看出, 审计机关积极监督的概率 z 越大时, 当地政府行为选择演化到得力应急管理的速度就越快, 周边政府积极配合的概率也随之提高。

3.5 审计成本的大小对双方政府策略选择的影响

3.3 节的研究表明: 审计成本 M 与被问责 E 都会导致审计机关应急意愿的改变, 进而影响两方政府行为策略的选择, 但审计成本 M 的变动是审计机



(a) 当地政府

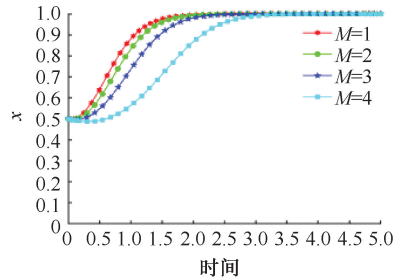


(b) 周边政府

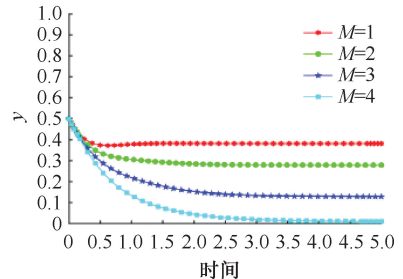
图 6 x 对双方政府的影响

Fig. 6 Impacts of x on two governments

关自身变化带来的影响, 因此, 研究审计机关审计成本变化对双方政府应急管理策略选择的影响。固定其余参数不变, 变动 M 的取值, 演化得到图 7。通过图 7 发现, 当审计机关审计成本 M 减小时, 两方政府应急管理的意愿都在增强。



(a) 当地政府



(b) 周边政府

图 7 M 对双方政府的影响

Fig. 7 Impacts of M on two governments

3.6 双方政府应急管理参与意愿的相互影响

固定 z 的初始值为 0.5, 变动 x 或 y 的初始值来研究当地政府与周边政府初始应急管理参与意愿对

彼此策略选择的影响。双方政府对彼此的影响如图8所示,得到当增大 y 的值时, x 的收敛速度稍稍降低,但最终仍收敛于1,说明当地政府不会成为“搭便车者”,影响其行为选择的最主要因素为发展经济或应急管理的收益。增大 x 的值时,周边政府积极配合的概率 y 降低,说明周边政府总是倾向成为“搭便车者”。

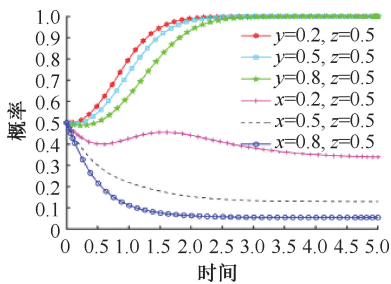


图8 两方政府对彼此的影响

Fig. 8 Impacts of two governments on each other

仿真模拟直观展示了参数变化下各主体策略选择的演化路径,结果表明:对于当地政府与周边政府,积极应急管理的效益与不积极应急管理的效益大小是影响其行为演化的关键;审计机关积极监督的概率与审计成本的大小对双方政府的行为选择都有影响;双方政府的应急管理参与意愿对彼此也有

影响,因此,传统的两方模型存在局限,构建的三方模型更好地揭示了影响应急管理效果的因素;对于审计机关,审计成本与被问责大小是影响其行为选择的关键。

4 结论

1) 积极应急管理的效益与不积极应急管理的效益大小是影响当地政府与周边政府最终行为策略选择的关键。可通过应急管理联动降低应急管理成本、进行适当的奖励或处罚、影响消极履责损失等方式促使当地政府与周边政府向得力应急管理策略方向演化。

2) 审计机关积极监督的概率与审计成本的大小对双方政府的行为选择都有影响,双方政府的应急管理参与意愿对彼此也有影响。可通过提高审计机关积极监督的概率与降低审计成本来影响双方政府行为策略的选择。

3) 审计实施成本与被问责的大小是影响审计机关最终行为策略选择的关键。可通过改善审计方式、提高审计资源利用率等降低审计实施成本或通过建立审计机关责任追究制度增加被问责的大小来提高审计机关积极监督的概率。

参考文献

- [1] RENTENAAR K, WILLIAMS-BRIDGERS J. Disaster-related aid: using geographic information in audits [J]. International Journal of Government Auditing, 2006, 33(4):17-21.
- [2] 王建平, 吴凡, 赵旭东, 等. 国家审计在突发公共事件中的作用研究[J]. 审计研究, 2022(3):40-46, 57.
WANG Jianping, WU Fan, ZHAO Xudong, et al. Research on the role of national audit in public emergencies [J]. Auditing Research, 2022(3):40-46, 57.
- [3] 毕秀玲, 牟韶红, 陈娜. 国外公共危机预防审计的实践及借鉴[J]. 审计研究, 2012(2):46-51.
BI Xiuling, MOU Shaohong, CHEN Na. Foreign public crises prevention auditing's practice and inspiration [J]. Auditing Research, 2012(2):46-51.
- [4] 郭强华. 国家应急审计管理体制建设研究:基于重大突发性公共卫生事件的分析[J]. 会计之友, 2023(10):2-12.
- [5] LABADIE R J. Auditing of post-disaster recovery and reconstruction activities [J]. Disaster Prevention and Management, 2008, 17(5):575-586.
- [6] 金汉册. 新冠肺炎疫情经费物资跟踪审计探析[J]. 会计之友, 2020(17):137-140.
- [7] OTALOR I J, EIYA O. Combating corruption in Nigeria: the role of the public sector auditor [J]. Research Journal of Finance and Accounting, 2013, 4(4):122-131.
- [8] 郝素利, 李梦琪. 国家审计监督抑制国企盈余管理行为的演化博弈分析[J]. 审计与经济研究, 2019, 34(6):10-18.
HAO Suli, LI Mengqi. Evolutionary game analysis for national auditing supervision to suppress earnings management of state-owned enterprises behavior [J]. Journal of Audit & Economics, 2019, 34(6):10-18.
- [9] 魏涛, 李成, 胡凯. 审计独立、威慑效应与财政信息公开[J]. 审计与经济研究, 2023, 38(4):32-43.

- WEI Tao, LI Cheng, HU Kai. Audit independence, deterrent effect and disclosure of fiscal information[J]. *Journal of Audit & Economics*, 2023, 38(4):32-43.
- [10] 刘骅, 吴丹. 新冠肺炎疫情防控财政资金审计研究[J]. *公共财政研究*, 2020(2):32-46.
LIU Hua, WU Dan. Research on the audit of financial funds for the prevention and control of COVID-19[J]. *Public Finance Research Journal*, 2020(2):32-46.
- [11] 宋妍, 陈赛, 张明. 地方政府异质性与区域环境合作治理:基于中国式分权的演化博弈分析[J]. *中国管理科学*, 2020, 28(1):201-211.
SONG Yan, CHEN Sai, ZHANG Ming. Local government heterogeneity and regional environmental cooperation: evolutionary game analysis based on Chinese decentralization [J]. *Chinese Journal of Management Science*, 2020, 28(1):201-211.
- [12] 初钊鹏, 刘昌新, 朱婧. 基于集体行动逻辑的京津冀雾霾合作治理演化博弈分析[J]. *中国人口·资源与环境*, 2017, 27(9):56-65.
CHU Zhaopeng, LIU Changxin, ZHU Jing. Evolutionary game analysis on cooperative governance of haze in Beijing-Tianjin-Hebei based on the logic of collective action[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2017, 27(9):56-65.
- [13] WEINSTEIN M I. Lyapunov stability of ground states of nonlinear dispersive evolution equations[J]. *Communications on Pure and Applied Mathematics*, 1986, 39(1):51-67.
- [14] RITZBERGER K, WEIBULL J W. Evolutionary selection in normal form games[J]. *Econometrica*, 1995, 63(6):1371-1399.
- [15] 高山, 刘小舟, 凌双. 突发环境事件中地方政府信息公开行为研究:基于上级政府干预的视角[J]. *情报杂志*, 2019, 38(5):161-168.
GAO Shan, LIU Xiaozhou, LING Shuang. Local government's information disclosure during environmental incident: a study from the upper-level governments' intervention perspective[J]. *Journal of Intelligence*, 2019, 38(5):161-168.



作者简介: 李志强 (1972—),男,河南淅川人,博士,教授,从事审计与控制、博弈论、应急管理研究。E-mail:lzq@henu.edu.cn。