

核事故应急管理中地方政府与核电企业间的演化博弈分析

邹树梁,葛馨¹,刘衍波¹

(南华大学核设施应急安全作业技术与装备湖南省重点实验室
核能经济与管理研究中心,湖南衡阳421001)

[摘要] 核事故的应急管理工作涉及大量的人员和部门。因为认知结构、偏好和利益动机不同,各决策主体必然会在决策行动中产生一定的冲突与合作。对各决策主体之间这种冲突与合作的关系进行分析有利于应急管理者在冲突的环境中做出正确的决策。文章运用演化博弈理论,构建了核事故应急管理中地方政府与核电企业间的决策行为博弈模型,分析了其决策行为的影响因素,从而为核事故应急决策提供政策建议。从演化博弈分析结果可以看出:通过建立地方政府与核电企业关于核电厂运行情况的信息共享机制,有利于地方政府在必要的时候及时对核事故应急管理进行积极整合。通过降低核电企业事故处置的成本,有利于核电企业将公众和环境安全放在事故处置的第一位。

[关键词] 核事故; 应急管理; 演化博弈

[中图分类号] TL364 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1673-0755(2019)05-0001-06

核事故应急管理指的是针对核电厂可能发生的核事故,进行控制、缓解、减轻核事故后果而采取的紧急行动。核事故属于一种非常规性突发事件^[1],具有突发性、衍生性、耦合性、破坏性、持续性和影响重大等特征,重大的核泄漏事故全世界范围内也只发生过3次,中国甚至没有发生过一次需要进行场外应急的核泄漏事故,社会缺乏对核事故演化规律和处置措施的认识。核事故应急管理工作也因为缺乏实战演练,在实际处置过程中出现各种各样的管理失误。

我国核事故应急为三级管理体制^[2](如图1所示),即国务院、地方(省、直辖市、自治区)政府和核设施营运单位,分层次对相应的核事故应急管理工作负责。核事故应急管理涉及众多的部门和人员,仅仅国务院下属的协调委员会成员单位就多达20个,一旦发生核事故,几乎是牵一发而动全身,需要各个部门与各级政府间相互合作来共同应对。但是在实际的核事故应急管理中由于各个决策主体的认知结构、偏好和利益动机的不同^[3],往往会导致一些行动偏差,引发集体非理性的行为。加上突发事件的不确定性和时间紧迫性的特点,导致应急管理效率低下,突发事件应急管理陷入集体行动的

困境^[4]。

在核事故应急管理中,应对事故最关键的主体就是核设施应急指挥部和省级核应急委员会,分别对应为核电企业和地方政府。核电公司直接管理核电厂的一切事务。地方政府在中央政府和核电企业中间起到一个上传下达的作用,具有监督的职责。国防科技大学教授王群等^[5](2012)在分析导致日本福岛核事故的原因时,特别提到在核事故发生之后的应对方面,日本政府虽然已经获悉核电厂出了问题,但是没有意识到事故的严重性,所以并没有对东电公司处置这次核事故成立专门的应急机构进行介入,而东电公司也为了经济利益没有采取对昂贵的堆型进行海水降温的措施,贻误了战机,导致了严重的核泄漏事故。所以对核事故应急管理中的地方政府与核电企业相互影响下的决策行为进行研究具有实际意义,对核事故应急管理工作具有指导与借鉴作用。本文在分析核事故应急管理主体中地方政府与核电企业之间决策行为的博弈关系的基础上,建立演化博弈模型,进行稳定性分析,根据演化博弈结果给出相应的对策建议,为政府应对核电厂核事故或其他突发事件的应急管理提供决策方面的参考^[6]。

[收稿日期] 2019-07-05

[作者简介] 邹树梁(1956-),男,南华大学核设施应急安全作业技术与装备湖南省重点实验室,核能经济与管理研究中心教授,博士生导师。

¹ 南华大学核能经济与管理研究中心硕士研究生。

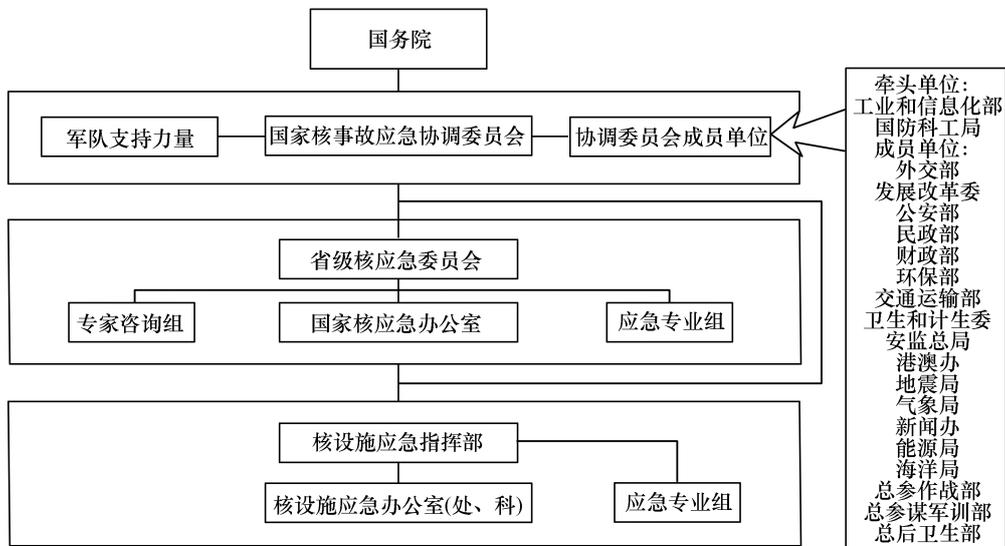


图1 我国核应急三级管理体制

一 地方政府与核电企业间的博弈关系

由于在核事故应急管理中,各决策主体的认知结构、偏好和利益动机不同,必然会在决策行动中产生一定的冲突。从核事故应急的角度来看,地方政府和核电企业的博弈关系本质上是“无冲突的合作博弈”,即双方具有相同合作的态度来对待亟待解决的问题^[7]。但是针对具体问题的解决方案,因对问题考虑的角度和方式不同,会出现“有冲突的合作博弈”。

布坎南^[8]认为:政治家的行为跟平常人并没有什么不一样,政治家也是理性的“经济人”。地方政府不仅代表了所管区域的公共利益,也代表了其组织成员的利益^[9],当社会公共利益影响到地方政府利益的时候,“天然”的自利动机可能会致使领导者做出不利于社会公共利益的行为。核电企业除了所承担的社会责任以外,其主要的目标仍然是企业的经济利益。当核电企业的经济利益与社会公共利益相一致时,核电企业会与政府共同合作,选择积极的措施,自觉地为了社会公共利益而奋斗。但是当两者的利益相冲突时,自利动机就会促使前者做出不利于社会公共利益的行为,即选择消极的措施^[10]。

因地方政府与核电企业的目标不同并存在利益的差异,还需进一步考虑两者在应急管理中的合作基础、合作方式等问题^[11]。因此,从某些角度,地方政府和核电企业属于“有冲突的合作博弈”。

二 地方政府与核电企业间演化博弈分析

(一)模型假设与符号说明

假设1:有限理性假设。地方政府与核电企业

群体均是有限理性的参与者,即参与者不能对信息变化迅速地做出最优化反应,参与者可以通过学习、改正错误等动态调整过程做出决策。

假设2:策略空间。地方政府的策略空间(积极整合、消极整合)。核电企业的策略空间(积极共享、消极共享)。在有限理性的条件下,当核事故发生之后,地方政府和核电企业在采取决策时无法立即确定自己的收益最大化的策略。地方政府的策略空间为积极整合与消极整合,积极整合的方式包括发布公告、成立专门的应急机构和惩罚核电企业处置不力等。核电企业的策略空间为积极共享与消极共享,积极共享意味着核电企业要付出高昂的成本,但是它既能够完全控制住非严重核事故(即设计基准事件),也能够完全控制严重核事故(即堆芯严重损坏事故);消极共享意味着较低的成本,但是它只能够完全控制住非严重核事故,对严重核事故只能部分控制。

假设3:博弈得益。本文基于宋瑶^[12]的研究,结合场外应急特征进行假设,当核电厂发生运行异常事件时,因为内部以及外部的一些不稳定的因素,事故可能只是一般的设计基准事件,但是也有一定概率造成堆芯严重损坏的严重事故,假设核事故演变成严重事故的概率为 θ 。

核事故发生后,当政府选择监督策略时,政府的积极整合成本为 h 。当核电企业选择积极共享策略,核电企业需要付出成本 c_1 ,同时政府会获得收益(社会收益) w ,并且中央政府会给予核电企业应急补贴 j ;选择消极共享时,核电企业需要付出成本 $c_2(c_2 < c_1)$ 。

当政府选择积极整合,而核电企业选择消极共享时,政府会征收核电企业罚款 s 。当发生了严重核事故,而政府选择了消极整合,且核电企业选择消极共享时,政府公信力受损为 g ,同样因为核电企业对核事故没有完全控制,需要承受额外的损失 p 。

假设 4:行为策略采用比例。假设核事故应急管理中涉及的地方政府选择“积极整合”策略的概率为 x ,那么“消极整合”即为 $1 - x$;核电企业选择“积极共享”的概率为 y ,那么“消极共享”即为 $1 - y$ 。其中 $x, y \in (0, 1)$ 。

综合上述假设与分析,我们可以建立核事故应急管理中地方政府与核电企业的博弈收益矩阵。如表 1 所示:

表 1 核事故应急管理中地方政府与核电企业的博弈收益矩阵

核电企业	地方政府	
	积极整合(x)	消极整合($1-x$)
积极共享(y)	$(j-c1, w-h)$	$(-c1, w)$
消极共享($1-y$)	$(-s-c2-\partial p, s-h)$	$(-c2-\partial p, -\partial g)$

(二)模型的建立与求解

根据上述博弈模型描述与假设,采用演化博弈论中常用的非对称复制动态演化博弈方法求解,该方法描述了某一特定策略在一个博弈种群中被采用的频数或频度的动态微分方程。而本文采用的非对称演化博弈的复制动态则是传统单种群向多种群的扩展,即考虑两个相互影响且具有一定规模的种群(地方政府与核电企业群体),每个种群的成员被随机选出后配对进行博弈,不同群体中的成员有不同的策略集,不同的群体平均支付和不同的演化速度。本文是研究随着时间推移地方政府和核电企业中群体策略的演化规律,所以该方法具有适用性。

在上述模型假设的基础上,设地方政府采取积极整合策略时的期望收益为 $A1$,选择消极整合时的期望收益为 $A2$,期望收益为 \bar{A} ,由此可以得到:

$$A1 = y(w - h) + (1 - y)(s - h) \quad (1)$$

$$A2 = yw + (1 - y)(- \partial g) \quad (2)$$

地方政府群体的平均期望收益为:

$$\bar{A} = xA1 + (1 - x)A2 \quad (3)$$

根据 Malthusian 方程^[13],选择积极整合策略的地方政府比例^[14]动态变化速度可表示为:

$$F(x) = \frac{dx}{dt} = x(A1 - \bar{A}) \quad (4)$$

联立公式(1)(2)(3)(4),可得以下地方政府

群体的动力系统(I):

$$F(x) = x(1 - x)[y(-s - \partial g) + s - h + \partial g] \quad (5)$$

假设核电企业采取积极共享策略时的期望收益为 $B1$,选择消极共享策略时的期望收益为 $B2$,平均收益为 \bar{B} ,由此可以得到:

$$B1 = x(j - c1) + (1 - x)(-c1) \quad (6)$$

$$B2 = x(-s - c2 - \partial p) + (1 - x)(-c2 - \partial p) \quad (7)$$

核电企业群体的平均期望收益为:

$$\bar{B} = yB1 + (1 - y)B2 \quad (8)$$

同样,根据 Malthusian 方程,选择积极共享策略的核电企业的比例动态变化速度可表示为:

$$G(y) = \frac{dy}{dt} = y(B1 - \bar{B}) \quad (9)$$

联立公式(6)(7)(8)(9),可得以下核电企业群体的动力系统(II):

$$G(y) = y(1 - y)[x(s + j) - c1 + c2 + \partial p] \quad (10)$$

(三)稳定性分析

由公式(5)和(10)可得地方政府与核电企业构成的二维动力系统(III):

$$\begin{cases} F(x) = x(1 - x)[y(-s - \partial g) + s - h + \partial g] \\ G(y) = y(1 - y)[x(s + j) - c1 + c2 + \partial p] \end{cases}$$

令 $F(x) = 0$ 和 $G(y) = 0$ 可以求出动力系统(III)有 5 个平衡点为 $(0, 0), (0, 1), (1, 0), (1, 1), (\frac{c1 - c2 - \partial p}{j + s}, \frac{s - h + \partial g}{s + \partial g})$ 。系统(III)关于所求平衡点的局部稳定性可由其相应的雅可比矩阵^[15]的局部稳定性分析得到。对 $F(x)$ 和 $G(x)$ 求偏导可得到其雅可比矩阵为:

$$J = \begin{bmatrix} \frac{\partial F(x)}{\partial x} & \frac{\partial F(x)}{\partial y} \\ \frac{\partial G(y)}{\partial x} & \frac{\partial G(y)}{\partial y} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} (1 - 2x)A & x(1 - x)B \\ y(1 - y)C & (1 - 2y)D \end{bmatrix} \quad (11)$$

其中:

$$A = [y(-s - \partial g) + s - h + \partial g];$$

$$B = -s - g;$$

$$C = s + j;$$

$$D = [x(s + j) - c1 + c2 + \partial p]$$

式(11)中雅可比行列式的行列式 $\det J$ 和迹 trJ 分别为:

$$\det J = (1 - 2x)(1 - 2y)AD - xy(1 - x)(1 - y)BC$$

$$trJ = (1 - 2x)A + (1 - 2y)D$$

由此可得到五个平衡点的行列式 $\det J$ 和迹 trJ , 如表 2 所示:

表 2 地方政府和核电企业演化博弈的雅可比矩阵行列式 $\det J$ 和迹 trJ 的值

平衡点	$\det J$	trJ
(0,0)	$(s-h+\partial g) * (-c1+c2+\partial p)$	$(s-h+\partial g) + (-c1+c2+\partial p)$
(0,1)	$h * (-c1+c2+\partial p)$	$-h - (-c1+c2+\partial p)$
(1,0)	$-(s-h+\partial g) * (s+j-c1+c2+\partial p)$	$-(s-h+\partial g) + (s+j-c1+c2+\partial p)$
(1,1)	$(-h) * (s+j-c1+c2+\partial p)$	$h - (s+j-c1+c2+\partial p)$
$(\frac{c1-c2-\partial p}{j+s}, \frac{s-h+\partial g}{s+\partial g})$	$\frac{(-h)(s+j-c1+c2+\partial p) * (c1-c2)(s-h+\partial g)}{(j+s)((s+\partial g))}$	0

(四) 模型结果分析

根据 Friedman 的判定方法^[5], 可以通过计算雅可比矩阵在平衡点处行列式和迹的符号, 可以判断出其局部稳定性。即当且仅当行列式 $\det J > 0$, 迹 $trJ < 0$ 时, 平衡点才为 ESS (演化稳定策略)。由表 2 可知, 求出了动力系统 (III) 5 个平衡点, 分别为: (0,0), (0,1), (1,0), (1,1), $(\frac{c1-c2-\partial p}{j+s}, \frac{s-h+\partial g}{s+\partial g})$ 的行列式和迹。但是由于平衡点 $(\frac{c1-c2-\partial p}{j+s}, \frac{s-h+\partial g}{s+\partial g})$ 的迹 $trJ = 0$, 所以此点在系统演化中属于不稳定的点。

通过对上述地方政府和核电企业演化博弈的雅可比矩阵中的行列式和迹的符号进行分析, 根据演化博弈理论, 可以对以下不同情形下的演化博弈稳定策略进行探讨。重点讨论 4 个平衡点 (0,0), (0,1), (1,0), (1,1) 成为 ESS 的可能。

情形一: 当 $s-h+\partial g < 0$, 且 $-c1+c2+\partial p < 0$ 时, (0,0) 是系统 (III) 的 ESS 点。经变换可得到 $s < h-\partial g$, 且 $\partial p < c1-c2$, 表示政府征收的罚款收益小于其积极整合成本与公信力受损之间的差值, 以及核电企业处置核事故积极共享与消极共享成本之间的差值大于因为不完全控制核事故带来的损失。根据均衡条件可以得到, 此时地方政府采取积极整合策略的收益要小于采取消极整合策略的收益, 核电企业选择积极共享的收益要小于选择消极共享的收益, 地方政府与核电企业的演化稳定策略为 (消极整合, 消极共享)。这种情况一般发生在核事故初期的时候, 此时事故刚刚发生, 影响还没有扩大, 地方政府对核事故的具体情况和核电企业的处置状况不太了解, 若在此时选择积极整合不仅会付出较大的成本, 还会影响到核电企业处置事故进程, 因此, 地方政府选择积极整合策略也会选择恰当的时机。这与

2011 年的日本福岛核事故的情形相类似, 日本政府认为东京电力公司有能力处理事故, 所以放弃积极整合, 而东京电力公司在巨大的经济利益面前, 选择了保守的处理方式, 所以贻误了最佳的事故处置时机, 造成了不可控制的核泄漏事故。

情形二: 当 $-c1+c2+\partial p > 0$ 时, (0,1) 是系统 (III) 的 ESS 点。经过变换可得到 $\partial p > c1-c2$ 。即核电企业因为不完全控制核事故带来的损失要大于处置核事故积极共享与消极共享成本之间的差值。在这种情况下, 随着核电企业对核电厂运行异常事故的信息逐渐了解以及事故的演化, 发现异常事故转变成成为严重事故的概率 (∂) 非常高, 一旦发生严重核事故, 将会带来巨大的经济损失 (∂p), 此时核电企业为了防止进一步的损失而选择积极共享, 而地方政府因为对核事故状态的信息了解不够, 所以仍然选择观望。根据均衡条件可以得到, 此时核电企业选择积极共享的收益要高于选择消极共享的收益, 而地方政府此时选择积极整合的收益要小于选择消极整合的收益, 地方政府与核电企业的演化稳定策略为 (消极整合, 积极共享)。核电企业在核事故处置过程当中的决策选择最主要的是处置成本的问题, 在福岛核事故处置过程中, 东电公司就是因为考虑到海水会对堆芯进行毁灭性的破坏, 所以在知道事故可能会进一步扩大的情况下仍然选择保守的措施。所以对核电企业事故处置成本的降低是提高事故控制率很重要的一点, 比如, 中央政府可以对核电企业在应对核事故中毁坏的堆芯等面额巨大的成本进行补助等等, 以此来鼓励核电企业在处置核事故过程中主要考虑公众与环境的安全, 而不是经济利益。

情形三: 当 $s-h+\partial g > 0$, 且 $s+j-c1+c2+\partial p < 0$ 时, (1,0) 是系统 (III) 的 ESS 点。经变换可得 $s > h-\partial g$, 且 $s+\partial p < c1-c2-j$, 表示政府征收的罚款收益大于其积极整合成本与公信力受损之间的差值, 且核电企

业面对的罚款和因为不完全控制核事故带来的损失之和小于积极共享与消极共享成本和政府补贴之差。根据均衡条件可以得到,此时地方政府采取积极整合策略的收益要大于采取消极整合策略的收益,核电企业选择积极共享的收益要小于选择消极共享的收益,地方政府与核电企业的演化稳定策略为(积极整合,消极共享)。地方政府在征收的罚款和积极整合成本不变的情况下,如果公信力受损越大,其选择积极整合的概率就越大,这取决于地方政府对发生严重核事故的预测,所以提高地方政府积极整合概率很重要的一点就是要提高核电厂运行情况信息的透明化程度,这样地方政府就会在必要的时候主动对核电厂事故处置进行积极整合,而不是一味地等待核电厂应急指挥中心的支援请求。

情形四:假设点(1,1)是系统(Ⅲ)的ESS点,则所对于行列式 $\det J = (-h) * (s+j-c1+c2+\partial p) > 0$, 得到 $s+j-c1+c2+\partial p < 0$ 。但是这时迹 $trJ = h - (s+j-c1+c2+\partial p) > 0$, 不满足演化稳定策略的条件。所以点(1,1)不是系统(Ⅲ)的ESS点。在核事故发生的实际情况中也是如此,在核电企业选择高成本的积极共享的情况下,可以保证核事故可以完全控制,所以政府不会选择花费一定的成本去积极整合。

结果表明:(1)当地方政府整合信息的成本足够低时,地方政府的策略和核电企业的策略选择无关,积极整合是地方政府的演化稳定策略。(2)当核电企业选择策略的纯收益(即选择积极共享的成本与选择消极共享的成本之差)足够大时,核电企业的策略与地方政府的策略选择无关,积极共享是核电企业的演化稳定策略。(3)通过降低地方政府信息整合成本、核电企业选择策略成本,提高政府监督执法能力和惩罚力度,提升信息隐匿系数与地方政府积极整合的强度、政府奖励水平和企业采取积极共享的收益均可以促进地方政府和核电企业往(积极整合,积极共享)的策略演化。

三 结 论

核事故作为一种非常规性突发事件,具有突发性、衍生性、耦合性、破坏性、持续性和影响重大等特征,核事故的应急管理主体涉及大量的人员和部门。因为各决策主体的认知结构、偏好和利益动机不同,必然会在决策行动中产生一定的冲突与合作。对各决策主体之间这种冲突与合作的关系进行分析有利于应急管理者在冲突的环境中做出正确的决策,以利于在核事故应急管理中实现社会公共利益的最

大化。

在核事故应急管理的众多决策主体中,地方政府与核电公司是直接面对事故最关键的两个主体。本文运用演化博弈理论,通过对核电厂核事故应急管理中地方政府和核电企业间的演化博弈进行分析,建立了核事故应急决策信息政企共享博弈模型,得到核事故应急决策信息地方政府和核电企业的二维复制动力系统,分析了演化稳定策略(ESS)达到理想状态的稳定条件。从上述分析结果可以看出,通过建立地方政府与核电企业关于核电厂运行情况的信息共享机制,有利于地方政府在必要的时候及时对核事故应急管理进行干涉。通过降低核电企业事故处置的成本,有利于核电企业将公众和环境安全放在事故处置的第一位。

目前,我国政府在核事故应急管理方面对信息共享的动机与能动性比较强,但是在加强信息整合能力,进一步建设完善信息共享体系方面还需加强。核事故应急管理政府信息整合能力不仅与基础设施和应急信息系统技术的完善程度相关,政府的执政能力和政策选择也是至关重要的影响因素。基于以上分析,为建立完善的核事故场外应急决策信息政企共享合作模式,特提出以下政策建议。

(一)降低地方政府信息整合成本

政府应急决策信息整合成本偏高的主要原因是信息的利用和整合低效,现有的核事故应急管理信息系统不能够满足突发性核事件。针对这种情况,地方政府应成立核事故应急决策信息管理部门,并将其作为核事故应急决策快速应对的信息驱动。除此之外,还需搭建核事故应急决策信息整合“云平台”,通过云计算技术将待处理的程序自动拆分成无数个小程序,然后交给庞大的系统进行计算和处理。这样可以极大提升信息资源的利用率,达到成本低、效率高的目的。

(二)控制应急信息共享风险

推进信息共享法规制定和信息安全环境建设,加大信息安全和信息共享系统的研究投入,保障核事故应急决策信息各主体的权利和义务。

(三)签订核事故应急决策信息共享协议

在日本福岛核事故应急过程中,负责整个核事故应急事务协调工作的原子力灾害对策本部因核事故指挥信息系统的破坏,以及前往核电站现场的安全检查员现场信息收集不够,原子力灾害对策本部失去对事故现场信息的掌握,从而无法了解到东电公司的响应情况,导致决策失误。为避免此种情况发生,地方政府应与核电企业规定信息共享风险分

担条例,建立监督机制,并以书面形式承诺,促进政企平等合作。促进应急决策信息流动,杜绝信息垄断。

(四)利用外国核事故应急相关监测信息,完善核事故应急信息获取渠道

日本福岛核事故发生后,美国能源局通过外交部向日本文部科学省和原子力安全保安院递交了美国空军收集的空气监测数据,但未受到文部科学省的重视,且没有与官邸共享这些监测数据。因此,政府应当与国外有监测能力的国家与地区签署合作协议,并且将外国的监测数据信息纳入到核事故应急智慧信息系统的范畴当中,这样可以充分保障信息的获取、共享和使用。

综上所述,对核事故应急管理中地方政府和核电企业间进行演化博弈分析有利于在核事故处置过程中地方政府与核电公司形成良好的合作,且对分析核事故应急管理中其他决策主体之间的关系与改善应急管理工作有一定的借鉴意义。

[参考文献]

- [1] 舒其林. 非常规突发事件的情景演变及“情景——应对”决策方案生成[J]. 中国科学技术大学学报, 2012, 42(11):936-941.
- [2] 核电厂核事故应急管理条例[M]//中国法律年鉴. 北京:中国法律年鉴社, 1994.
- [3] 朱建锋,丁雯. 突发公共事件应急管理信息共享研究

[J]. 武汉理工大学学报(信息与管理工程版), 2011, 33(3):435-439.

- [4] SCHWARTZ T. The logic of collective action[M]. Harvard: Harvard University Press, 1971.
- [5] 王群,耿云玲. 日本福岛核事故分析与思考[J]. 国防科技, 2012, 33(6):11-19.
- [6] 褚钰. 突发水灾害事件应急管理合作中的演化博弈分析[J]. 工业安全与环保, 2018, 44(4):58-60.
- [7] 姚杰,计雷,池宏. 突发事件应急管理中的动态博弈分析[J]. 管理评论, 2005, 17(3):46-50.
- [8] [美]詹姆斯·M·布坎南. 自由、市场和国家[M]. 吴良健,桑伍,等译. 北京:人民出版社, 2005:27.
- [9] 杨立春. 公共利益论——基于我国公共产品提供的视角分析[D]. 上海:复旦大学, 2011.
- [10] 秦德君,曹永盛. 公共政策:中央政府与地方政府博弈机制的行政学分析[J]. 领导科学, 2015(14):19-23.
- [11] 马莉娟. 动态博弈在突发事件应急管理中的应用研究[D]. 北京:中央民族大学, 2010.
- [12] 宋瑶. 基于动态博弈的智慧城市灾害应急决策研究[D]. 天津:天津大学, 2017.
- [13] FRIEDMAN D. Evolutionary Game in Economics[J]. Econometrica, 1991, 59(3):637-666.
- [14] 陈荣剑. 地方政府不当干预对产能过剩的影响分析——基于演化博弈分析结果[J]. 经济研究导刊, 2016(30):185-187.
- [15] 殷辉. 基于演化博弈理论的产学研合作形成机制的研究[D]. 杭州:浙江大学, 2014.

Evolutionary Game Analysis Between Local Government and Nuclear Power Enterprise in Nuclear Accident Emergency Management

ZOU Shu-liang, GE Xin, LIU Yan-bo
(University of South China, Hengyang 421001, China)

Abstract: Emergency management of nuclear accidents involves a large number of people and departments. Because the cognitive structure, preferences, and interest motives are different, each decision-making subject will inevitably produce certain conflicts and cooperation in decision-making actions. Analyzing the relationship between this conflict and cooperation among decision-making bodies helps emergency managers make correct decisions in a conflicting environment. This paper uses evolutionary game theory to construct a game model of decision-making behavior between local government and nuclear power enterprises in emergency management of nuclear accidents, and analyzes the influencing factors of its decision-making behavior, thereby providing policy recommendations for nuclear accident emergency decision-making. From the results of the evolutionary game analysis, it can be seen that: establishing an information sharing mechanism on the operation of nuclear power plants by local governments and nuclear power enterprises is conducive to the timely intervention of local governments in the emergency management of nuclear accidents when necessary. By reducing the cost of accidents in nuclear power enterprises, nuclear power enterprises will be able to put public and environmental safety first in accident handling.

Key words: nuclear accident; nuclear; emergency; evolutionary; game