

文章编号:1003-207(2014)04-0092-06

突发性水灾害应急合作的行为博弈模型研究

张 乐^{1,2}, 王慧敏^{1,2}, 佟金萍^{1,3}

(1. 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 江苏 南京 210098;

2. 河海大学管理科学研究所, 江苏 南京 210098; 3 常州大学经济管理学院, 江苏 常州 213164)

摘 要: 本文针对突发性水灾害应急管理中的多主体合作问题进行了探讨。运用博弈论和数值仿真方法, 引入合作效用概念, 基于收益不确定下的蜈蚣博弈实验模型构建了突发性水灾害应急管理中异质性主体的合作行为博弈模型; 在此基础上深入探讨了合作效用变量对突发性水灾害应急管理中达成合作可能性的影响; 并通过算例进行了数值分析。

关键词: 突发性水灾害; 蜈蚣博弈; 合作效用; 合作行动空间

中图分类号: C931 **文献标识码:** A

1 引言

联合国《2005—2015 兵库行动框架》指出未来可预见的时间范围内, 全球突发性自然灾害的爆发概率将显著提升, 对人类社会造成的破坏性影响也将加剧。近年来随着社会经济的快速发展, 我国频发洪涝、干旱、水污染等多种水灾害, 年平均直接经济损失上千亿元, 平均占到当年 GDP 的 3% 以上^[1], 尤其是水灾害的突发性、非典型性特征表现得愈加明显, 如 2006 年北京“7. 31”暴雨事件、2007 年太湖“蓝藻”事件、2010 年西南五省特大干旱等。这些突发性水灾害的应急管理通常牵涉到多部门、多主体协调运作, 一旦延误响应和处置时间, 将致使灾害程度和社会影响进一步加大。如何有效地组织多部门、多主体参与突发性水灾害应急管理, 实现协调合作已经成为突发性水灾害应急管理的重要课题。

目前学术界关于突发性水灾害应急管理的概念尚没有统一的界定^[2], 本文所谓突发性水灾害应急管理是指以降低那些突然爆发且影响难以预计的洪涝、干旱或者水污染等突发性水灾害事件的危害为目

标, 在整个应急管理周期内整合全社会资源和能力, 采取一系列科学合理的管理措施及时响应和处置突发性水灾害。近年来已有不少国内外学者对此做了相应研究。Tingsanchali^[3]、Nivolianitou 等^[4]、杨经昌^[5]、梁宁^[6]等从国内外实践指出处理好政府、社会组织等多方协作问题是提高包括水灾害在内的突发性水灾害应急管理水平的关键; Pavlova、Reniers^[7]运用序贯博弈模型构建协作管理模型用以提高组织安全水平; 姚杰^[8]等则构建了应急预案动态生成模型; 肖建宏^[9]等运用蜈蚣博弈模型研究了 Partnering 模式中信任合作机制产生和存在的必然性; Arora、Raghu^[10]等研究了灾害应急响应中需求激增下的应急资源调度策略。还有部分学者对多主体合作形成和演进进行了研究, Axelrod、Robert^[11]利用计算机实验方法研究了多主体合作的形成, 并筛选出著名的“一报还一报”策略; 随后学者们^[12-14]分别在囚徒博弈、最终通牒博弈、蜈蚣博弈等分析框架内分析了影响多主体合作形成的原因和最优反应策略, 其中以蜈蚣博弈实验模型的分析框架最为常用; Roger、Palfrey^[15]等从模型解释力、性能等方面对比研究近年来异质性主体的策略反应模型, 总结两个主流研究方法, 即 McKelvey、Palfrey^[13]放松了博弈者最优反应假设构建 AQRE 模型; Camerer、Chong^[16]则放松了博弈者类型一致假设提出了 CH 模型; 在此基础上 Zauner^[17]基于收益不确定而提出的 IPP 模型; 饶郁蕾^[18]等则将异质性利他偏好引入 IPP 模型; Kawagoe、Takizawa^[19]借鉴 CH 模型的思想建立了 LK 模型; Rapoport、Stein^[20]等提出了考虑学

收稿日期: 2012-01-12; 修订日期: 2012-12-14

基金项目: 国家社科基金重大项目(12&·ZD214); 国家自然科学基金重大培育项目(90924027); 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2010CB951104); 水利部公益性项目(201001044); 云南省科技厅计划项目(2010CA013); 江苏省研究生创新计划(CXLX11_0464)

作者简介: 张乐(1985-), 男(汉族), 河南人, 河海大学水文水资源与水利工程科学国家重点实验室, 博士研究生, 研究方向: 水灾害应急管理。

习因素的 AL 模型。

与一般突发公共事件应急管理不同的是,突发水灾害容易引发一连串的衍生灾害,且由于工程、时间等条件限制突发水灾害应急管理需要依据情景变化动态调整应急对策。本文研究的突发水灾害应急合作问题是指在突发水灾害预警、准备、响应、恢复的整个应急周期中,对于未来收益预期不一致的异质性主体,在无外部性(或外部性不足)条件下如何内生性合作及其演进过程。值得说明的是应急合作意味着这种内生性合作一般是有时间约束的。然而目前研究主要侧重探讨应急管理中外生性补贴机制和配置策略,缺乏对这种异质性主体合作形成的内生性原因和机理的分析。考虑到具有主体理性的应急主体通常在不确定预期的环境中做出策略响应行为,因此本文将在博弈理论分析框架内研究突发水灾害情景中异质性主体的策略性响应行为,寻找影响多主体应急合作演进的内在因素,并进行数值分析。

2 模型构建

2.1 模型选择

通过对已有研究的总结对比,发现突发水灾害应急合作形成的策略环境与蜈蚣博弈实验较为相似。首先与蜈蚣博弈实验一样,突发水灾害应急合作博弈是一个有限阶段的动态博弈过程,而且总收益都是逐步增加的;其次本文分析的突发水灾害应急合作博弈是建立在异质性主体对未来不一致的预期基础上的,这与蜈蚣博弈实验中博弈主体无法确知对手完全信息的情形是一样的;此外,不论是基于自身偏好,还是对其他博弈主体策略行为的不确定预期,突发水灾害应急合作博弈与蜈蚣博弈实验模型一样均体现为收益的不确定性。总的来说蜈蚣博弈实验模型基本能够包含突发水灾害应急合作博弈中时间约束、信息不完全、收益不确定性等诸多特征。主流的 AQRE 和 CH 模型均从不同侧面研究了异质性主体的合作演进,然而影响突发水灾害中异质性主体应急合作形成的因素是复杂多样的,因此不妨选择 Zauner^[17]的处理方法,将这些因素整合入博弈者的收益函数进行研究。

2.2 模型假设

为了便于建立模型,本文对突发水灾害应急合作的情景下博弈主体的收益函数进行定义,与 Zauner^[17]类似,定义突发水灾害应急合作博弈中的博弈主体收益函数由确定部分和随机干扰部分组

成,且博弈主体当前阶段下自身的收益信息。在此基础上当前阶段博弈主体选择合作策略(即进入下一阶段博弈)可以归因于博弈者相邻阶段基于不同策略选择下收益函数的差值,本文将这部分差值称为博弈主体的合作效用,可以理解为基于长期利益考虑选择合作策略给予了博弈主体额外的正效用,这个正效用事实上改变了当下的支付水平,从而打破了原有的关系结构,为合作均衡的达成创造条件。在此基础上,对突发水灾害应急合作博弈模型做出如下假设:

(1)有限理性。这是指突发水灾害应急合作博弈中,在决策时间约束下,由于偏好、信息不完全等不确定性因素影响,博弈主体的策略选择无偏地存在随机干扰,这意味着突发水灾害应急合作博弈中博弈主体的策略响应行为都是有限理性的。

(2)异质性。由于存在随机干扰,突发水灾害应急合作博弈中博弈主体的收益函数能够表现随机变量特征,因此博弈主体的决策类型具有异质性。

(3)与 IPP 模型不一样的是,本文假设由随机干扰组成的博弈主体合作效用符合一般正态分布,且独立同分布。其中均值表示博弈主体对不确定收益部分的期望值,而方差反映了博弈主体对其当前收益期望的偏差。

2.3 模型建立

一般的蜈蚣博弈扩展形式如图 1,其中 $a_k(s)$ 表示博弈者 $k(k=i, j)$ 在 $s(s=1, 2, \dots, z, z+1)$ 节点选择策略 Q 的收益,其中 z 为偶数,表示博弈的阶段。

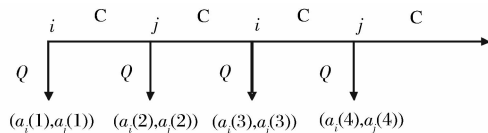


图 1 蜈蚣博弈扩展型

任意时间节点 $s(s=1, 2, \dots, z)$, 做决策的博弈参与者面临两种策略选择: C 策略和 Q 策略, C 策略表示博弈方选择合作策略, Q 策略则是博弈方选择退出策略。博弈者选择策略 Q 的效用是确定的,即 $u_E(s)$; 选择策略 C 的收益则是不确定的,其预期效用可以用 $EU_C(s)$ 表示。因此博弈参与者选择策略 C 的条件概率可以表述为:

$$p_C(s) = P\{EU_C(s) \geq u_Q(s)\} \quad (1)$$

即有:

$$p_C(s) = P\{EU_C(s) - u_Q(s) \geq 0\}$$

$$= \begin{cases} 1, EU_C(s) - u_Q(s) \geq 0 \\ 0, EU_C(s) - u_Q(s) < 0 \end{cases} \quad (2)$$

式(2)意味着若 $EU_C(s) \geq u_Q(s)$ ，博弈者就以 1 的概率选择策略 C，否则选择策略 Q。

设 $U_C(s) > 0$ ，表示选择策略 C 而带来的正心理效用，那么博弈者选择策略 Q 的条件概率公式：

$$p_Q(s) = P\{u_Q(s) - EU_C(s) > U_C(s)\} \quad (3)$$

由式(3)可知，只有当选择策略 Q 所获得的效用大于当下选择策略 C 及由此带来的预期合作效用之和时，博弈者才会采取不合作的行为。而蜈蚣博弈实验的相关数据表明，随着博弈阶段的进行，博弈者选择策略 C 附加的预期合作效用逐渐减弱。本文假设 $U_C \sim N(\mu, \sigma_c^2)$ ，且博弈主体各阶段的合作效用满足独立同分布。实际上该假设中， $U_C(s)$ 的 μ 值可理解为选择 C 策略而可能获得的合作效用的期望水平。假设本文研究的 EU_C 实际上是一个连续的随机变量，那么意味着当附加的合作效用不能弥补选择策略 C 造成的效用损失时，博弈者以概率 1 选择策略 Q。反之则博弈参与者积极主动选择策略 C。

由于 $U_C(s) \sim i. i. dN(\mu, \sigma_c^2)$ ，基于上述假定，有：

$$p_C(s) = 1 - P\{u_Q(s) - EU_C(s) > N(\mu, \sigma_c^2)\} \quad (4)$$

由上述模型来计算该型合作博弈中在各个阶段选择策略 C 的参与者占总人数的条件概率 p_C 。从最后一个阶段开始计算 $p_C(z)$ 。设 $U_C(z)$ 表示博弈者 j 在最终阶段获得的合作效用，由于该效用获得是不确定的，故设博弈者始终选择策略 C 的预期效用为 $EU_C(z)$ 。为了便于计算，使 $EU_C(z) = a_j(z+1)$ ，其中 $a_j(z+1)$ 是确定的值。

假定合作效用变量各个阶段的方差与 IPP 模型中的方差结构相同，综合考虑模型性能和计算简便性，本文采用较优的常方差结构建立突发水灾害应急合作博弈的常方差模型，并给出计算推导过程：

$$p_C(z) = 1 - P\{u_Q(z) - EU_C(z) > U_C(z)\} \\ \Rightarrow 1 - P\{a_j(z) - a_j(z+1) > N(\mu, \sigma_c^2)\} \quad (5)$$

从而有：

$$p_C(z-1) = 1 - P \left\{ \begin{aligned} & a_i(z-1) - p_C(z)a_i(z) - \\ & [1 - p_C(z)]a_i(z+1) \\ & > N(\mu, (1 + [1 - p_C(z)]^2 + \\ & p_C(z)^2)\sigma_c^2) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

同理，依次类推，得到 $p_C(z-2)$ 直至 $p_C(1)$ 。

3 模型结果及解释

为了便于更直观地描述博弈者合作行为的演变规律，本文利用 Matlab 软件对突发水灾害应急合作模型进行数理描述，见图 2。

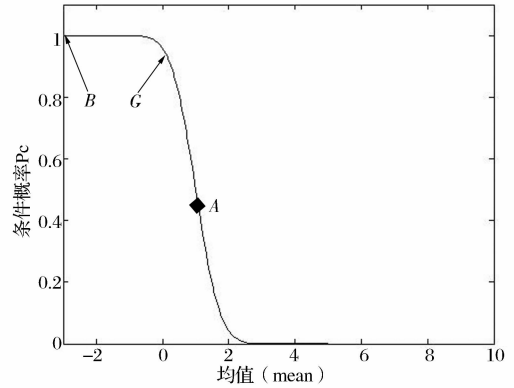


图 2 博弈者合作行为的一般概率

突发水灾害应急合作博弈中，博弈者合作行为的达成概率是单调递减的。这是由于伴随着博弈的过程，博弈者的合作意愿随着投机效用(即指选择策略 Q 的效用)的逐渐增加而减弱，意味着博弈者选择策略 C 获得的合作效用对当期收益的补偿效果减小，直至博弈者投机效用大于合作效用而选择不合作行为。由图 2 可见，在博弈者合作效用的影响下，其采取合作策略的行为概率呈现出一条反 S 型曲线，显然， $p_C(z)$ 的拐点为 A 点，对应博弈者采取合作策略的行为概率为 0.5。由于此点下方博弈者的合作行为概率均低于 0.5，本文将主要研究 A 点之上的博弈者合作行为概率曲线，即 BA 曲线。此外可见博弈者的合作行为概率经历了一段快速衰减过程，即 GA 曲线。本文认为 G 点的存在，可能意味着在博弈过程中博弈者合作行为概率衰减的速率变化，因此称 G 点为合作行为概率的速率临界点(下文简称临界点)。

由上文分析可以知道，突发水灾害应急合作博弈中，博弈者的合作效用由于其合作意愿的下降而减少，因 σ 、 μ 均为变参，博弈者的合作效用必定存在差异性。若 σ 、 μ 值同为不确定值时，两参数之间可能的相互影响将难以刻画。因此本文给定两组参数序列，不妨假设 $\mu_1 > \mu_2 > \mu_3 > \mu_4 > \mu_5$ ， $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3 > \sigma_4 > \sigma_5$ ，在此基础上探讨当 σ 和 μ 分别为确定值时对博弈者合作行为概率的影响(见图 3, 4)。

由图 3、4 可见，博弈者合作行为概率曲线普遍

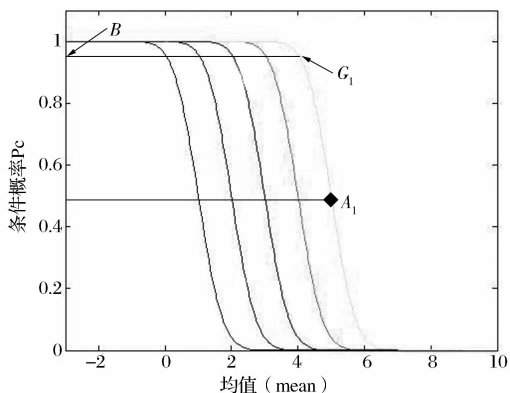


图 3 σ 值确定情形下博弈者合作行为概率

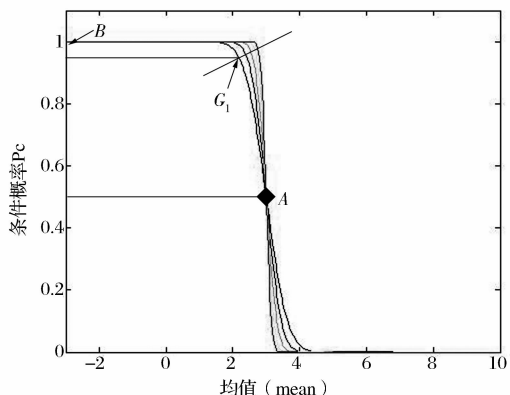


图 4 μ 值确定情形下博弈者合作行为概率

存在一个可以刻画博弈者协调一致的合作行动的空间,即上图中直线 CA 与曲线 BA 覆盖的区域,本文称为博弈者的合作行动空间,合作行动空间的大小意味着博弈者出现持续一致合作行动的可能性大小,合作行动空间越大说明博弈者达成持续合作行动的几率越大。当 σ 不变, μ 变化时,博弈者的合作行动空间与 μ 的大小成正比;当 μ 不变, σ 变化时,博弈者的合作行动空间与 σ 的大小成反比。这说明博弈者合作效用的均值水平对博弈者合作行动空间的大小起着促进作用,而其方差水平则起着抑制作用。考虑到临界点的存在对博弈主体各阶段合作概率也有着一定影响,下面给出临界值 x_g 的计算过程。

设 $F_C(z) = p_C(z)$, 由极值定理可知 x_g 应满足 $p_C(z)$ 的三阶导为 0, 考虑到实际意义, 取 $x_g = \mu - \sigma$ 。通过简单分析可知, $x_g = \mu - \sigma$ 时, 不管 μ 、 σ 如何变化, $p_C(z)$ 的值是确定的, 因此将 x_g 作为参考点, 进而分析参数 μ 、 σ 对 $p_C(z)$ 的影响。

4 算例

假设某地遭受突发干旱灾害, 邻近的两个村庄

A 村与 B 村, 由于地理位置等原因, 难以及时获得外界帮助。两村计划采取打井等措施, 增加应急水资源供应。两村均有一定的抗灾应急能力(包括设备、人力、资金等)。若各自单独打井, 效益较为低下; 若合作打井则会提高总体效益。假定 A 村的抗灾能力较强, 且为避免应急水资源分配时发生冲突, 定义合作打井的方式为集合两方力量轮流互助打井, 在合作打井的过程中, A 村与 B 村可以选择在任一阶段退出合作, 即无第三方或协议等外生因素干扰。依据图 1 分析框架, 构建应急合作打井的四阶段蜈蚣博弈模型, 为了便于计算, 本文只考虑其常方差形式。

假设 A 村的收益 $a(i) = (0.3, 0.2, 1.2, 0.8, 4.8)$, 则 B 村 $b(i) = (0.1, 0.6, 0.4, 2.4, 1.6)$ 。其中 $i = 1, 2, 3, 4, 5$ 。同样地, $U_c^a(i) = U_c^b(i)$, 且 $U_C(i) \sim i. i. dN(\mu, \sigma_i^2)$, p_i 表示各阶段博弈主体选择应急合作打井的概率。值得注意的是每过一个阶段, 双方的净损失与净收益都是成倍增加的, 比如 $a(2) - b(1)/b(3) - a(2) = b(2) - a(1)/a(3) - b(2)$ 。这是因为随着突发干旱灾害的发展, 实践证明应急情景下与时间高度相关的损失呈快速增加的趋势; 由于双方协作水平、熟练程度的提高, 合作打井能够带来的收益也能够迅速提高。

假设 $\mu \in [0, 4]$, $0 < \sigma \leq 10$, 并且均以步长 $\lambda = 0.1$ 进行数值分析, 选择有代表性的结果展示如下:

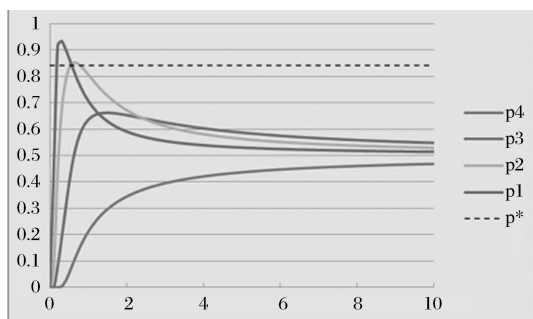


图 5 $\mu = 0$ 的情形

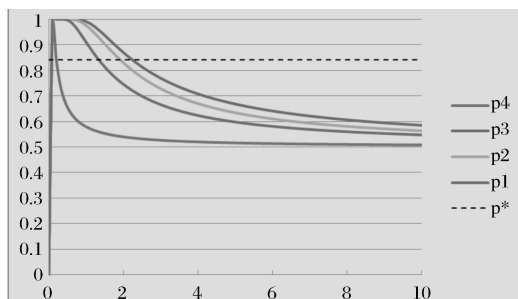


图 6 $\mu = 1$ 的情形

与 Zauner^[17] 不一致的是,图 5、6 中并不存在 $p_1 < p_2 < p_3 < p_4$ 的一般规律,这一方面是因为本文中 p_i 是指各阶段的合作概率,与其正好相反;另一方面是由于模型中收益初始值的不同造成一定的偏差,这说明 Zauner^[11] 的结论与其收益设定值密切相关。总体上来讲,当 μ 值确定时,随着 σ 值的增加,博弈主体各阶段选择合作打井的概率以递减速率逼近 0.5,且大部分情况下各阶段合作打井概率 p_i 均表现为通过临界值 p^* (即 x_g 值对应的合作概率)后靠近 0.5。这意味着当 σ 值足够大,该模型的均衡解将逼近子博弈精炼纳什均衡,即博弈主体开始就选择不合作。这里的 p^* 可以理解为应急情景下时间约束反映在博弈主体合作概率中的临界值。此外当 $\mu = 0$ 时,只有 p_1 以递减速率单调增加地逼近 0.5,甚至未能到达理论上的临界值 p^* ,这可能是由于博弈主体对未来合作持较为悲观或无所谓的态度造成的。随着策略环境的不确定增加, p_1 与 p_4 表现为对 σ 值变化较高的敏感性,意味着博弈主体在最初阶段和最后阶段的概率在 σ 值较小时不确定性较大,且以相反的趋势逼近 0.5。需要说明的是刚开始时的快速爬升主要是由于 σ 无限逼近 0 值时产生的,与本文结果并无太大影响。

等^[18] 的结论正好相反。此外, σ 值较小时 p_i 可以更快达到极值,但最终趋于一致。这意味着博弈主体对未来合作持较为积极态度,可以提高各个阶段的合作打井的概率。综上所述,构建突发水灾害应急合作机制的关键是一方面要提高博弈者合作效用的均值 μ ,另一方面要降低博弈者合作效用的方差 σ 。作为刻画博弈主体间合作效用异质性的重要指标, μ 值的增加意味着博弈主体对未来合作效用的较高期望,可理解为对未来合作的态度。在不考虑系统外部影响(如第三方介入或协议约束)下,意味着博弈主体选择合作策略而为当前阶段带来的类似贴现的附加效用也会增加;方差 σ 值则是衡量博弈主体面临的策略环境的相对稳定性(如信任的产生或习俗的约束),因此 σ 值的降低一定程度上意味着博弈主体面临的决策环境较为平稳,博弈主体可以对不确定性的收益做出较为准确的估计,有助于更快的达成合作。

5 结语

本文对突发水灾害应急管理中的合作问题进行了研究。通过引入合作效用概念,采用蜈蚣博弈分析框架构建了突发水灾害下异质性主体的应急合作行为博弈模型,并对合作效用参数的影响进行了深入分析。研究表明若博弈主体对未来合作较为乐观或对未来合作效用期望水平较高,能够有助于博弈主体达成一致合作;而当博弈主体面临的决策环境较为平稳时,由于能够对不确定的收益做出较为准确的估计,故而可以提高达成一致合作的效率。因此为了提高突发水灾害应急管理中各参与主体采取一致合作行动的可能性,考虑采取以下措施:首先应鼓励突发水灾害应急管理中博弈主体采取互助合作模式,加强合作意识教育,培育良好的合作范围;其次,考虑制定有助于提高博弈主体合作效用期望水平的外部政策,比如强制力介入,保障博弈主体尽量少遭受机会损失。

本文揭示了突发水灾害应急管理中博弈主体合作效用的参数变化对各阶段合作行为的影响规律,对于我国突发水灾害应急管理实践具有一定的指导意义。但尚未将影响突发水灾害应急管理的外部因素(比如政策或协议)纳入研究范围,模型对突发水灾害应急管理实践的解释力有限,值得深入研究。

参考文献:

[1] 万新宇,王光谦. 近 60 年中国典型洪水灾害与防洪减灾

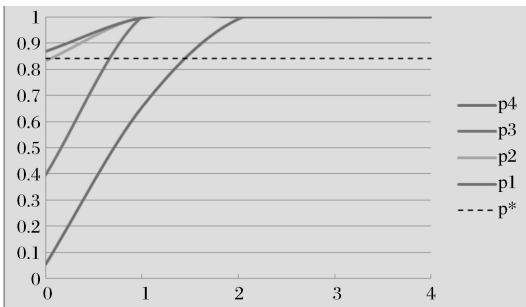


图 7 $\sigma = 0.5$ 的情形

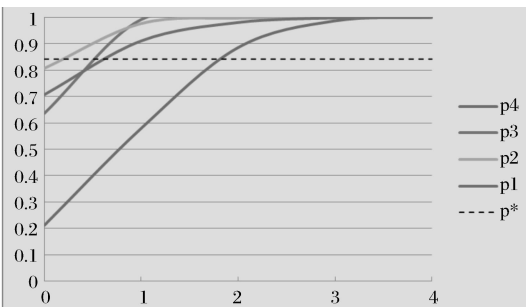


图 8 $\sigma = 1$ 的情形

从图 7、8 可以看出,当 σ 值确定,随着 μ 值增加, p_i 的值都以递增的趋势向 1 逼近,这与饶郁蕾

- 对策[J]. 人民黄河, 2011, 33(8): 1-4.
- [2] 王慧敏, 刘高峰, 佟金萍, 等. 非常规突发水灾害时间动态应急决策面膜是探讨[J]. 软科学, 2012, 26(1): 20-24.
- [3] Tingsanchali T. Urban flood disaster management[J]. Procedia Engineering, 2012, 32: 25-37.
- [4] Nivolianitou Z, Synodinou B. Towards emergency management of natural disasters and critical accidents: The Greek experience[J]. Journal of Environmental Management, 2011, 92(10): 2657-2665.
- [5] 杨经昌. 提高群防群控在防洪减灾中的效用[J]. 中国水利, 2010, (21): 29-50.
- [6] 梁宁. 从四川汶川地震看地震次生水灾害应急管理机制[J]. 水利发展研究, 2008, (7): 6-9.
- [7] Pavlova Y, Reniers G. A sequential-move game for enhancing safety and security cooperation within chemical clusters[J]. Journal of Hazardous Materials, 2011, 186: 401-406.
- [8] 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.
- [9] 肖建宏, 王敏, 施国庆. Partnering 模式中信任合作机制研究[J]. 水利经济, 2008, 26(4): 5-8.
- [10] Arora H, Raghu T S, Vinze A. Resource allocation for demand surge mitigation during disaster response[J]. Decision Support Systems, 2010, 50: 304-315.
- [11] Robert Axelrod. The Evolution of Cooperation[M]. Ann Arbor: Basic Books, 1985.
- [12] Andreoni J, Miller J H. Rational cooperation in the finitely repeated prisoners dilemma: Experimental evidence[J]. The Economic Journal, 1993, 103: 570-585
- [13] McKelvey R D, Palfrey T R. Quantal response equilibria for extensive form games[J]. Experimental Economics, 1998, 1(1): 9-41.
- [14] Robert C, Carnevale P J. Group choices in the ultimatum bargaining [J]. Organization Behavior and Human Decision Process, 1997, 72(2): 256-279.
- [15] Rogers B W, Palfrey T R, Camerer C F. Heterogeneous quantal response equilibrium and cognitive hierarchies[J]. Journal of Economic Theory, 2009, 144: 1440-1467.
- [16] Camerer C F, Ho T H, Chong J K. A cognitive hierarchy model of behavior games[J]. 2004, 119(1): 861-898.
- [17] Zauner K G. A payoff uncertainty explanation of results in experimental centipede games [J]. Games and Economic Behavior, 1999, 26(1): 157-185.
- [18] 饶郁蕾, 张媛, 彭叠峰. 利他偏好是否导致博弈均衡的偏离—对蜈蚣博弈实验的解释[J]. 系统管理学报, 2010, 19(6): 676-683.
- [19] Kawagoe T, Takizawa H. Level-k analysis of experimental centipede games[J]. Journal of Economic Behavior & Organization, 2012, 82: 548-566.
- [20] Rapoport A, Stein W E, Parco J E, et al. Equilibrium play and adaptive learning in a three-person centipede game [J]. Games and Economic Behavior, 2003, 43: 239-265.

Behavioral Game Research of Emergency Management Cooperation for Unexpected Water Disaster

ZHANG Le^{1,2}, WANG Hui-min^{1,2}, TONG Jin-ping^{1,3}

(1. State Key Laboratory of Hydrology Water Resource and Hydraulic Engineering,
Hohai University, Nanjing 210098, China;

2. Management Science Institute, Hohai University, Nanjing 210098, China;

3. School of Economics and Management, Changzhou University, Changzhou 213164, China)

Abstract: The cooperation behavior within multi-agents is discussed at the background of the emergency management for unexpected water disasters in this paper. Firstly, Cooperative utility is proposed, and the cooperative model with heterogeneity agents is constructed based on the experimental model of centipede game with uncertainty payoffs. Further, in emergency management for unexpected water disaster, the influence that utility of cooperation variables may exert on the cooperation possibility is deeply studied. Finally, through an illustration, the propositions from this paper are testified.

Key words: water disaster; centipede game; utility of cooperation; collective action area of cooperation