

Research on the Mutation Mechanism of Victim's Psychology and Behavior after Natural Disaster Based on Catastrophe Theory

Weiwei Zhang¹, Xuanhua Xu¹, Bin Pan²

¹School of Business, Central South University, Changsha 410083, China

²Institute of Financial Research, Wenzhou University, Wenzhou 325027, China

基于突变理论的自然灾害灾民个体心理行为状态突变机理研究

张威威¹, 徐选华¹, 潘彬²

¹中南大学商学院, 长沙 410083, 中国

²温州大学金融研究院, 温州 100875, 中国

Abstract

Aiming at the problem of victim's rational and irrational behavior during recovery stage in natural disaster, this paper analyzed the victim's psychological and behavioral characteristics and influencing factors during recovery stage based on lots of literatures and an interview with victims. Besides, a cusp catastrophe model is constructed to explore the mutation mechanism of victim's psychology and behavior at the role of physical demand factors and emotional needs factors. Finally, the paper put forward some strategies to cope with victim's psychology and behavior during recovery stage based on the cusp catastrophe model analysis.

Keywords: Natural disaster; Victim's psychology and behavior; Cusp catastrophe model; Mutation mechanism; Coping strategy

摘要: 针对自然灾害恢复期灾民理性行为和非理性行为之间的变化问题, 根据文献分析和灾区调研分析了恢复期灾民心理行为的特征及影响因素, 构建了灾民心理行为形成机制图和灾民心理行为尖点突变模型, 探讨了恢复期灾民心理行为在物质需求因素和情感需求因素作用下的突变机理, 分析了两种需求因素的不同作用, 应用灾区调研数据对模型进行了局部验证。最后基于模

型分析给出了应对灾民心理行为突变的两个策略。

关键词: 自然灾害; 灾民心理行为; 尖点突变模型; 突变机理; 应对策略

1 引言

随着全球气候变化问题的日益突出, 各类自然灾害事件发生的频率不断增大, 影响范围越来越广。据民政部统计, 我国 2014 年各类自然灾害共造成 24353.3 万人次受灾, 1583 人死亡, 601.7 万紧急转移安置, 直接经济损失高达 3373.8 亿元^[1]。自然灾害不仅造成大量人员伤亡和经济损失, 也给受灾群众的心理造成了不同程度的创伤, 在短期甚至长期内都可能影响个体的行为^[2], 许多案例已经表明灾害情景下焦虑情绪会促使受灾儿童做出一些攻击性行为^[2], 这些负面心理行为体验会增大救援和安置困难, 如果得不到及时有效的缓解而被逐渐累积, 很容易外化为违法行为, 甚至演化为群体性事件^[4], 降低社会的稳定性和安全性^[6]。灾民行为分析对于危机管理、灾害应急响应、疏散计划实施有着重要作用^[8], 也是突发公共事件应急管理中的核心科学问题之一^[9]。因此, 为有效救援和阻断个体事件演化升级, 科学制定灾后救援策略, 需要深入分析自然灾害发生后受灾群众的个体心理行为状态突变机理。

许多研究者对气候变化、自然灾害发生后受灾群众的心理及行为进行了相关研究。Doherty^[10]分析了气候变化对人们心理的三种影响：直接心理影响（急性应激障碍或创伤后应激障碍）；间接心理影响（幸福感下降）；社会心理影响（社会冲突）。Norris^[11]对1981年至2001年期间160多个关于灾害的实证研究进行分析，发现自然灾害的发生会给人们带来一些特定的心理伤害、身心失调等短期或长期心理问题。针对自然灾害与自杀行为之间是否具有相关性，Kölves^[12]对已有的实证研究进行了分析，发现不同类型的自然灾害对自杀率的影响不同，自杀率主要受到经济条件的影响。Hu等^[13]认为灾害发生后人们在撤离和临时安置中具有恐慌行为，而且恐慌行为具有传染性，使更多受灾群体产生恐慌，Helbing^[14]也对突发事件下群体的恐慌逃跑非理性行为进行了仿真模拟。突发事件下恐慌心理和非理性行为容易导致踩踏事件，是生命财产损失加剧的重要影响因素^[15]。另外，有些研究证明灾后人们之间具有亲社会行为，表现出抗逆力，Bonanno^[16]运用问卷调查和多变量分析发现抗逆力主要与受灾群众的经济收入、社会支持等因素相关。van der Linden^[17]、Akerlof等^[18]研究者也运用实证方法探讨了风险认知与自然灾害发生后社会结构、经济等控制因素之间的相关性。这些研究为探讨灾民心理行为状态的突变机理奠定了理论和实证基础。

然而目前关于自然灾害与灾民心理行为的研究中存在一些不足，其一是研究者只分析了自然灾害是否会引发人们心理及行为异常，注重的是自然灾害发生后人们的行为结果，缺乏对自然灾害导致灾民心理行为变化的过程机制研究；其二是现有实证方法假设控制因素与灾民心理行为之间是线性连续的，而这种假设在现实灾民心理学的研究中具有局限性，Vallacher^[19]分析了社会心理具有动态性和复杂性，很难用传统方法和实证研究来描述这种现象，需要用系统论来进一步解释，突变理论作为系统论的一个重要分支，可以较好地分析内部作用机制未知的系统。

突变理论是法国数学家 Rene Thom^[20]提出的一种研究系统随外界控制参数连续性变化而使系统产生跳跃、非连续性变化现象的理论。Zeeman^[22]对突变理论进行了进一步的研究并提出了齐曼突变机制，分析了尖点突变系统的几个

特征：（1）系统具有多态性，随着控制系统参数的变化，系统会从一个稳定状态向另一稳定状态跳跃变化；（2）不可达性，系统不同状态之间不存在绝对稳定状态，并在现实中是不可达的；（3）发散性，在控制系统变化的分歧集附近两条相似路径会使系统产生完全不同的状态；（4）滞后性，系统经过一次扰动变化后要重新恢复到原来的状态需要一些时间。

突变理论是以拓扑学、分叉理论、稳定性理论为基础的理论，它直接处理不连续性而不联系任何特殊内在机制，这就使它特别适合研究内部作用未知的系统，可以有效解释“黑箱”问题，当系统具有上述突变特征时就可利用突变理论来进行解释^[21]。Zeeman^[22]和 Stewart^[23]将突变理论应用到心理学的研究中并阐述了突变理论描述人们态度变化的一些特定假设，van der Maas^[24]也将突变理论应用到人们态度变化的突变机理分析中，并用实证数据证明了突变理论模型描述态度变化的可行性。Scott^[25]针对临床心理学中的精神分裂症、情绪失常、攻击性等其他理论无法解释的临床心理现象用突变理论给出了有效的解释。Flay^[26]认为人们心理过程和社会行为不能简单用梯度函数表示，它满足尖点或蝴蝶突变模型的一些特征，并分析得到尖点突变模型更适合描述人们行为变化。突变理论不仅能够很好地研究社会科学问题^[27]，也可以很好地分析企业管理中员工的行为问题，赵旭、胡斌等运用突变理论分析了企业中员工的反生产行为^[28]、冲突行为^[29]、团队知识共享行为^[30]、员工行为突然变化^[31]等企业管理中的员工行为突变机理。Yiu^[32]分析了建筑行业员工冲突行为特点并建立了尖点突变模型，同时运用数据说明了尖点突变模型比线性模型、回归模型更好地拟合员工冲突行为。Chen^[33]阐述了随机尖点突变模型能够很好地分析社会行为中的理性及非理性行为，并用实例说明了突变模型在社会行为中的应用。

综上所述，突变理论可以很好地分析人类的心理态度变化，行为突然变化等社会心理行为现象，为研究自然灾害发生后灾民的心理行为状态突变机理提供了理论依据和借鉴。但是灾民的心理行为状态与一般突发事件和企业员工的行为变化有很大不同，有着自己独有的影响演变机制，并且目前少有文献分析灾后灾民的心理行为状态的突变机理，需要进一步深入分析。因此，

Risk Analysis and Crisis Response in Big Data Era (RAC-16)

本文结合已有文献和灾区调研分析了灾民心理行为状态的特征、影响因素，并基于此构建了灾民心理行为状态突变模型，对灾民心理行为状态突然变化问题运用突变理论进行了解释，深入分析了灾民心理行为的过程变化，为及时有效实施灾后心理干预和救援提供了理论依据。

2 灾民个体心理行为状态影响因素及特征分析

2.1 灾民个体心理行为状态特征分析

针对自然灾害是否会改变已有的社会经济关系，引发受灾群众异常行为，Castillo^[34]对洪都拉斯遭受1988年米奇飓风的30个社区内利他行为、信任、互惠行为等进行研究，发现灾民行为的均值和方差随着灾害冲击度的大小呈现非线性变化，适度的自然灾害冲击会提高人们之间的合作互惠行为和亲社会行为，但是一些家庭由于失去住所、生存资源遭受巨大损失等经济压力，为了维持生计而出现不合作行为，甚至冲突行为。时堪^[35]认为灾害发生后人们会有不同的心理特征，有时会勇敢地承担责任，但是有时会选择退缩、逃避。John Leach提出的动态灾害管理模型中也分析了灾害影响阶段人灾民的一些特殊行为，这些行为中有15%是情绪失控和活跃行为

(overactive behavior)，75%是紧张行为和缺乏主动性行为，10%是冷静型行为和具有一定领导力的行为^[36]。马德富^[38]对农民灾害心理和行为特征进行分析，得到人们心理行为具有有限理性、短视性的特征，短时间内往往会表现出一些情绪行为和过激行为。朱华桂^[37]认为灾民个体行为反应是人们心理的外在表现，根据灾害发生时灾民应对灾害的理性化程度将灾民行为分为恐慌型行为和冷静型行为，发现灾民的行为受心理状态距离影响，状态距离的微小变化会导致不同的行为，并进一步将灾民行为划分为6类，如图1所示。

通过以上分析，可知自然灾害发生后灾民的心理行为状态具有以下4个方面的特征，如表1所示。

其中双模态性，当灾害发生后，灾民个体的心理行为一般表现为2种状态，即理性心理行为状态和非理性心理行为状态。理性心理行为状态下，灾民表现出亲社会行为或利社会行为，通常会做出利他行为和助人行为，这与尖点突变理论的双模态特征较为一致；非理性心理行为状态下，灾民由于遭受巨大的经济损失，失去生存资源等，迫于生计他们可能会做出不合理的行为决策。突

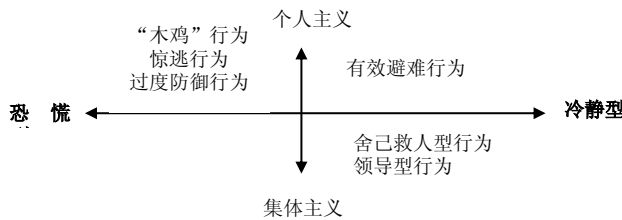


图1. 灾民行为反应类型.

Fig.1 Victims' behavioral response types.

表1 自然灾害情景下灾民心理行为状态特征

Table 1 Characteristics of victims' psychology and behavior under natural disasters scenarios

灾民行为特征	具体描述
1. 双模态性	灾害发生后人们心理行为状态只有理性和非理性两种状态，具体表现为亲社会行为、互惠合作的理性行为；冲突、不信任、恐慌的非理性行为等
2. 突跳性	灾后人们行为不是理性就是非理性，不存在中间状态，并且人们行为变化是非线性的
3. 分叉性	人们行为状态处于临界平衡状态时，状态距离微小变化会导致人们截然不同的行为
4. 滞后性	灾后人们从非理性行为转化为理性行为需要一定的时间

跳性是指在大多数情况下,灾民心理行为状态不是处于正常行为状态就是处于异常行为状态,当灾害发生后灾民的心理行为可能会从正常状态跃迁到非正常状态,心理行为跃迁并不是一个渐变的过程,而是一个突变过程。分叉性,在一般情况下当外界环境的微小变动并不会引起灾民心理行为的巨大波动,但灾害严重威胁到灾民的安全后,他们的行为状态处于临界平衡状态,遇到外界因素的干扰时,这种临界平衡状态就会被打破,灾民个体心理行为状态会向正常行为方向或是非正常行为方向转变,这与突变理论的分叉性特征相符合。滞后性,由于自然灾害具有突发性和不确定性等特征,灾民可以获取的灾害信息极少,这种情况下,个体在进行决策时,就需要收集整理信息,并且需要考虑个人安全、损失等因素,无法及时作出决策,具有明显的滞后性。

由此可见,自然灾害情景下灾民心理行为状态的特征符合Zeeman所阐述的齐曼突变的特点,可以用尖点突变模型来刻画灾民的心理行为状态的突变机理。

2.2 灾民个体心理行为影响因素分析

突发事件下人们心理行为受许多因素影响,孙多勇^[39]将个体恐惧行为影响因素分为事件本身、社会、个体及对个体与灾害事件相关因素四类,并建立了个体恐惧模型,分析了个体的恐惧主要来源于心理预期。马庆国等^[40]认为突发事件下人的行为是心理、周围环境和信息的函数,并分析了各类因素对人的行为的影响。也有学者认为风险认知是决定灾后人们心理行为状态的关键因素,风险认知的高低决定了灾民不同的心理行为状态^[41],人们的风险认知是由不同因素决定

的,如对社会的信任度、个体灾害经历、心理距离等变量的影响^[42]。

但是行为科学认为人们的各种行为都是有一定的动机引起的,而这种动机又产生于人们身体的各种需要^[45]。人们为了满足某种需要就要确定自己的行为目标,进而采取一系列的行为。董惠娟等^[46]通过2000多份问卷对唐山地震后人们的心理相关问题进行了研究,发现灾后人们物质性需求异常激烈,这是因为自然灾害对人们的生存条件产生的破坏力比其他突发事件更大,求生本能促使人们更关注物质性需求。同时也发现灾后一段时间人们仍有被安慰和被关注的心理需要。2013年7月至8月期间课题组奔赴雅安地震重灾区芦山县进行实地调研,调研时间是雅安地震发生后3个月,灾民情绪基本稳定,处于灾后恢复期,通过访谈和个体问卷得到灾后人们心理痛苦的压力感主要来源于经济损失,政府虽然给予了一定程度的补贴,但是还远远不能弥补地震带来的损失,虽然灾后人们情绪慢慢恢复正常,但是通过创伤后应激障碍自评表我们发现仍有80%以上的灾民有焦虑、恐慌等情绪,不能很好地投入灾后重建工作中,他们很渴望人与人之间的情感交流,具有一定的亲社会行为。对调研资料总结得到灾后恢复期人们的需求主要是两个方面:物质需求和情感需求。通过物质需求来满足灾后的衣食住行及生命安全,通过情感需求满足自己的归宿感、消除灾后的孤独感和抑郁。这两种需求的满足程度决定了受灾群众的风险认知水平,进而决定了恐慌程度及行为的理性程度,风险认知在需求和心理行为之间起中介作用。通过以上文献分析和实地调研总结得到自然灾害情景下灾民的心理行为影响因素如表2所示。

表 2. 自然灾害情景下灾民心理行为影响因素分析表

Table 2. Factors of victims' psychology and behavior under natural disaster scenario

影响因素	具体描述	资料来源
物质需求因素	满足受灾群众衣食住行及医疗卫生等方面的基本物资,主要维持灾民基本生活和生命安全	2013年四川雅安地震芦山县灾区调研;董惠娟等 ^[46] 唐山地震相关心理问题研究;姜丽萍等 ^[48] “桑美”台风心理影响因素研究;孙燕娜等 ^[49] 救灾需求内涵模式研究;RR Dynes, et al ^[51]
情感需求因素	来自心理医疗卫生人员、志愿者、亲朋好友的安慰与心理辅导,一种心理抚慰需求	
风险认知	对有关风险的信号进行加工、过滤,在主观上对风险产生认知,并做出判断和评价,形成关于风险的自我理解,对推动人们采取何种风险行为有重要作用	Sheeran P, et al, ^[41] ; Milfont ^[42] ; Spence, et al ^[43] ; Wachinger G ^[43] ; Naylor R ^[52] ; Becker G, et al ^[53]

2.3 灾民个体心理行为变化的形成机制分析

本文研究的灾民个体心理行为界定为自然灾害发生后恢复期阶段灾民的心理行为，通过以上文献分析和实地调研，可知这一时期物质需求因素和情感需求因素会影响人们的心理认知评价，进而决定人们的行为，灾民的心理行为可能会在恐慌型行为和冷静型行为之间发生突然变化，这种突然变化是由人们心理状态距离感知的突变引起的。自然灾害的发生打破人们已有的心理平衡状态，会产生一种状态距离^[37]，这种状态距离超过一定阈值时人们的心理行为就会处于不同的状态，产生一种跳跃式变化，本文在朱华桂^[37]提出的灾民心理行为框架的基础上提出自然灾害下灾民心理行为的变化机制模型，如图2所示。自然灾害的风险认知，是灾民在灾害发生时对灾害风险信息进行加工、判断与评价，风险

认识越大，越容易引起灾民人体心理上的恐慌，越容易出现非理性的恐慌行为。风险认知是引起灾民恐慌行为的关键中间变量，影响灾民心理和行为的因素（如物质需求因素和情感需求因素）都是通过心理风险认知评价对灾民心理和行为发生作用。

由形成机制模型可知，自然灾害发生后灾民心理行为状态有恐慌型行为和冷静型行为两种相对稳态。恐慌型行为是一种负的稳态，在这种状态下灾民会有恐惧、与其他灾民争吵、冲突行为，甚至会哄抢物资等威胁社会稳定与秩序的风险行为。但是当灾民的心理状态距离逐渐缩小到心理感知阈值时人们的行为可能会突然转化为冷静型行为，如积极地投入灾后救援及重建工作中，帮助其他灾民等亲社会行为。

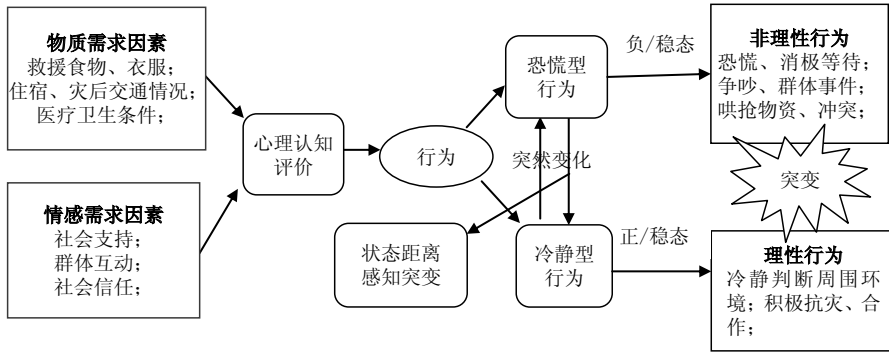


图2. 自然灾害恢复期灾民个体心理行为变化形成机制图。

Fig. 2 Formation mechanism for individual victim's psychological behavior changes during the recovery stage of natural disasters.

3 灾民个体心理行为尖点突变模型建立与突变机理分析

3.1 灾民个体心理行为尖点突变模型构建

根据灾民个体心理行为状态形成机制，可将灾民的个体心理行为状态看成是由灾后物质需求因素和情感需求因素耦合共同决定的。由马斯洛需求理论可知，人们的需求可以分为五大类，其中生理需求放在首位，生理需求包括水、食物等的需求。灾害发生后，灾民对物质的需求远大于情感需求，物质需求因素的重要程度要高于情感需求因素。当物质需求满足后，灾民的情感需

求也得到了满足。将灾民的个体心理行为 x 看作状态变量，将物质需求因素满足程度 u 和情感需求因素满足程度 v 看作控制灾民个体心理行为的控制变量，个体心理行为 x 用心理状态感知度测量， $u, v, x \in [-1, 1]$ ，用 V 表示灾民个体心理状态行为尖点突变模型的势函数^[20]。突变理论中在处理控制变量时，重要程度相对大的控制变量放在前面，相对次要的放在后面，因此势函数如公式（1）所示

$$V(x, u, v) = x^4 + ux^2 + vx \quad (1)$$

灾民心理行为曲面 M 是突变模型均衡点的集合，即为突变模型的平衡曲面，如公式（2）

所示

$$M = \frac{\partial V(x, u, v)}{\partial x} = 4x^3 + 2ux + v = 0 \quad (2)$$

奇点集合 N 为势函数 V 的二阶导数, 如公式 (3) 所示

$$N = 12x^2 + 2u = 0 \quad (3)$$

灾民心理行为突变区域 B 为突变模型的分支点集, 是 (2) 式与 (3) 式联立消去 x 得到的解, 如公式 (4) 所示

$$B = 8u^3 + 27v^2 = 0 \quad (4)$$

公式 (1) 为灾民个体心理行为状态平衡曲面方程, 假设灾民物质和情感需求满足程度、心理状态感知度为区间 $[-1, 1]$ 之间的数值, 物质和情感需求满足程度越大心理状态感知度越小。根据公式 (1) 用 MATLAB 模拟控制变量在区间 $[-1, 1]$ 之间连续变化对状态变量的影响, 模拟数据是 1000 个, 可得到灾民个体心理状态尖点突变模型的平衡曲面如图 3 所示, 然后根据此方法运用公式 (4) 得到灾民个体心理行为尖点突变的分枝集, 即图 3 中的褶皱面在控制面上的投影, 如图

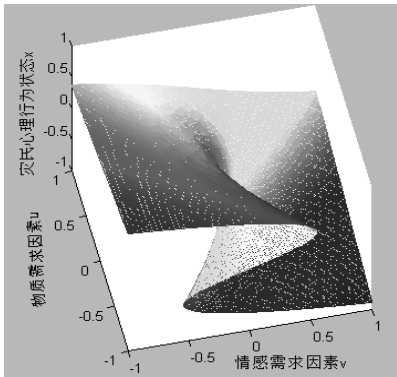


图 3. 灾民个体心理行为状态尖点突变平衡曲面.

Fig.3 The cusp catastrophe model equilibrium surface of individual victim's psychological behavior.

图 5 中灾民个体心理行为变化曲线为 $a \rightarrow b$ 或 $d \rightarrow e$ 时, 灾民的心理状态感知距离 Δx 逐渐变大, 但是还没超过心理感知阈值, 灾民的冷静程度逐渐变小, 变得越来越不理性, 仍是一种渐变, 还没发生突变, 当分别经过 b 点、 e 点时, 灾民心理行为曲线经过分枝区域 B , 从冷静型行为为瞬间突变为恐慌型行为, 但是其投影到控制平

4 所示。在这 1000 个数据中当物质需求满足程度 u 和情感需求因素满足程度 v 满足公式 (4) 的分枝方程时, 灾民个体心理行为状态曲线的投影在控制面上会经过分枝集, 导致灾民个体心理行为状态发生突变。

3.2 灾民个体心理行为突变机理分析

根据灾民个体心理行为尖点突变平衡曲面图 3 和灾民个体心理行为状态分枝集图 4, 对其进行旋转和简化, 用 Visio 画图软件绘制出图 3 和图 4 的直观图形, 图 4 为图 3 中的褶皱曲面在控制面的投影, 得到自然灾害发生后灾民的个体心理行为状态演化直观模型, 如图 5 所示, 据此可以分析灾民个体心理行为发生的原因、过程及程度。图 5 中的平衡曲面分为上叶、中叶、下叶三部分, 其中上叶代表的是灾民冷静型行为, 下叶代表的是灾民恐慌型行为, 灾民个体心理行为在平衡曲面的上、下叶时是处于相对稳定的状态, 中叶是一个不稳定状态, 即灾民个体心理行为发生突变的区域。

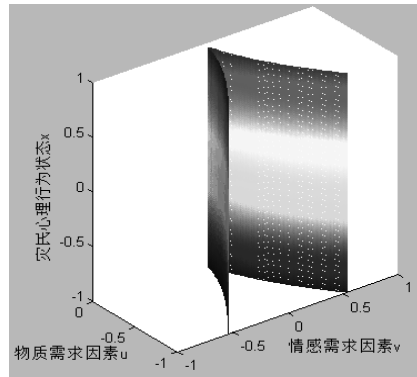


图 4. 灾民个体心理行为状态尖点突变分枝集.

Fig.4 The bifurcation set of cusp catastrophe model of individual victim's psychological behavior.

面分枝点集的曲线 f_1 与 f_2 之间是有差异的, 说明这两种不同的行为变化导致的灾民的恐慌程度是不同的。当灾民心理行为状态曲线为 $b \rightarrow c$ 时, $\Delta f_1 = x(u_b, v_b) - x(u_c, v_c)$, 而当灾民心理行为状态曲线为 $e \rightarrow f$ 时, $\Delta f_2 = x(u_e, v_e) - x(u_f, v_f)$, 通过控制面的分枝集很容易发现 $\Delta f_2 > \Delta f_1$, 这说明心理行为曲线 $d \rightarrow e \rightarrow f$ 产生的危害程度更

大,这时灾民心理行为可能是哄抢物资、与他人冲突甚至是群体性事件,而心理行为曲线为 $a \rightarrow b \rightarrow c$ 时,灾民可能只是个体的恐慌、消极等待救援等行为,对社会稳定与秩序不构成很大威胁。

通过以上模型分析,可知当灾民的物质需求满足程度和情感需求满足程度不断变小时,灾民的心理行为状态会从冷静型行为跳跃为恐慌型行为,对社会的稳定与秩序构成巨大威胁,但是物质需求因素和情感需求因素对灾民的心理行为变化的作用程度不同。分两种情形进行讨论:

(1) 情形一:当灾民个体物质需求满足程度大于零时,即 $u > 0$ 时, $8u^3 + 27v^2 > 0$, 公式(4)无解,灾民个体心理行为曲线不经过分歧集,随着 v 的连续变化,灾民的心理行为状态只是连续性变化,不会产生跳跃现象;

(2) 情形二:当灾民个体物质需求满足程度不大于零时,即当 $u \leq 0$ 时, $8u^3 + 27v^2 \leq 0$, 公式(4)有解,由图4可知 v 从-1 逐渐变为+1

时,灾民心理行为曲线经过了分歧集,灾民的心理行为状态发生突然跳跃现象。

由突变理论可知,物质需求满足程度 u 为分裂因子,即 u 的变化会使平衡曲面 M 分裂,产生不同的状态,决定了灾民心理行为是否会发现突变。如图5,当物质需求满足程度达到较高水平时,即 u 接近 1 时,随着情感需求满足程度的连续性变化,灾民个体心理行为曲线 CP 从平衡面的上叶连续变化到下叶,其投影在控制面上没有经过分歧集,表明灾民的冷静程度逐渐降低,但不会突然演变为威胁社会稳定的非理性行为,并且这一变化过程是需要一段时间的;而情感需求因素 v 为正则因子,即 $u > 0$ 时的变化只引起状态变量的光滑变化。通过图4和图5可以得到物质需求满足程度 u 不断减小到 0 时,情感需求因素 v 微小变化会产生截然不同的行为路径 $n1$ 和 $n2$ 。 $n1$ 曲线经过分歧区域达到平衡曲面的下叶,产生恐慌型行为;而 $n2$ 曲线经过分歧达到平衡曲面的上叶,产生冷静型行为。

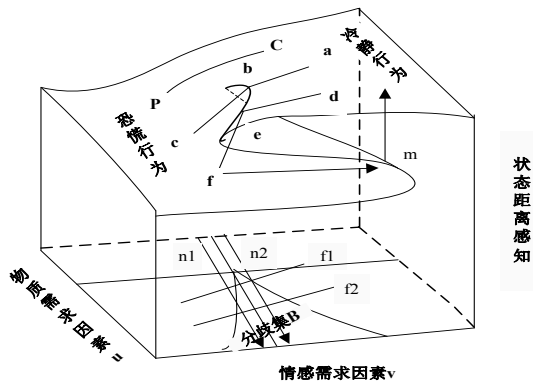


图5. 自然灾害恢复期灾民个体心理行为状态演化直观模型。

Fig. 5 The intuitive evolution model of individual victim's psychological behavior of nature disaster during recovery stage.

4 灾民个体心理行为尖点突变模型的局部验证

自然灾害情景下灾民个体心理行为突变是瞬间的,并且是动态变化的,其突变过程很难被捕捉到,很难用实际数据描述灾民个体心理行为的尖点突变过程,本文采用问卷调查的方法对物质需求和情感需求两种控制变量类型进行局部验证,并阐明模型的有效性。

本研究对芦山县灾民进行随机抽样调研,共

发放问卷 405 份,回收有效问卷 306 份,问卷有效率为 75.5%。采用创伤后应激障碍检查表-普通版(PCL-C)测量灾民的心理行为,因为 PTSD (Post-traumatic stress disorder) 既能反应灾民的心理状态(如烦躁、抑郁)又能体现灾民的行为^[54]。用社会支持、社会信任和社会网络来测量灾民情感需求与 PTSD 之间的关系,该部分问卷采用 Likert 5 点量表,数字越大表示获得的

情感支持越多。经济收入越低的家庭越贫穷，社会脆弱性越大，经济承受力越差，应对灾害能力越低，灾后物质需求程度更大(Cutter, 2003)^[55]，因此可以用经济收入水平测量物质需求与 PTSD 之间的关系。根据当地灾民月收入水平划分为 5 个层次，1=1000 元及以下，2=1001-2000 元，3=2001-3000 元，4=3001-4000 元，5=4000 元以上，PTSD 自评表总分越高 PTSD 症状越明显。为

了描述经济收入、情感支持与 PTSD 之间的关系，用 SPSS19.0 分别对 306 位灾民按经济收入水平和情感支持度划分为 5 组，并分别得到各组的 PTSD 均值，然后画出经济收入水平与 PTSD 均值的散点图，如图 6 所示；社会网络与 PTSD 均值的散点图，如图 7 所示；社会支持与 PTSD 均值的散点图，如图 8 所示；社会信任水平与 PTSD 均值散点图，如图 9 所示。

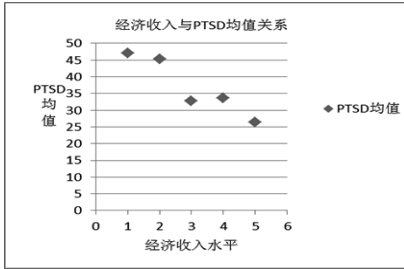


图 6. 经济收入水平与 PTSD 均值散点图.

Fig.6 Scatterplot of income level and the average of PTSD.

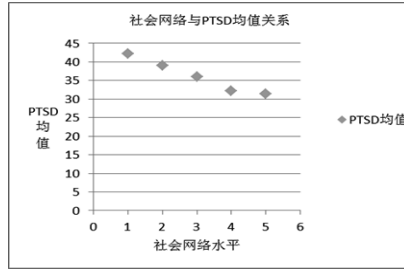


图 7. 社会网络与 PTSD 均值散点图.

Fig.7 Scatterplot of social network level and the average of PTSD.

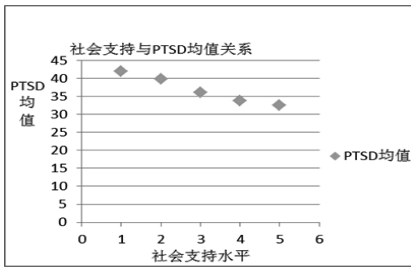


图 8 社会支持与 PTSD 均值散点图.

Fig.8 Scatterplot of social support level and the average of PTSD.

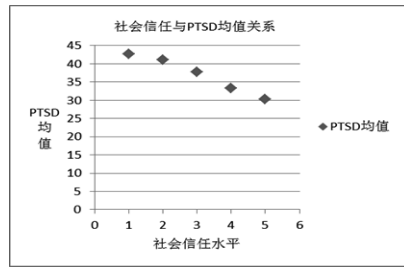


图 9 社会信任水平与 PTSD 均值散点图.

Fig.9 Scatterplot of social trust level and the average of PTSD.

由图 6 可知，随着月收入水平的增大 PTSD 均值逐渐减小，但当月收入达到 2000 元时，PTSD 均值突然减小，使得 PTSD 均值的变化呈现非线性关系。由图 7、图 8 和图 9 可知，社会网络、社会支持和社会信任等情感支持水平逐渐提高 PTSD 均值呈现逐渐变小趋势，但是情感支持水平与 PTSD 均值的变化呈现线性关系，不会产生突然跳跃现象。这可以说明将物质需求满足程度作为分裂因子，情感需求满足程度作为正则因子是基本符合实际情况的。这与马斯洛的需求层次理论也基本相符，人们的需要是分层次的，只

有满足了底层的需要才会关注更高层次的需要。自然灾害发生后，人们面临最大的威胁就是生存威胁，人们最关注的需要就是生理需要和安全需要。同时，人又具有社会属性，需要人与人之间的交流来满足情感需求，尤其是灾后心理创伤期。

5 灾民个体心理行为应对策略

自然灾害发生 2 至 3 个月，灾区开始慢慢恢复，受灾群众情绪相对比较稳定，有时会非常理性地积极投入灾后重建工作中，但是有时会突然变得不够理性，与他人产生一些冲突，甚至是

群体性事件，这除了与个人特质有关，更受人们当时需求因素的影响。灾民的心理创伤在需求因素的作用下以外在行为的方式表现出来。通过以确保灾民第一时间领取救援物资。通过以上分析可知物质需求满足程度决定了灾民心理行为是否会发生突变，当物质需求满足程度 $u > 0$ 时，灾民心理行为只会发生连续性变化，不会经过分歧集突变为恐慌型行为，但当 u 逐渐到0时，灾民心理行为曲线就会经过分歧集，心理状态行为会产生跳跃。所以，灾后要第一时间通过多种途径满足灾民的物质需求，尤其是对于低收入人群，减轻其关于物质方面的相对剥夺感，提高灾害应对能力和经济承受力。

(2) 建立持久的心理干预机制，提供健全的情感支持体系。灾后恢复期人们除了关心自己的衣食住行之外，有被关心、被关注的情感需求。自然灾害给灾民带来巨大的经济损失和精神创伤，往往缺乏重建的信心和勇气，这时就需要政府和社会各界人士提供一定的情感支持，帮助灾民恢复重建的信心，通过上述分析也可以看到当灾民的物质需求满足程度逐渐减低至0时，情感需求的微小变化会引起灾民完全不同的行为反应。因此，灾后恢复期也要高度重视灾民的情感需求，充分利用各种资源帮助灾民恢复社会人际关系网络。

6 结论

自然灾害恢复期灾民有时会表现出较高的理性程度，积极投入到灾后重建工作中，但有时会从冷静型行为突然变化为恐慌型行为，甚至产生冲突行为。针对这一问题，本文根据文献资料和灾区调研分析了灾民个体心理行为状态影响因素，运用突变理论构建了灾民个体心理行为突变模型，刻画了灾民个体心理行为状态演化的直观模型，探讨了灾民个体行为突变机理，并用实际调研数据对提出的模型进行了局部的验证。通过分析得到物质需求满足程度是灾民心理行为突变的决定性因子，情感需求满足程度是灾民心理行为突变的非决定性因子，但当物质需求满足程度较低到零时，情感需求的微小变化会使灾民产生截然不同的心理行为。因此，灾后要建立完善的救援物资分配体系，第一时间满足灾民的物质性需求，同时也不能忽略灾民的情感需求，需要政府部门建立持久的心理干预机制，为灾民提供健全的情感支持，防止灾民微小的情感变化引

上分析，可知这一时期要充分满足灾民的各种需求，但是满足的优先顺序和程度不同。

(1) 建立完善的救援物资分配运送体系，起的非理性行为。本文虽然分析了灾民个体心理行为的突变机制，但模型的验证具有局限性，需要考虑个人特质（如年龄、性别、文化程度等）、信息传播、政府心理干预、人口密度、社会结构、灾害类型等多种因素的相互作用对灾民心理行为的演化影响。同时，本文调研数据有限，未来仍需要大量的实证资料来进一步验证。

参考文献

- [1] 民政部. 2014年全国自然灾害基本情况
- [2] Cameron L, Shah M. Risk-taking behavior in the wake of natural disasters. National Bureau of Economic Research, 2013.
- [3] Kunimatsu M M, Marsee M A. Examining the presence of anxiety in aggressive individuals: The illuminating role of fight-or-flight mechanisms //Child & Youth Care Forum. Springer US, 2012, 41(3): 247-258.
- [4] 刘正奎, 吴坎坎, 王力. 我国灾害心理与行为研究. 心理科学进展, 2011, 19(8): 1091-1098.
- [5] Hu Z H, Sheu J B. Post-disaster debris reverse logistics management under psychological cost minimization. Transportation Research Part B: Methodological, 2013, 55: 118-141.
- [6] Rennemo S J, Rø K F, Hvattum L M, et al. A three-stage stochastic facility routing model for disaster response planning. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2014, 62: 116-135.
- [7] Xuanhua Xu, Chenguang Cai, et al. Research on Society Risk Evolution Mechanism and Counter Measures in Severe Emergency Infectious Disease — in the Case of H7N9 Avian Influenza. Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 2015, 5(1):54-65.
- [8] Chae J, Thom D, Jang Y, et al. Public behavior response analysis in disaster events utilizing visual analytics of microblog data. Computers & Graphics, 2014, 38: 51-60.
- [9] 范维澄. 国家突发公共事件应急管理科学问题的思考和建议. 中国科学基金, 2007, 21(2): 71-76.
- [10] Doherty T J, Clayton S. The psychological impacts of global climate change. American Psychologist, 2011, 66(4): 265.
- [11] Norris F H, Friedman M J, Watson P J, et al. 60,000 disaster victims speak: Part I. An empirical review of the empirical literature, 1981-2001. Psychiatry: Interpersonal and biological processes, 2002, 65(3): 207-239.
- [12] Kölves K, Kölves K E, De Leo D. Natural disasters and suicidal behaviours: A systematic literature review. Journal of Affective Disorders, 2013, 146(1):1-14.
- [13] Hu Z, Sheu J, Xiao L. Post-disaster evacuation and temporary resettlement considering panic and panic spread. Transportation Research Part B:

- Methodological, 2014,69:112-132.
- [14] Helbing D, Farkas I, Vicsek T. Simulating dynamical features of escape panic. *Nature*, 2000, 407(6803): 487-490.
- [15] 朱华桂. 突发事件中个体行为的科学决策. 科学对社会的影响, 2008(04):31-37.
- [16] Bonanno G A, Galea S, Bucciarelli A, et al. What predicts psychological resilience after disaster? The role of demographics, resources, and life stress. *Journal of consulting and clinical psychology*, 2007, 75(5): 671.
- [17] van der Linden S. The social-psychological determinants of climate change risk perceptions: Towards a comprehensive model. *Journal of Environmental Psychology*, 2015, 41:112-124.
- [18] Akerlof K, Maibach E W, Fitzgerald D, et al. Do people “personally experience” global warming, and if so how, and does it matter? *Global Environmental Change*, 2013, 23(1): 81-91.
- [19] Vallacher R R, Nowak A. The emergence of dynamical social psychology. *Psychological Inquiry*, 1997, 8(2): 73-99.
- [20] Thom R. *Stabilit e structurelle et Morphogenese*. New York: Benjamin.
- [21] 桑博德[英]. 凌复华译. 突变理论入门. 上海: 上海科学技术文献出版社, 1983.
- [22] Zeeman E C. *Catastrophe theory*. Springer Berlin Heidelberg, 1979.
- [23] Stewart I N, Peregoy P L. Catastrophe theory modeling in psychology. *Psychological bulletin*, 1983, 94(2): 336.
- [24] Van der Maas H L J, Kolstein R, Van Der Pligt J. Sudden transitions in attitudes. *Sociological Methods & Research*, 2003, 32(2): 125-152.
- [25] Scott D W. Catastrophe theory applications in clinical psychology: A review. *Current Psychology*, 1985, 4(1): 69-86.
- [26] Flay B R. Catastrophe theory in social psychology: Some applications to attitudes and social behavior. *Behavioral Science*, 1978, 23(4): 335-350.
- [27] 姜璐, 于连宇. 初等突变理论在社会科学中的应用. *系统工程理论与实践*, 2002, 10(130): 3-5.
- [28] 赵旭, 胡斌. 基于突变理论的企业员工反生产行为研究. *管理科学*, 2012, 25(4): 44-55.
- [29] 赵旭, 胡斌. 集成突变理论和演化博弈的企业员工冲突行为研究. *运筹与管理*, 2014, 23(4): 228-237.
- [30] 徐岩, 胡斌, 杨永清. 团队知识共享行为的随机突变模型及仿真. *运筹与管理*, 2013, 22(5): 240-249.
- [31] Hu B, Xia N. Cusp catastrophe model for sudden changes in a person’s behavior. *Information Sciences*, 2015, 294: 489-512.
- [32] Yiu K T W, Cheung S O. A catastrophe model of construction conflict behavior. *Building and environment*, 2006, 41(4): 438-447.
- [33] Chen D. Stochastic Cusp Catastrophe Model and its Sample Size Determination in Social Behavior Research//142nd APHA Annual Meeting and Exposition (November 15-November 19, 2014). APHA, 2014.
- [34] Castillo M, Carter M. Behavioral responses to natural disasters. Unpublished Manuscript, 2011.
- [35] 时堪. *灾难心理学*. 北京: 科学出版社, 2010: 16-50.
- [36] Vorst H C M. Evacuation models and disaster psychology. *Procedia Engineering*, 2010, 3: 15-21.
- [37] 朱华桂. 突发灾害情境下灾民恐慌行为及影响因素分析. *学海*, 2012 (5): 90-96.
- [38] 马德富. 论农民灾害心理及行为选择的有限理性及对策. *湖北社会科学*, 2010 (3): 76-78.
- [39] 孙多勇. 突发性社会公共危机事件下个体与群体行为决策研究. 长沙: 国防科技大学, 2005.
- [40] 马庆国, 王小毅. 非常规突发事件中影响当事人状态的要素分析与数理描述. *管理工程学报*, 2009, 23(3): 126-130.
- [41] Sheeran P, Harris P R, Epton T. Does heightening risk appraisals change people’s intentions and behavior? A meta-analysis of experimental studies. *Psychological bulletin*, 2014, 140(2): 511.
- [42] Milfont T L. The interplay between knowledge, perceived efficacy, and concern about global warming and climate change: a one - year longitudinal study. *Risk Analysis*, 2012, 32(6): 1003-1020.
- [43] Spence A, Poortinga W, Pidgeon N. The psychological distance of climate change. *Risk Analysis*, 2012, 32(6): 957-972.
- [44] Yanran Yang, Lina Jin, et al. Crisis Communication about Nuclear Accidents with Psychological Approaches. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2015, 5(3): 169-177.
- [45] 周三多, 陈传明, 鲁明泓. *管理学-原理与方法*. 上海: 复旦大学出版社, 2009, 69-80.
- [46] 董惠娟, 李小军, 杜满庆, 等. 地震灾害心理伤害的相关问题研究. *自然灾害学报*, 2007, 16(1): 153-158.
- [47] Psychological traumas. *Journal of Natural Disasters*, 2007, 16(1): 153-158. (in Chinese)
- [48] 姜丽萍, 姚岚, 王玉玲, 等. 桑美台风灾害对幸存者心理影响的定性研究. *中国心理卫生杂志*, 2008(12): 929-933.
- [49] 孙燕娜, 王玉海, 廖建辉. 救灾需求内涵模式及其指标体系与救助评估研究. *经济与管理研究*, 2010 (6): 85-94.
- [50] Index System and Aid Assessment. *Research on Economic and Management*, 2010 (6): 85-94. (in Chinese)
- [51] Dynes R R, Quarantelli E L, Kreps G A. A perspective on disaster planning. Ohio State Univ Columbus Disaster Research Center, 1972.
- [52] Naylor R, Courtney P. Exploring the social context of risk perception and behaviour: Farmers’ response to bovine tuberculosis. *Geoforum*, 2014, 57: 48-56.
- [53] Becker G, Aerts J, Huitema D. Influence of flood risk perception and other factors on risk - reducing behaviour: a survey of municipalities along the Rhine. *Journal of Flood Risk Management*, 2014, 7(1): 16-30.
- [54] 向莹君, 熊国玉, 董毅强, 等. 汶川地震灾区1960 名中学生创伤后应激障碍症状调查. *中国心理卫生杂志*, 2010 (1): 17-20.
- [55] Cutter S L, Boruff B J, Shirley W L. Social vulnerability to environmental hazards. *Social science quarterly*, 2003, 84(2): 242-261.