

doi:10.19920/j.cnki.jmsc.2023.06.009

# 地方灾情报送与上级信息核查的信号博弈模型<sup>①</sup>

赵宁, 刘德海\*

(东北财经大学公共管理学院, 大连 116025)

**摘要:** 灾情快速上报和精准核查是开展救灾工作的前提, 但由于上级政府在核查过程中受制于人员专业水平, 设备检测能力和核查限期等因素, 导致地方政府灾情报送信息失真. 假设上级政府对于自身核查能力具有私人信息, 将公布的核查策略作为信号, 灾区地方政府根据观察到的核查信号决定是否准确报送灾情, 建立了两级政府间灾情核查的多阶段信号博弈模型, 得出贝叶斯纳什均衡解. 研究表明: 地方政府的灾情报送行为受到预期成本、收益, 以及上级政府的核查能力等因素影响. 在一定信号成本范围内, 上级政府采取选择弱核查策略, 发布强核查信号的“释放高压强信号”策略可以在降低工作成本的同时迫使地方政府实报灾情. 在多阶段模型中, 当地方政府的贴现率较大时, 上级政府采取“先强后弱”的核查策略更有利于督促地方政府实报灾情.

**关键词:** 灾害救援; 信号博弈; 灾情报送; 信息核查

**中图分类号:** C930 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-9807(2023)06-0142-17

## 0 引言

近年来各类自然灾害以及生产安全事件频繁发生, 给人民群众的生命财产安全带来极大损害. 在启动重大突发事件应急响应过程中, 灾情核查工作事关政府救灾工作部署, 是一系列救灾决策制定的先决条件. 但是灾情核查时间紧迫, 这为个别地方政府官员提供了可乘之机. 一方面, 某些地方政府部门为掩盖防灾重视程度不够, 应急处置不到位等失职因素, 刻意对上级部门隐瞒灾情以逃避问责; 另一方面, 个别受机会主义影响较深的地方政府官员把救灾赈灾作为虚报捞金的良机, 夸大灾情以多要补偿. 一系列不实灾情

报送事件不仅延误了应急响应的快速启动, 更浪费了宝贵的政府救灾资金, 降低了公共资源使用效率. 一些地方政府官员的不实报送行为进一步加大了灾害的负面影响. 例如, 2016年辽宁省多地被曝刻意隐瞒洪水死亡人数, 极大地损害了地方政府的公信力<sup>②</sup>. 2020年山西晋中发生严重煤矿事故, 造成3人死亡, 直接经济损失889.7万元. 而事后矿方蓄意瞒报, 经媒体披露后真相才得以浮出水面<sup>③</sup>. 上级灾情核查部门在对灾害信息进行初步核实后, 要布置各项救灾, 赈灾工作, 并对相关责任人进行问责和查处<sup>④⑤</sup>. 但是, 除复杂的灾害机理等客观因素外, 核查工作还受到专业人

① 收稿日期: 2020-03-03; 修订日期: 2022-08-30.

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(72274030; 71874024; 72174155).

通讯作者: 刘德海(1974—), 辽宁辽阳人, 博士, 教授, 博士生导师. Email: Ldhai2001@163.com

② 辽宁岫岩被曝瞒报洪灾死亡人数: 通报8人实际有38人; [http://news.youth.cn/gn/201612/t20161213\\_8942174.htm](http://news.youth.cn/gn/201612/t20161213_8942174.htm).

③ 23人被追责! 山西通报一煤矿蓄意瞒报3人死亡事故处理结果; <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1683682102887739766&wfr=spider&for=pc>.

④ 浙江省民政厅转发民政部关于加强自然灾害灾情信息报送管理工作的通知; <https://www.lawxp.com/statute/s1480812.html>.

⑤ 天津市民政局关于加强突发自然灾害灾情信息管理工作的通知; [http://mz.tj.gov.cn/ZWCK5878/ZCFG9602/zcwj/202012/t20201211\\_4863307.html](http://mz.tj.gov.cn/ZWCK5878/ZCFG9602/zcwj/202012/t20201211_4863307.html).

员的实践经验和设备检测能力等因素限制,导致上级政府灾情核查过程中易受到地方政府灾情报送信息失真的误导.因此,对上级政府如何提高灾情核查效率的研究,对助力国家治理体系与治理能力现代化建设重要的理论意义和应用价值<sup>[1]</sup>.

突发事件的应急管理体系是一个开放的复杂巨系统<sup>[2]</sup>.上个世纪90年代冷战结束后,灾害管理问题在世界范围内得到了学术界日益广泛的关注<sup>[3,4]</sup>.现有研究集中在灾前预防储备<sup>[5]</sup>,救灾物资响应调度<sup>[6,7]</sup>,应急管理评价<sup>[8,9]</sup>,灾害演化规律<sup>[10,11]</sup>,以及灾害中的信息传递等问题上.灾害信息管理研究问题主要包括灾害信息系统间的协调<sup>[12]</sup>,灾害信息的披露对受灾民众心理情绪的影响<sup>[13]</sup>,以及灾情信息传播规律等方面<sup>[14]</sup>.在灾害信息传播过程中,灾情信息主要有三类传播方式:一是社会对社会的民间传播<sup>[15]</sup>,如社会媒体报道,社会团体的合法通报和民间交流等;二是政府部门对社会传播,如政府官方公布灾害的预警,控制及损失状况等<sup>[16]</sup>;最后就是政府内部的信息传播,主要体现在上下级政府部门灾情的报送和核查过程中.在逐级上报,逐级下达的自上而下灾害管理模式下,上级政府对地方的救灾赈灾工作进行部署和指导,需要以对灾情的充分了解为前提.而地方政府的瞒报/谎报行为不仅会贻误和干扰上级组织的正确决策,影响到救灾工作的物资部署和人力调度,还会令民众对政府的信誉和执政能力产生质疑.因此,灾情核查是救灾工作的重中之重.而在管理学界,对于灾情核查问题的研究仍然缺少关注.作为一类与人为致灾因素紧密相连的安全生产事件,现有研究对安全生产事故的预防和处理关注较多,主要体现在事前预防<sup>[17]</sup>,事后惩罚机制<sup>[18]</sup>,以及安全监管过程的研究<sup>[19,20]</sup>.而对于安全生产事件瞒报谎报的治理研究,则较多从法制机制视角出发<sup>[21,22]</sup>.2011年国家安监总局下发《生产经营单位瞒报/谎报事故行为查处办法》,首次对安全生产事故“瞒报”和“谎报”行为作出定义和相应的查处规定.类似地,将重大突发事件中地方政府隐瞒已经发生的事故的行为称为瞒报,将夸大灾情虚报经济损失的行为称为谎报.生产安全问题上涉事部门瞒报/谎报的动因主要是为了逃脱

责罚,而灾害报送管理中的动因更为复杂,不仅存在着瞒报以逃脱责罚的动机,也存在着谎报以套取钱物的动机.综上,现有研究对于灾情报送和核查问题尚未得到足够的关注.首先,灾害应急管理属于进入新世纪以来管理科学的新兴研究领域<sup>[3,4]</sup>;其次,西方发达国家基于社会力量和市场机制主导的灾害救援模式下,国外现有文献集中关注于社会组织捐赠和应急供应链等问题<sup>[3,4]</sup>.但是,“党委领导,政府主导,社会力量和市场机制广泛参与”是中国应急管理的政治优势和社会主义的制度优势<sup>[1]</sup>;最后,尽管地方政府不实灾情报送行为屡屡发生,但现有国内文献大多从法治或公共管理的角度进行研究<sup>[23]</sup>,尚未从管理科学角度研究上下级政府之间的灾情核查问题.据作者了解,从管理科学角度分析地方灾情报送与上级信息核查问题的研究较少.

信号博弈研究具有信息传递特征的不对称信息双方不完全信息动态博弈问题,广泛应用在供应链管理<sup>[24]</sup>,信贷融资等经济管理领域<sup>[25]</sup>,以及社会安全管理领域<sup>[26,27]</sup>.文献[26]通过建立反恐问题的信号博弈模型,分析了防御者在构筑防御设施和短期人力部署之间的策略选择与信号发送.文献[26]涉及的三种信号也是围绕这两种策略进行设计的,即真实信号(策略与信号一致),保密信号(信号仅反应部分策略)和欺骗信号(信号与策略相反),并且仅给出了数值解.本研究目的在于研究灾情核查问题中,上级政府在短期难以提高自身工作能力情况下释放高压强信号的有效性,考虑了上级政府释放高压强信号和一般核查信号两类信号模式.并且给出了单周期情况下的均衡条件和多周期情况下的边界解.另外,反恐问题属于敌我矛盾,故文献[26]是零和博弈.而灾情核查问题不能单纯地把地方政府因瞒报/谎报灾情所获得的额外收益视为上级政府的损失,故两级政府之间不构成零和博弈.本研究主要贡献有以下两点:首先,在应急处置黄金时间,由于上级政府受到派遣灾情核查专家的实践经验和核查时间等制约,一些地方政府灾情报送存在着瞒报谎报行为.考虑到上级政府对自身核查能力具有信息优势,构建以上级政府作为信号发送方的博弈模型,探讨了上级政府保证灾情准确核查的最佳策略,为更好的开展应急响应和

救灾减灾提供理论支撑. 其次, 因为突发安全事件的频发性和往复性, 所以灾情核查问题具有多阶段可重复性. 将上级政府核查能力的声誉效应引入多阶段灾情核查过程中, 针对灾害易发区的核查监管问题建立多阶段信号博弈模型, 分析了上级政府“释放高压强信号”策略和“先强后弱”策略等在考虑声誉效应的多阶段博弈中的决策效果, 验证单阶段最优决策在多周期灾害问题中的适用性.

## 1 基本假设与模型描述

根据浙江、天津等省市灾害管理部门关于灾情上报与审核的流程要求灾发后地方政府的灾情报送工作分为初报, 续报两个阶段. 在初报阶段, 地方政府需要将简要灾情报知上级政府, 上级政府依据初报信息成立相应的灾害救援专家指导组和灾情核查工作组, 并进一步明确地方政府关于灾情后续报送工作的要求. 在灾情续报工作中, 地方政府部门需按上级政府规定的时段, 频率将最新灾害信息如实上报, 具体包括灾害发生的时间, 地点, 影响范围, 灾害所导致的人员伤亡情况, 设施损毁情况, 以及救灾工作开展情况等. 上级政府除做好灾害救援工作的指挥部署, 安排人力物资调度等救援工作外, 还对地方政府续报的灾情信息进行调查核实. 对因没有如实上报灾害损失情况造成后果的地方政府, 上级政府将依法依规进行问责处罚. 由于灾情的详细报送任务是在灾害发生后的续报阶段完成, 故研究问题重点聚焦于灾情续报阶段.

### 1.1 基本假设

聚焦两级政府之间的灾情核查问题, 将对自身核查能力具有私人信息的上级政府核查部门作为信号发出者, 地方政府部门作为信号接收者根据所观察到上级部门发出的核查策略信号权衡是否如实报送灾. 做出如下假设:

第一, 灾害属地政府和上级政府构成的灾情

报送与审查系统. 根据《突发事件应对法》中强调的“属地管理, 分级负责”的应急管理体制原则<sup>⑥</sup>, 灾害属地政府承担了及时报送灾情信息

的责任, 上级政府具有监督核查的责任. 第二, 上级政府存在着高低两种外生给定的灾情核查能力. 尽管现实中政府部门可以通过体制改革或人员培训等手段提高灾情核查能力, 但核查能力短期内无法提升<sup>⑦</sup>·<sup>⑧</sup>. 尤其是特定领域的重大突发事件涉及到特殊的专业知识领域和高度不确定的环境, 核查专家组一线工作经验和专业判断能力至关重要, 短期内难以迅速培养.

第三, 两级政府官员都是风险中性的. 在灾害管理问题的研究中, 作为灾害管理主体的政府和非营利组织往往被设定为风险中性<sup>[27, 28]</sup>. 如果地方政府部门整体上设定为风险偏好的, 其将始终选择瞒报/谎报灾情. 鉴于现行的严格责罚机制, 该行为动机不够理性. 反之, 如果整体上是风险厌恶的, 其将始终如实上报灾情, 这与瞒报/谎报现象时有发生

的现实状况不符. 同理可知, 如果上级政府是风险偏好的, 其将忽视灾情核查工作. 如果上级政府是风险厌恶的, 其将始终选择采取强核查策略, 上级政府无法承受高昂的核查成本. 因此, 地方政府和上级政府的非风险中性问题均可视为风险中性下的退化场景. 第四, 上级政府为信息优势方, 对于自身核查能力具有私人信息. 根据各省市公布的灾情核查流程, 上级政府在灾情稳定后及时组织工作组赴灾害现场, 开展灾情核查工作, 工作组的核查能力在包括核查范围, 核查内容, 核查方法, 核查认定和核查时限等工作要求上存在着很大的差别. 地方政府根据上级政府以往的核查工作内容推断上级政府的核查能力并形成先验信念. 但是, 地方政府无法精准的获知核查工作组确切的核查能力.

第五, 上级政府作为信号发送者, 选择并发布强核查和弱核查两种灾情核查策略. 弱核查策

⑥ 法律出版社法规中心.《中华人民共和国突发事件应对法(注释本)》.北京市:法律出版社,2008.

⑦ 上海市人民政府关于提高我市自然灾害防治能力的意见: [https://www.shanghai.gov.cn/nw44142/20200824/0001-44142\\_65425.html](https://www.shanghai.gov.cn/nw44142/20200824/0001-44142_65425.html).

⑧ 河北:全面构建灾情管理新体制提升灾情报送能力: [https://www.mem.gov.cn/xw/gdyj/202012/t20201222\\_375608.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/gdyj/202012/t20201222_375608.shtml).

略是指上级政府按工作流程，选取调查地点实地查看，随机抽查，座谈反馈等，对上报灾情进行核查<sup>⑨</sup>。强核查策略是指上级政府按照上述工作流程的基础上，进一步派遣督察组赶赴现场作全方位调研，或付出高额成本采用大数据，无人机航空遥感等新兴技术<sup>⑩</sup>。

第六，地方政府存在瞒报灾情或谎报灾情两种可能的偏离行为。隐瞒灾情的瞒报行为是为躲避责罚。而夸大灾情的谎报行为是为了骗取更多的上级政府救灾赈灾款。因此，地方政府官员成功的瞒报/谎报灾情都将增加自身收益，但是与此同时需要付出相应的成本。

第七，灾害管理问题的目标函数是关注救灾效益最大化<sup>[28]</sup>。为了便于分析，采用救灾收益和成本的可加分离函数。具体来说，上级政府的目标函数是最小化灾情核查成本与可能发生的地方政府灾情瞒报/谎报损失，进而采取最优的灾情核查策略和信号发布策略。对于有瞒报/谎报倾向的地方政府部门，其收益函数是送策略以最大化自身收益<sup>[27]</sup>。

1.2 模型建立

根据上述基本假设，上级政府派遣的专家组或检测设备灾情核查能力属于自己是否如实上报灾情的二值函数，权衡灾情报送的私人信息。作为信号发送者，上级政府选择并发布某种灾情核查策略。显然，该核查信号可以被地方政府观察到，并决定灾情报送策略。图1展示了N阶段灾情核查的具体流程，其中虚线箭头表示两个阶段之间的连接关系。表1展示模型主要参数和变量。

设上级政府为信号发送者用下标I表示，上级政府依据灾情核查专家组的工作经验和专业判断能力等差异，具有高低两种核查能力。上级政府这两种核查能力类型用 $\theta$ 表示， $\theta \in \{\theta_1, \theta_2\}$ 。其中 $\theta_1$ 表示强核查能力政府， $\theta_2$ 表示弱核查能力政府。自然选择下上级政府是 $\theta_1$ 的概率为 $p_1$ ，上级

政府是 $\theta_2$ 的概率为 $(1 - p_1)$ 。地方政府为信号接收者用下标L表示。在第t阶段博弈中( $t = 1, \dots, N$ )，博弈参与人的决策流程如下所述。

表1 模型主要变量和参数

Table 1 Variables and parameters of the game model

变量	定义	参数	定义
$I_t(\theta)$	第 $\theta$ 种类型的上级政府第t期的核查策略。其中， $I_t(\theta) = 1$ ，强核查； $I_t(\theta) = 0$ ，弱核查	$v_L$	地方政府瞒报/谎报成功的收益
$s_t(\theta)$	第 $\theta$ 种类型的上级政府第t期公布核查信号	$m_L$	地方政府瞒报/谎报失败时受到的责罚
$L_t(s_t)$	地方政府观察到信号 $s_t$ 后采取灾情上报策略。其中， $L_t(s_t) = 1$ ，瞒报/谎报； $L_t(s_t) = 0$ ，实报	$p_t$	第t期地方政府对上级政府为强政府类型的信念(概率)， $0 \leq p_t \leq 1$
$G_t$	上级政府选取与公布核查策略的成本	$\beta_t$	上级政府的贴现系数 $0 \leq \beta_t \leq 1$
$G_L$	地方政府瞒报/谎报灾情的总成本	$\beta_L$	地方政府的贴现系数 $0 \leq \beta_L \leq 1$
$g_L$	地方政府瞒报/谎报灾情的粉饰成本	$c$	地方政府瞒报/谎报成功的概率 $0 \leq c \leq 1$
$t$	灾情核查的周期	$w_t$	地方政府瞒报/谎报的结果(1成功,0失败)
$e_t(\theta)$	第t期 $\theta$ 类型上级政府的总核查努力程度 $0 \leq e_t(\theta) \leq 1$	$u_t^I$	上级政府在第t期核查中的收益
$\alpha(\theta)$	第 $\theta$ 种类型上级政府的基础核查努力程度 $0 \leq \alpha(\theta) \leq 1$	$u_t^L$	地方政府在第t期核查中的收益
$V_I$	上级政府甄别失败时遭受救援延误，失去公信力和被骗取的救灾物资等损失	$U_I$	上级政府在历次核查中的总收益
$V_L$	地方政府瞒报/谎报的总收益	$U_L$	地方政府在历次核查中的总收益

注：表1中未做特殊说明的参数皆为大于0的连续正值。

⑨ 全力以赴，深入一线做好灾情核查工作：[http://www.zjhy.gov.cn/art/2019/8/16/art\\_1633711\\_41700059.html](http://www.zjhy.gov.cn/art/2019/8/16/art_1633711_41700059.html)。

⑩ 遵义将开启无人机查灾核灾新模式：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1643207098829787137&wfr=spider&for=pc>。

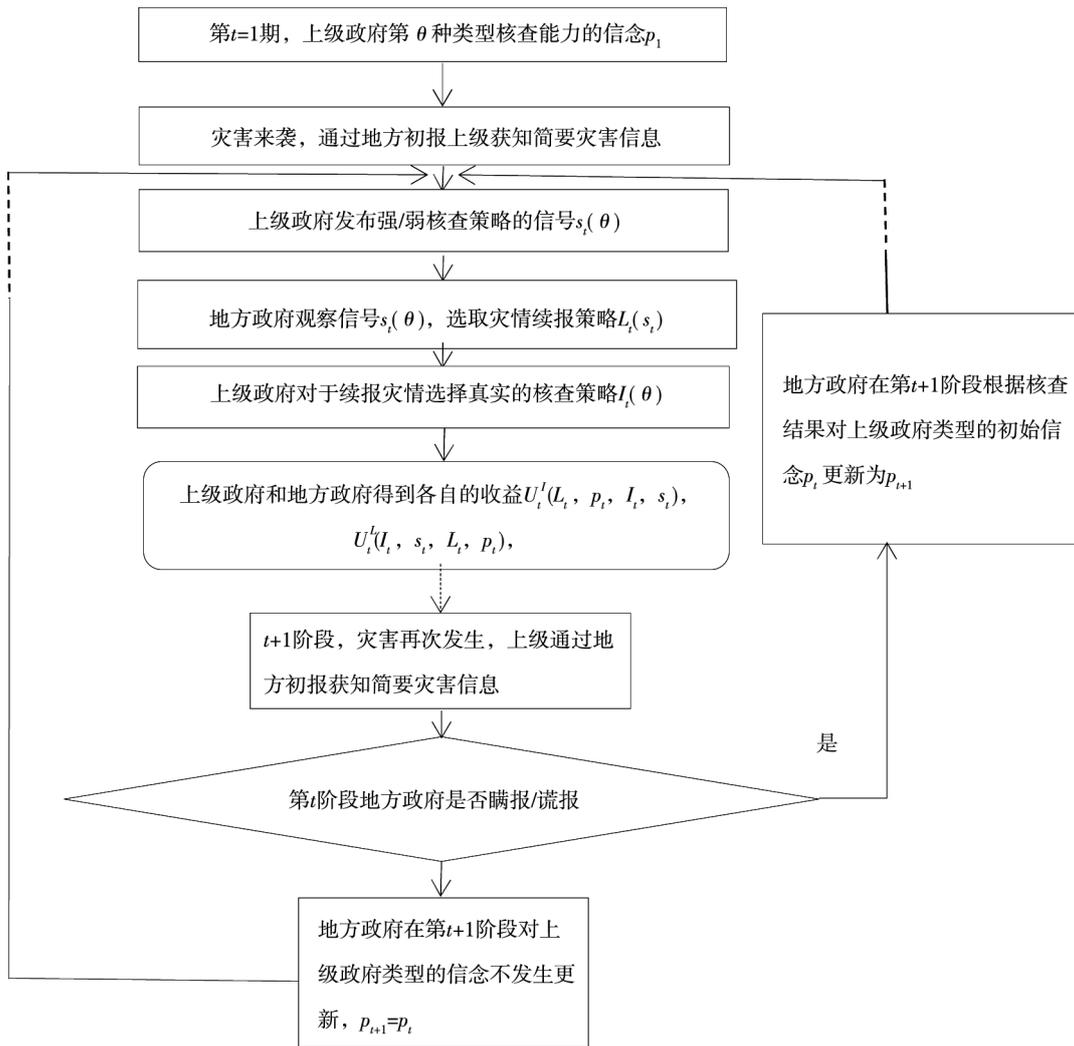


图1 两级政府灾情核查问题的N阶博弈流程图

Fig. 1 Sequence of actions for the N-period game on disaster verification of two-level government

首先, 灾情发生后, 核查能力类型为  $\theta_i$  的上级政府经初报获知灾情, 拟定灾情核查策略  $I_i(\theta) \in \{0, 1\}$  并且发送核查信号  $s_i(\theta)$ . 当采取强核查策略  $I_i(\theta) = 1$  时, 上级政府会加强对所上报灾情的核实力度, 可以有效地甄别瞒报/谎报的灾情, 但是在加强核查力度的同时, 上级政府需要付出额外的人力, 物力成本, 以及因强化核查流程所导致的额外救援决策延误的时间成本. 当采取弱核查策略  $I_i(\theta) = 0$  时, 上级政府按一般流程对上报的灾情进行核查. 虽然也有甄别虚假报送情况的能力, 但是检查效果较弱. 上级政府选取与公布核查策略的成本表示为  $g_i[I_i(\theta), s_i(\theta), \theta]$ , 即第  $\theta$  种类型上级政府选取核查策略  $I_i(\theta)$  和发布信号  $s_i(\theta)$  所需的总成本,

包括核查灾情策略所需的基本人力, 物力投入, 以及发送高信度的核查信号所需的额外成本, 例如通过采用数字化的灾情核查系统和无人机等新技术来表明将开展严格的核查工作. 虽然付出了额外的信号成本, 但是上级政府无法在短时间内提升自身的灾情核查能力.

如果上级政府对外公布的核查策略(即信号)与上级政府本身所选择的核查策略是一致的,  $s_i(\theta) = I_i(\theta)$ , 上级政府真实公布自己的核查策略. 如果上级政府对外公布的核查策略(即信号)与上级政府本身所选择的核查策略不一致,  $s_i(\theta) \neq I_i(\theta)$ , 如选择了弱核查策略, 却对外公布为强核查策略, 此时上级政府采取“释放高压强信号”策略, 公布的核查流程和要求要比

实际采用的更加严苛,对地方政府有一定的威慑作用.但是由于实际采取的核查策略对虚假事件识别率不高,若某一阶段地方政府瞒报/谎报成功,地方政府则会认为上级政府工作能力较弱的概率更大.

地方政府在观察到上级政府发布的核查策略  $s_t(\theta)$  后,在续报详细灾情的决策过程中选择是否瞒报/谎报的策略  $L_t(s_t)$ . 其中,  $L_t(s_t) \in \{0, 1\}$  为二元变量,  $L_t(s_t) = 0$  表示地方政府真实上报灾情,  $L_t(s_t) = 1$  表示地方政府瞒报或谎报灾情,包括隐瞒或夸大伤亡人数,房屋被毁数量和其它经济损失.  $g_L$  是地方政府掩盖灾情付出的额外成本,体现为地方政府瞒报/谎报灾情伪造受灾现场所付出的成本或是隐瞒灾情为平息舆论而支出的“封口费”等.因为当地方政府如实上报灾情时,不需要对客观事实做出额外的粉饰,所以假设当地方政府选择如实上报灾情时,其成本为0.

给定上述参数和变量的定义基础上,在第  $t$  阶段时上级政府的目标函数为

$$u_t^I[L_t(s_t), p_t(s_t); I_t(\theta), s_t(\theta)] = -G_t[I_t(\theta), s_t(\theta), \theta] - c[L_t(s_t), e_t(\theta)]V_t \quad (1)$$

式(1)右侧中,第一部分  $G_t[I_t(\theta), s_t(\theta), \theta]$  表示第  $t$  期  $\theta$  类型上级政府  $I$  选取核查策略  $I_t(\theta)$  与发布核查信号  $s_t(\theta)$  的成本.显然,选取强核查策略的执行成本高于弱核查策略的执行成本.另外,如果具有私人信息的上级政府无成本地发送核查信号,实验博弈的结果证明廉价交谈并不能保证沟通或协调的完全成功<sup>[29]</sup>.上级政府需要发送具有相应成本的核查信号<sup>[30]</sup>.因此,如果上级政府发送可信的“高压强信号”,那么需要付出相应的信号成本以表明该核查信号是可信的.第二部分  $c[L_t(s_t), e_t(\theta)]V_t$  表示在地方政府观察到核查信号  $s_t$  后采取瞒报/谎报灾情策略  $L_t(s_t)$ ,在上级政府核查努力程度  $e_t(\theta)$  下瞒报/谎报获得成功遭受的损失.其中,瞒报/谎报成功的概率为  $c_t(\theta) = c[L_t(s_t), e_t(\theta)]$ ;上级政府没有甄别出虚假报告时遭受的损失为  $V_t$ ,包括对灾情救援的延误,失去的社会公信力和被骗取的救灾物资等.地方政府瞒报/谎报成功的概率同时受到

地方政府和上级政府决策的影响.其中,地方政府的决策为是否瞒报/谎报的灾情上报策略,  $L_t(s_t) \in \{0, 1\}$ ,上级政府的决策为各种核查策略下  $I_t(\theta)$  对应的总核查努力程度  $e_t(\theta)$ ,  $e_t(\theta) \in [0, 1]$ .根据经常用于刻画冲突双方行动成功概率的竞争成功函数(contest success functions)<sup>[31]</sup>,地方政府瞒报/谎报成功概率的公式如下

$$c[L_t(s_t), e_t(\theta)] = \Pr\{w_i = 1 \mid L_t(s_t), e_t(\theta)\} = \frac{L_t(s_t)}{L_t(s_t) + e_t(\theta)} = \frac{1}{1 + e_t(\theta)} \quad (2)$$

其中上级政府的总核查努力程度  $e_t(\theta)$  根据具体的核查策略  $I_t(\theta)$  具体包括两个部分:一是上级政府采取弱核查策略  $I_t(\theta) = 0$  下的基础核查努力程度  $\alpha(\theta)$ ,即按一般流程对上报的灾情进行核查;二是上级政府采取强核查策略  $I_t(\theta) = 1$  下的升级核查努力程度  $k\alpha(\theta)$ ,即开展严格的核查工作,其是基础核查努力程度的  $k$  倍( $k > 1$ ).而且,强核查能力政府的基础核查努力程度显然大于弱核查能力政府的基础核查努力程度,即  $\alpha(\theta_1) > \alpha(\theta_2)$ .因此,上级政府在第  $t$  阶段的总核查努力程度表述如下

$$e_t(\theta) = \alpha(\theta)[1 - I_t(\theta)] + k\alpha(\theta)I_t(\theta) \quad (3)$$

在第  $t$  阶段时,地方政府的目标函数为

$$u_t^L[I_t(\theta), s_t(\theta); L_t(s_t), p_t(s_t)] = \max_{L_t(s_t)} \left\{ 0, \frac{c[L_t(s_t), e_t(\theta)]v_L - (1 - c[L_t(s_t), e_t(\theta)])m_L - g_L}{(1 - c[L_t(s_t), e_t(\theta)])} \right\} \quad (4)$$

式(4)中当地方政府选择如实上报灾情时收益为0.事实上,有些突发灾害不可避免,但如果地方部门防灾减灾措施得当并且如实上报,其本身不会受到责罚.因此,为了便于分析,将地方政府实报灾情的其它固定收益值进行平移处理,即地方政府部门决策选取的参考点设置为0,其仅仅影响各最优策略的参数区间范围的平移,结论并不发生根本变化.

值得注意的是,地方政府的目标函数同时包含了谎报和瞒报两种行为.一方面,对于谎报成功夸大灾情的情况,该收益表现为骗取的救灾物资和钱款等,  $v_L > 0$ ,其期望收益为  $c[L_t(s_t), e_t(\theta)]v_L$ .另一方面,对于瞒报灾情的情况,地方政府防灾救灾工作不力需要承担的责罚  $v_L' < 0$ ,此时期望收益表现为逃脱或减少该责罚,即

-  $c[L_t(s_t), e_t(\theta)]v'_L$ . 由于  $v'_L < 0$ , 所以  $-c[L_t(s_t), e_t(\theta)]v'_L = c[L_t(s_t), e_t(\theta)](-v'_L) > 0$ . 令  $v_L = -v'_L$  表示地方政府逃脱责罚所获得的收益. 因此, 隐瞒灾情下期望收益的表示形式可以转化为夸大灾情下期望收益的表示形式.

另外, 地方政府的收益函数仅取决于两个主要因素, 即瞒报/谎报成功的概率和固定成本. 其中,  $v_L$  表示地方政府瞒报/谎报行为成功后获益, 包括骗取的救灾补助或逃脱救灾不力的行政问责. 地方部门瞒报/谎报灾情的粉饰成本为  $g_L$ , 包括地方政府谎报夸大灾情而伪造受灾现场的成本或隐瞒灾情为平息舆论而向民众支付的“封口费”等. 另外, 如果地方政府的瞒报/谎报行为被上级政府发现, 地方政府将因瞒报/谎报灾情行为而受到党纪或行政处罚记为  $m_L$ , 此时地方政府的期望收益表示为  $(1 - c[L_t(s_t), e_t(\theta)])m_L$ . 令  $V_L = v_L + m_L$  表示瞒报/谎报灾情成功时的总收益(包括谎报的获益  $v_L$  和逃脱的责罚  $m_L$ ),  $G_L = g_L + m_L$  表示瞒报/谎报灾情的总成本(包括固有的粉饰成本  $g_L$  和瞒报/谎报失败后受到的责罚  $m_L$ ). 整理后, 可得地方政府的目标函数

$$u_t^L[I_t(\theta), s_t(\theta); L_t(s_t), p_t(s_t)] = \max_{\{L_t, s_t\}} \{0, c[L_t(s_t), e_t(\theta)]V_L - G_L\} \quad (5)$$

考虑两级政府间  $t = n$  的多阶段重复博弈过程, 如果地方选择了瞒报/谎报灾情, 那么在每一期博弈的末尾阶段, 地方政府会根据第  $t$  期上级政府的核查结果(记  $w_t = 1$  为瞒报/谎报成功,  $w_t = 0$  为失败), 更新第  $t + 1$  期对上级政府属于强核查能力类型的信念, 由  $p_t$  更新为  $p_{t+1}$ <sup>①</sup>. 若瞒报/谎报成功, 对“上级政府属于弱政府”的信念加大. 若失败, 对“上级政府属于强政府”的信念加大. 若如实上报, 则初始信念不改变. 然后博弈进入到下一个阶段. 其中, 当地方政府瞒报/谎报成功  $w_t = 1$  时, 其对于上级政府为强政府  $\theta_1$  的信念  $p_t$  下地方政府瞒报/谎报成功的条件概率为  $p_t c[L_t(s_t, \theta_1), e_t(\theta_1)]$ , 简写为  $p_t c_t(\theta_1)$ ; 其对于上级政府为弱政府  $\theta_2$  的信念  $(1 - p_t)$  下地方政府瞒报/谎报成功的条件概率为  $(1 - p_t)c[L_t(s_t, \theta_2),$

$e_t(\theta_2)]$ , 简写为  $(1 - p_t)c_t(\theta_2)$ . 类似地, 可以得出地方政府瞒报/谎报失败  $w_t = 0$  时的条件概率. 根据贝叶斯定理, 可以得出式(6)所示的信念更新过程

$$p_{t+1}(w_t, p_t) = \begin{cases} \frac{p_t c_t(\theta_1)}{p_t c_t(\theta_1) + (1 - p_t)c_t(\theta_2)}, & w_t = 1 \\ \frac{p_t \{1 - c_t(\theta_1)\}}{p_t \{1 - c_t(\theta_1)\} + (1 - p_t)\{1 - c_t(\theta_2)\}}, & w_t = 0 \end{cases} \quad (6)$$

其中上级政府类型未知时, 定义地方政府瞒报/谎报灾情成功的全概率为  $\Pr\{w_t = 1\}$ , 式(7)为其计算公式

$$\begin{aligned} \Pr\{w_t = 1\} &= \Pr\{w_t = 1 \mid \theta_1\} p_t + \\ &\Pr\{w_t = 1 \mid \theta_2\} (1 - p_t) \\ &= c_t(\theta_1)p_t + c_t(\theta_2)(1 - p_t) \end{aligned} \quad (7)$$

定义  $U_t[L(s), p(s); I(\theta), s(\theta)]$  和  $U_L[I(\theta), s(\theta); L(s), p(s)]$  分别是上级政府和地方政府的最大化目标值, 则各期的折现目标值相加, 可以得到  $N$  阶段重复博弈的上级政府和地方政府目标值为

$$U_t[L(s), p(s); I(\theta), s(\theta)] = \sum_{i=1}^N \beta_t^{i-1} u_t^L[L_t(s_i), p_t(s_i); I_t(\theta), s_t(\theta)] \quad (8)$$

$$U_L[I(\theta), s(\theta); L(s), p(s)] = \sum_{i=1}^N \beta_L^{i-1} \sum_{\theta=\theta_1, \theta_2} u_t^L[I_t(\theta), s_t(\theta); L_t(s_i), p_t(s_i)] p_t(s_i) \quad (9)$$

其中  $\beta_t$  和  $\beta_L$  分别为地方政府和上级政府的贴现系数; 地方政府认为上级政府属于第  $\theta$  类型的信念(概率)为  $p_t(s_t)$ .

### 1.3 信号博弈的均衡解

设定  $\theta \in \{\theta_1, \theta_2\}$  为状态变量,  $p \equiv \{p_1, \dots, p_N\}$  为信念集合,  $s \equiv \{s_1, \dots, s_N\}$  为信号集合,  $L_t(s_t) \equiv \{L_t(s_1), \dots, L_t(s_N)\}$  和  $I_t(\theta) \equiv \{I_1(\theta), \dots, I_N(\theta)\}$  为决策变量集合. 在博弈开始阶段  $t = 1$  自然选择下关于上级政府类型的先验概率  $p_1$  是共同知识, 后续阶段  $2 \leq t \leq N$  根据先

① 值得注意的是, 虽然上级政府采取强(弱)核查行动的信息可以被地方政府事后观察到, 但是上级政府核查能力的强弱类型却属于不完全信息. 因此, 地方政府仅能根据核查结果推断上级政府真实类型的信念.

验概率观察到核查结果后形成后验信念  $p_2, \dots, p_N$ .

根据不完全信息动态博弈的精炼贝叶斯纳什均衡的定义，均衡解受到地方政府和上级政府的最优策略和地方政府对于上级政府灾情信息核查类型的信念  $p^*$  的影响. 针对灾情核查问题，对均衡解需满足的条件做出如下定义.

**定义 1** 当满足以下两个条件时， $\{L^*(s^*), p^*(s^*), I^*(\theta), s^*(\theta)\}$  记为该问题的精炼贝叶斯纳什均衡解

1) 给定类型为  $\theta$  的上级政府采取任一核查策略  $\bar{I}$  并发布强/弱核查信号  $\bar{s}(\theta)$ ，地方政府选择最优的报送策略  $L^*(\bar{s})$  并更新对上级政府的信念类型  $p^*(\bar{s})$ ，最大化自己的期望目标值

$$L^*(\bar{s}) \in \arg \max_{\{L(\bar{s}), p(\bar{s})\}} U_L[\bar{I}(\theta_1), \bar{I}(\theta_2), \bar{s}(\theta); L(\bar{s}), p(\bar{s})] \quad (10)$$

2) 给定地方政府更新对于上级政府的后验信念  $p^*(s)$  和最优报送策略  $L^*(s)$  后，上级政府选取最大化己方期望目标值的核查策略  $I^*(\theta)$  并发布最优的核查信号  $s^*(\theta)$

$$I^*(\theta), s^*(\theta) \in \arg \max_{\{I(\theta), s(\theta)\}} U_I[L^*(s), p^*(s), I(\theta), s(\theta)] \quad (11)$$

联立式(10)和式(11)可以保证两级政府部门灾情核查博弈处于精炼贝叶斯纳什均衡状态时，单方策略偏离无法获得更大的收益，均衡达到稳定状态.

## 2 两级政府灾情核查问题博弈分析

### 2.1 单周期博弈分析

重大自然灾害发生频率较低的地区，灾情核查工作的频率更低. 进一步考虑到地方任职人员的职位调动，任职人员在做出决策时，不会考虑到当前决策结果对未来的影响，这类地区的政府决策受到灾情核查往复性的影响很小，本节采用单阶段的信号博弈模型来分析此类现象. 在单阶段博弈过程中，上级政府有四种策略组合，地方政府也有四种策略组合，如表 2 所示.

表 2 上下级政府灾情报送和核查的策略组合

Table 2 Strategy combination of disaster report and verification of two-level government

上级政府的灾情核查和信号发布策略组合	地方政府的灾情报送策略组合
$I(\theta) = 1, s(\theta) = 0$	$L(0) = 1, L(1) = 1$
$I(\theta) = 1, s(\theta) = 1$	$L(0) = 0, L(1) = 1$
$I(\theta) = 0, s(\theta) = 0$	$L(0) = 1, L(1) = 0$
$I(\theta) = 0, s(\theta) = 1$	$L(0) = 0, L(1) = 0$

在两阶段博弈中，政府共有 16 种策略组合，但是对于上级政府来说，第一种策略，即选取强核查策略却公布弱核查策略的信号，这种钓鱼执法的核查行为下地方政府是无罪免责. 而对于地方政府来说第二种策略，即观察到强核查策略时瞒报/谎报灾情，观察到弱核查策略却如实灾情，此策略显然不符合理性行为，这两种情况没有实际管理意义，表 2 中不予讨论.

首先，分析地方政府的报送策略选择，根据式(4)地方政府瞒报/谎报灾情的期望收益，地方政府瞒报/谎报灾情的收益与其对上级政府为强政府类型的信念  $p_i$  和瞒报/谎报行为的成本收益有关. 令地方政府瞒报/谎报与实报的收益相等，即  $u_i^L = 0$ ，求得地方政府瞒报/谎报时对于上级政府为强政府类型的临界概率值  $p_i^*$  为

$$p_i^* = \frac{1 + e_i(\theta_1)}{e_i(\theta_1) - e_i(\theta_2)} \left[ 1 - \frac{G_L}{V_L}(1 + e_i(\theta_2)) \right] \quad (12)$$

分析地方政府瞒报/谎报灾情的成立条件，即  $u_i^L > 0$ . 由于强上级政府的核查努力程度一定高于弱上级政府的核查努力程度，所以  $e_i(\theta_1) - e_i(\theta_2) > 0$ ， $\frac{\partial u_i^L}{\partial p_i} = \frac{e_i(\theta_2) - e_i(\theta_1)}{[1 + e_i(\theta_1)][1 + e_i(\theta_2)]} V_L < 0$ .

第一种情境：若当  $\frac{V_L}{G_L} < 1 + e_i(\theta_2)$ ，此时上级政府为弱政府类型下地方政府瞒报/谎报灾情的临界条件  $p_i^* < 0$ ，即瞒报/谎报收益为负，将如实上报灾情. 根据  $\partial u_i^L / \partial p_i < 0$  条件，上级政府为强政府类型时瞒报/谎报收益进一步降低，显然更不会瞒报/谎报. 因此，不论上级政府采取何种策略，地方政府都不会选择瞒报/谎报灾情.

第二种情境: 若当  $\frac{V_L}{G_L} > 1 + e_i(\theta_1)$ , 此时上级政府为强政府类型下地方政府瞒报/谎报灾情的临界条件  $p_i^* < 1$ , 即瞒报/谎报灾情收益为正,  $u^L > 0$ . 同理, 根据  $\partial u_i^L / \partial p_i < 0$  条件, 上级政府为弱政府类型时瞒报/谎报收益进一步提高. 因此, 不论上级政府采取何种策略, 地方政府都不会如实上报灾情.

第三种情境: 当  $[1 + e_i(\theta_2)] < \frac{V_L}{G_L} < [1 + e_i(\theta_1)]$ , 此时地方政府是否如实上报灾情取决于对于上级政府属于强政府的信念大小. 当  $p_i > p_i^* = \frac{1 + e_i(\theta_1)}{e_i(\theta_1) - e_i(\theta_2)} \left[ 1 - \frac{G_L}{V_L}(1 + e_i(\theta_2)) \right]$  时, 地方政府会如实上报灾情.

**结论 1** 地方政府是否如实上报灾情受上级政府的核查努力程度  $e_i(\theta)$ , 地方政府对上级政府类型的信念  $p$  和地方政府瞒报/谎报行为的收益与成本的比值三方面因素影响. 其中, 当弱上级政府的核查努力程度足够高时,  $\frac{V_L}{G_L} < 1 + e_i(\theta_2)$ , 地方政府无论如何都会实报灾情. 当强上级政府核查努力程度比较低时,  $\frac{V_L}{G_L} > 1 + e_i(\theta_1)$ , 瞒报/谎报灾情总是成为地方政府的最优策略.

其次, 分析上级政府的决策. 对于灾情发生频率比较低的地区, 由于灾情核查往复性对于两级政府的决策影响很小, 也就是说上级政府会忽略灾情核查结果对于后续灾情核查的影响. 在这种情况下对于上级政府, 采取选择“释放高压强信号”, 即实际上选择弱核查策略而发布强核查信号的方法, 是一种更为理性的选择的临界条件. 假设上级政府为了避免地方政府瞒报/谎报灾情, 采取谨慎的态度预估灾情核查结果, 在对结果进行预估时考虑地方政府没有如实上报灾情的最坏情况, 即  $L_i(s_i) = 1$ .

根据式 1 ~ 式 3, 上级政府选取弱核查策略, 却公布强核查信号的“释放高压强信号”策略的期望收益为

$$u_i^L[L_i(s_i), p_i(s_i); I_i(\theta) = 0, s_i(\theta) = 1] = -G_i[I_i(\theta) = 0, s_i(\theta) = 1, \theta] - \frac{V_i}{1 + \alpha(\theta)} \quad (13)$$

作为对比, 上级政府公布强核查信号, 同时选取强核查并“说到做到”策略的期望收益为

$$u_i^L[L_i(s_i), p_i(s_i); I_i(\theta) = 1, s_i(\theta) = 1] = -G_i[I_i(\theta) = 1, s_i(\theta) = 1, \theta] - \frac{V_i}{1 + k\alpha(\theta)} \quad (14)$$

分析式(13)和式(14), 当政府采取“说到做到”策略与“释放高压强信号”策略相比所需付出的额外成本较高, 即满足  $G_i[1, 1, \theta] - G_i[0, 1, \theta] > \frac{(k - 1)\alpha(\theta)V_i}{[1 + k\alpha(\theta)][1 + \alpha(\theta)]}$  时, 相比于如实公开强核查策略, 上级政府采取 {弱核查策略, 发布强核查信号} 这种释放高压强信号策略, 将成为其占优策略组合.

**结论 2** 当上级政府采取“说到做到”强核查策略的成本较大, 采取“释放高压强信号”策略 {弱核查策略, 发布强核查信号} 的成本较小, 同时没有甄别出瞒报/谎报灾情案件时遭受的损失较小时, 上级政府更加偏好采取“释放高压强信号”策略.

### 2.2 多阶段信号博弈分析

对于自然灾害频发的地区, 如经常受到水患困扰的沿海低洼平原地区, 地质构造复杂地震灾害频发的山区, 灾情核查的往复性使得每一阶段的核查结果会影响下一阶段地方政府的决策. 在这种背景下, 上级政府最佳效果是在制定灾情核查策略时直接打消地方政府的不良动机, 做到防患于未然. 本节将主要探究强弱两种核查策略可以迫使地方政府如实上报灾情的临界条件, 以及政府“释放高压强信号”策略适用的临界条件. 所建立的重复信号博弈模型中, 由于地方政府在每个阶段后都会根据本阶段的博弈结果更新对上级政府类型的信念, 信念的逐步更新导致模型的计算量随博弈阶段数的增加呈指数形式增长, 难以计算出解析解. 为便于计算, 本节考虑  $t = n$  和  $t = n + 1$  两阶段情况进行分析, 如若任意两期内都可以迫使地方政府放弃瞒报/谎报行为, 说明地方政府的信念认为上级政府信息甄别能力很强. 因此, 本模型的两阶段基本结论推广到多阶段仍然生效, 简化分析方法并不影响结论的适用性.

考虑上级政府的两种特殊情况：

1) 两种类型上级政府的核查能力相同，即他们采取相同的核查策略时将产生一致的核查结果。此时，地方政府对上级政府的信念（即属于不同核查能力类型的上级政府）失去作用。

2) 两种类型上级政府的核查能力相差较大，在地方政府的信念中对于弱能力的上级政府几乎无法甄别其瞒报/谎报行为，而强上级政府总可以甄别瞒报/谎报行为。

地方政府两阶段都采取瞒报/谎报策略，根据  $N$  阶段重复博弈的目标函数式(8)，可以得出二阶段下其期望目标为

$$U_L[I(\theta), s(\theta); L(s), p(s)] = \sum_{i=n}^{n+1} \beta_L^{i-n} \sum_{\theta=\theta_1, \theta_2} u_i^L[I_i(\theta), s_i(\theta); L_i(s_i), p_i(s_i)] p_i(s_i) \quad (15)$$

考虑第一种特殊情况：两类政府具有相同的核查能力，那么高核查能力  $\theta_1$  和低核查能力  $\theta_2$  政府的基础核查努力程度将相同，即  $\alpha(\theta_1) = \alpha(\theta_2)$ 。此时，地方政府对上级政府类型的固定信念不再影响其决策，地方政府目标函数退化为

$$U_L[I(\theta), s(\theta); L(s)] = \sum_{i=n}^{n+1} \beta_L^{i-n} \sum_{\theta=\theta_1, \theta_2} u_i^L[I_i(\theta), s_i(\theta); L_i(s_i)] \quad (16)$$

将地方政府的期望目标函数式(5)，地方政府瞒报/谎报成功的条件概率式(3)和上级政府核查能力式(2)代入上式，可以计算出上级政府采取强核查策略接连两阶段内迫使地方政府如实上报的临界条件为  $\alpha(\theta) > \frac{V_L - G_L}{kG_L}$ 。相应的，上级政府采取弱核查策略接连两阶段内迫使地方政府放弃瞒报/谎报行为的临界条件为  $\alpha(\theta) > \frac{V_L - G_L}{G_L}$ 。这里出现了一种上级政府采取“释放高压强信号”策略的有趣结果。当上级政府的基础核查努力程度处于特定范围之内时，即满足  $\frac{V_L - G_L}{kG_L} \leq \alpha(\theta) \leq \frac{V_L - G_L}{G_L}$ ，上级政府可以选择 {发布强核查信号，采取弱核查策略} 的释放高压强信号策略。根据图1示意图可知，地方政府仅仅能观察到上级政府发送的强核查信号，并据此决定如实续报灾情。因此，上级政府采取这种释

放高压强信号的策略，可以督促地方政府如实上报灾情又可以节约核查成本。值得注意的是，在多阶段重复博弈模型中，没有进一步考虑地方政府发现上级政府实际上采取释放高压强信号策略后具有的学习能力，或上级政府采取释放高压强信号策略对于下一周期收益的声誉效应。

**结论3** 当不同类型上级政府具有相同的灾情核查能力时，上级政府的基础核查努力程度处于特定的区间范围  $\frac{V_L - G_L}{kG_L} \leq \alpha(\theta) \leq \frac{V_L - G_L}{G_L}$  时，上级政府可以使用 {弱核查策略，发布强核查信号} 的“释放高压强信号”策略，迫使地方政府如实上报灾情。

进一步考虑上级政府在两阶段分别采取“先强后弱”的核查策略，或者“先弱后强”的核查策略，哪一个策略更有利于抑制地方政府的瞒报/谎报行为？当上级政府采取“先弱后强”的核查策略时，地方政府两阶段均采取瞒报/谎报灾情的目标函数是  $U_L[I(\theta) = \{0, 1\}] = -G_L(1 + \beta_L) + V_L \left( \frac{1}{1 + \alpha(\theta)} + \frac{\beta_L}{1 + k\alpha(\theta)} \right) > 0$ ，当上级政府采取“先强后弱”的虚张声势核查策略时，地方政府的目标函数是  $U_L[I(\theta) = \{1, 0\}] = -G_L(1 + \beta_L) + V_L \left( \frac{1}{1 + k\alpha(\theta)} + \frac{\beta_L}{1 + \alpha(\theta)} \right) > 0$ 。比较两个目标函数，可得两者差值为  $U_L[I(\theta) = \{1, 0\}] - U_L[I(\theta) = \{0, 1\}] = \frac{(k-1)\alpha(\theta)V_L}{(1+\alpha(\theta))(1+k\alpha(\theta))} (1 - \beta_L)$ 。同时，在“先强后弱”核查策略下瞒报/谎报需要贴现率满足  $\left( G_L - \frac{V_L}{1+k\alpha(\theta)} \right) / \left( \frac{V_L}{1+\alpha(\theta)} - G_L \right) < \beta_L \leq 1$ 。此时，上级政府采取“先强后弱”的核查策略相对于“先弱后强”核查策略，更有利于降低地方政府瞒报/谎报的总收益。随着未来收益贴现率  $\beta_L$  的增大，两个策略的差异逐渐缩小。

**结论4** 当地方政府的收益贴现率满足条件  $\left( G_L - \frac{V_L}{1+k\alpha(\theta)} \right) / \left( \frac{V_L}{1+\alpha(\theta)} - G_L \right) < \beta_L \leq 1$  时，上级政府采取“先强后弱”的核查策略相对于“先弱后强”核查策略，更有利于降低地方政府瞒报/谎报的总收益；当收益贴现率较小  $0 \leq \beta_L <$

$\left(G_L - \frac{V_L}{1 + k\alpha(\theta)}\right) / \left(\frac{V_L}{1 + \alpha(\theta)} - G_L\right)$  且  $\frac{V_L - G_L}{kG_L} \leq \alpha(\theta) \leq \frac{V_L - G_L}{G_L}$  时, 无论上级政府采取“先强后弱”还是“先弱后强”策略, 地方政府均如实上报灾情.

考虑第二种特殊情况: 两类政府的核查能力相差十分悬殊. 作为双方的共同知识, 此时弱上级政府由于核查能力限制无法甄别瞒报/谎报现象  $c[1, e_i(\theta_2)] = 1$ , 而强上级政府可以精准甄别瞒报/谎报现象  $c[1, e_i(\theta_1)] = 0$ . 但是, 对于地方政府来说并不能确切知晓上级政府属于强弱哪种类型. 首先, 如果两种核查能力悬殊的上级政府之间不存在着相互模仿, 即处于分离均衡. 此时, 地方政府瞒报/谎报成功的概率等于其对上级政府是弱政府的信念. 分析式(9)可得, 在面对强上级政府时, 地方政府将如实上报灾情, 收益为 0; 在面对弱上级政府时, 地方政府采取瞒报/谎报的策略将获得成功, 其目标函数为  $u_i^L[I_i(\theta), s_i(\theta); L_i(s_i), p_i(s_i)] = \max_{\{L_i, s_i\}} \{0, V_L - G_L\}$ . 因此, 仅当满足条件  $V_L > G_L$  时, 对于核查能力很低的弱上级政府, 地方政府采取瞒报/谎报策略.

**结论 5** 当不同类型的上级政府核查能力差异较大处于分离均衡时, 面对弱上级政府, 地方政府瞒报/谎报灾情的收益和成本满足条件  $V_L > G_L$  时, 地方政府瞒报/谎报灾情. 否则, 均如实上报.

其次, 如果两种类型上级政府之间存在着相互伪装的“说谎话”行为, 并且一旦被地方政府识别出来后无法继续伪装. 此时, 在第一阶段, 地方政府以先验概率  $p_i(s_i(\theta))$  判断上级政府类型, 若一阶段瞒报/谎报成功, 则进入第二阶段时  $p_{i+1}(s_i(\theta_1)) = 0$ , 若一阶段瞒报/谎报失败, 则进入第二阶段时  $p_{i+1}(s_i(\theta_1)) = 1$ . 由式(8)可得地方政府第一阶段瞒报/谎报收益

$$u_i^L[I_i(\theta), s_i(\theta); L_i(s_i), p_i(s_i)] = p_i(s_i(\theta_1))(-g_L) + p_i(s_i(\theta_2))(-G_L + V_L) \quad (17)$$

若上级政府为强政府, 则地方政府第一阶段瞒报/谎报必然被发现, 第二阶段继续瞒报/谎报收益

$$u_{i+1}^L[I_{i+1}(\theta), s_{i+1}(\theta); L_{i+1}(s_{i+1}), p_{i+1}(s_{i+1})] =$$

$$\beta_L \times (-G_L) \quad (18)$$

式(18)结果显然为负值, 地方政府在第二阶段会放弃瞒报/谎报行为, 得到如实报送灾情的收益 0, 此时地方政府两阶段瞒报/谎报的总收益

$$U_L[I_i(\theta), s_i(\theta); L_i(s_i), p_i(s_i)] = (1 - p_i(s_i(\theta_1)))(V_L - G_L) - p_i(s_i(\theta_1))g_L \quad (19)$$

分析式(19), 对强上级政府来说, 迫使地方政府放弃瞒报/谎报行为的临界条件是

$$p_i(s_i(\theta_1)) > (V_L - G_L)/V_L \quad (20)$$

若上级政府为弱政府, 则地方政府第一阶段瞒报/谎报不会被发现, 第二阶段继续瞒报/谎报收益

$$u_{i+1}^L[I_{i+1}(\theta), s_{i+1}(\theta); L_{i+1}(s_{i+1}), p_{i+1}(s_{i+1})] = \beta_L \times (-G_L + V_L) \quad (21)$$

在此情况下, 地方政府在第二阶段会继续瞒报/谎报, 得到瞒报/谎报送灾情的收益  $\beta_L \times (-G_L + V_L)$ , 此时地方政府两阶段的总收益

$$U_L[I_i(\theta), s_i(\theta); L_i(s_i), p_i(s_i)] = p_i(s_i(\theta_1))(-g_L) + (1 - p_i(s_i(\theta_1))) \times (-G_L + V_L) + \beta_L \times (-G_L + V_L) \quad (22)$$

分析式(22), 对弱上级政府来说, 迫使地方政府放弃瞒报/谎报行为的临界条件是

$$p_i(s_i(\theta_1)) > \frac{V_L - G_L}{V_L}(1 + \beta_L) \quad (23)$$

分析式(22)与式(23), 对于两类上级政府部门来说, 迫使地方政府在第一阶段放弃瞒报/谎报的临界条件不同, 对于弱政府来说, 其需要营造更好的政府形象. 但是, 由于地方政府只有在观察到瞒报/谎报核查结果后, 才会识别所面对上级政府的具体类型, 地方政府在行动之初, 并不能准确识别所面对上级政府类型. 所以, 对地方政府来说其是否在起始阶段瞒报/谎报的临界条件

$$p_i^* > \frac{V_L - G_L}{V_L} [p_i(s_i(\theta_1)) + (1 - p_i(s_i(\theta_1)))(1 + \beta_L)] \quad (24)$$

**结论 6** 当两类上级政府的核查能力差距处于极端情况, 且地方政府只有在观察到初始阶段核查结果后才能对上级政府类型进行识别时, 地方政府是否会在初始阶段瞒报/谎报灾情, 取决于其对上级政府为强政府的先验信念, 当先验信

念大于临界值  $[1 + (1 - p_i(s_i(\theta_1)))\beta_L](V_L - G_L)/V_L$  时, 地方政府会在初始阶段放弃瞒报/谎报。

由结论6, 当两类上级政府的核查能力处于极端情况, 并且地方政府在第一阶段对上级政府的类型是未知的情境下, 地方政府在第一阶段是否瞒报/谎报主要受到其对上级政府类型先验信念的影响。即便弱上级完全无法识别对地方的瞒报/谎报事件, 也存在着可以迫使地方政府放弃瞒报/谎报的临界条件。所以, 对于上级政府来说, 要想更好的利用信息优势, 避免瞒报/谎报事件的发生, 要注意维护工作形象, 塑造良好声誉。

最后, 分析强弱两种类型的上级政府彼此存在着混同均衡的一般情况。一般来说, 强核查能力的上级政府不会伪装成弱核查能力。因此, 考虑弱核查能力的上级政府伪装成强核查能力的“释放高压强信号”策略下, 地方政府采取如实报送灾情策略的分离均衡。

分析当地方政府两阶段在弱核查能力的上级政府采取释放高压强信号策略下, 都采取如实上报策略的分离均衡, 则根据式(4)和式(8), 需要满足如下条件

$$E[u_i^L(I_i(\theta_2)=1, s_i(\theta_2); L_i(s_i), p_i(s_i)) \times p_i(s_i)] < 0 \quad (25)$$

$$E[u_i^L(I_i(\theta_2) = 1, s_i(\theta_2); L_i(s_i), p_i(s_i))p_i(s_i) + \beta u_{i+1}^L(I_i(\theta_2)=1, s_i(\theta_2); L_i(s_i), p_i(s_i))p_{i+1}(\theta)] < 0 \quad (26)$$

由于多阶段博弈的解析式中, 受概率  $p_i(s_i)$  的幂次影响, 式(25)和式(26)联立组成的临界条件无法得出显式解, 下文将结合辽宁省2012年“8.4”洪水事故, 采用案例数据附以情境分析的方法进行深入讨论。

### 3 案例分析: 辽宁“8.4”洪水灾害信息误报事件

灾害具有的突发性, 不可重复性等特征, 导致公开数据资料匮乏, 同时灾害救援的情境依赖性使救援事后访谈难以重现。尤其是在灾情核查

问题中, 所逃脱的防灾减灾不力的行政问责, 瞒报/谎报灾情曝光后受到的责罚和灾情核查能力等都难以通过后续记录量化处理。现有研究针对灾害管理问题普遍采用数理建模求解, 辅以数值分析的方法进行验证<sup>[6,27,28]</sup>。本节选取辽宁省2012年“8.4”洪水瞒报事件作为案例, 以事实案例为基础, 辅以情境分析的方法, 对结论影响较大且难以观测或量化的变量进行敏感性分析。

受东亚季风气候的地理环境影响, 2010年以来, 辽宁省区域内共发生各类洪涝灾害30余次<sup>[32,33]</sup>。根据新华网, 观察者和人民网等公开媒体资料。辽宁省2012年“8.4”洪水事故中, 多个地方政府都先后存在瞒报伤亡人数的恶劣行为。其中, 某瞒报遇难人数的乡镇政府为平息民众舆论, 在受领人没有签认任何书面材料的情况下, 私下里给予每名遇难者家属3万元“丧葬费”。后经社会检举, 媒体访查, 该起瞒报事件直至4年后才浮出水面, 相关责任人受到党纪和行政处分。当地政府反复多次发生的灾情瞒报事件, 从一个侧面反映出当地灾情核查工作存在着严重的问题。

#### 3.1 “8.4”洪水灾害信息报送事件单阶段博弈分析

一些地方官员担心在天灾中, 调查出“人祸”, 因此会出现瞒报。逃避因防灾减灾工作所导致的追责, 是辽宁“8.4”洪水瞒报事件的动因。而地方政府防灾减灾不力的追责往往为党内警告, 撤销行政职务等行政处罚而非经济处罚, 难以量化; 此外, 上级政府的核查能力, 与政府工作人员素质, 办公设施以及规章制度是否健全等相关, 同样难以通过以往数据量化。根据结论1, 政府的核查努力程度, 瞒报的预期收益都是影响地方政府决策的关键因素, 因此本节对以上两点进行敏感性分析。

在“8.4”洪水事件中, 地方政府对遇难者家属私下里给予3万元“丧葬费”补贴, 主要目的是为平息舆论, 避免瞒报行为被披露。该“丧葬费”可视为其瞒报行为的粉饰成本, 即  $g_L = 36 \times 3 = 108$  万元。根据辽宁省防汛抗旱指挥部办公室等部门对辽宁洪涝灾害统计工作的总结, 现阶段辽宁省洪涝灾害统计存在着灾情信息报送网络体系

不够完善,基层统计人员水平整体偏低,部门之间灾情数据部分存在差异等诸多问题<sup>[33]</sup>,由此可以推断,地方政府认为上级政府核查能力为强政府的概率较小,假设  $p = 0.4, k = 2$ , 上级政府的基础核查努力程度  $\alpha(\theta_2) = 1, \alpha(\theta_1) = 2$ . 舆论曝光瞒报失败后,涉及到的相关市县两级政府官员 15 人受到了党纪和行政处分,该责罚记为  $m_L = 100$  万元. 由于该起事件未能瞒报成功,因此对成功瞒报灾情的获益(即逃脱了救灾不力的行政问责)  $v_L$  无法确定,这里对其进行敏感性分析. 分析结果如图 2 所示.

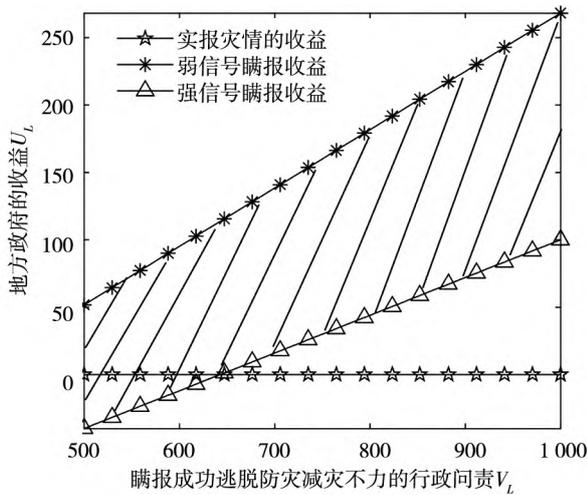


图 2 单阶段下地方政府瞒报灾情获益对效用函数的影响  
Fig. 2 The influence of local governments' concealing on the utility function in single stage

**观察 1** 在单阶段灾情核查中,随着上级政府对防灾减灾工作不力追责的加重,地方政府瞒报/谎报收益也随之增大. 上级政府发送“高压强”核查策略信号对地方政府的灾情报送行为有更有效约束作用.

对地方政府防灾减灾工作不力所给予的行政问责,是为了督促地方政府在灾害管理工作中尽职尽责. 然而,对灾害管理工作不力的追责,反而导致瞒报/谎报灾情的收益提高,即追责越严重,地方政府瞒报/谎报成功的收益越大,动机越强烈. 在辽宁“8.4”洪水事件中,伤亡人数超过 30 人,足以启动“IV 级应急响应”,地方政府为逃避责罚,不息置政府形象,瞒报追责不顾,铤而走险,以身试法,促成了恶性事件. 但是如图 2 中阴影区域所示,在灾情的核查工作中,“强核查”

信号降低了地方政府瞒报灾情的期望收益,对于地方政府的瞒报行为仍然起到显著的约束作用.

结合辽宁“8.4”洪水事故,地方政府对上级政府核查能力的信念,和地方政府瞒报所逃脱的行政问责进行敏感性分析,分析在本例中地方政府选择灾情报送策略的混同均衡和分离均衡. 分析结果如图 3 所示.

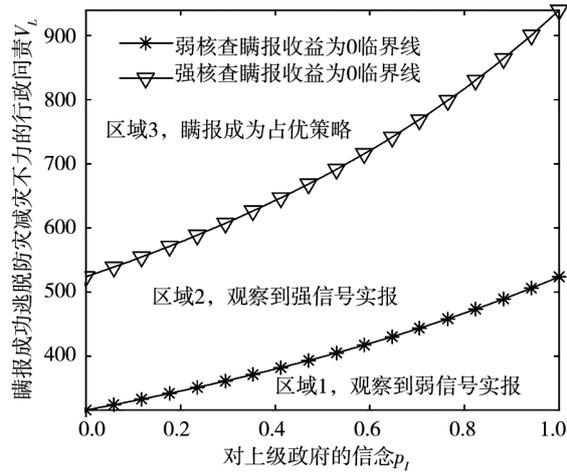


图 3 单阶段下地方政府的信念和瞒报获益对均衡策略的影响  
Fig. 3 The effect of local governments' belief and concealment income on equilibrium strategy in one stage

**观察 2** 地方政府瞒报/谎报灾情的行为受其对上级政府核查能力的信念与其瞒报/谎报灾情的获益(即因防灾减灾不力所应受的行政问责)共同影响,实报灾情的均衡区域与上级政府强核查能力的信念成正比,与地方政府瞒报/谎报的获益成反比.

图 3 中,红色线条表示强策略足以督促地方政府实报灾情的临界线,蓝线条表示弱核查策略足以督促地方政府实报灾情的临界线. 在区域 3 瞒报灾情成为混同均衡,地方政府瞒报预期收益较高,相对来说被甄别的概率低,所以地方政府无论从上级政府观测到强核查策略信号还是弱核查策略信号都会选择瞒报灾情;在区域 1 实报灾情成为混同均衡,由于政府声誉提高,地方政府瞒报灾情被甄别的概率提高,并且瞒报行为的收益比较低,所以地方政府无论从上级政府观测到何种信号都会如实上报灾情;在区域 2 的分离均衡情况,地方政府观测到弱核查信号瞒报灾情,观察到强核查信号实报. 此时,上级政府可

以通过选择弱核查策略而公布强核查策略的策略组合方式,既可以减少成本又可以督促地方政府如实上报.由此,尽管辽宁省洪涝灾害的核查统计工作仍存在许多问题亟待改善,但是合理设置对防灾减灾工作不力的追责,仍然可以实现在当前核查能力情况下发布更为严苛的核查信号,采取“释放高压强信号”的策略,治理灾情上报乱象.

### 3.2 “8.4”洪水灾害信息报送事件两阶段博弈分析

在辽宁“8.4”洪水中,仅有一山之隔的两个乡镇,先后都出现了瞒报伤亡人数的恶性事件.虽然两起事件发生在同一场洪涝灾害中,但是两个乡镇都在辽宁省辖下,面临同一个上级政府.前者瞒报行为的成功对后者灾情报送的决策产生了影响,使后者对于政府核查能力的先验信念降低,加强了瞒报动机.因此根据事件性质来看,可以近似为两阶段的地方政府灾情报送问题.

在“8.4”洪水灾害信息报送事件中,地方政府对于遇难者家属3万元“丧葬费”,以此平息舆论.该部分支出可以视为地方政府掩饰灾害实情所付出的成本.第一阶段所付出粉饰成本  $g_{1L} = 36 \times 3 = 108$  万元,第二阶段所付出粉饰成本  $g_{2L} = 8 \times 3 = 24$  万元.第一阶段,地方政府对上级政府核查能力较强的先验信念为  $p_i$ ,瞒报行为成功后,第二阶段信念更新为  $p_{i+1} = \frac{p_i c(\theta_1)}{p_i c(\theta_1) + (1 - p_i) c(\theta_2)}$ ,假定地方政府贴现系数  $\beta_L = 0.8$ ,其它参数设置同4.1节,分别针对地方政府对上级政府工作能力的信念  $p_i$  和地方政府瞒报的获益进行敏感性分析,分析结果如图4所示.

**观察3** 与单阶段问题相比较,在两阶段的灾情核查过程中,由于在第二阶段中上级政府核查能力的声誉降低,更小的获益就会驱使地方政府不实报送灾情信息.

在辽宁“8.4”洪水事故中,由于上级政府核查工作不力,具有侥幸心理的地方政府更加肆意妄为,导致了连环灾情瞒报事件的发生,使政府公信力遭受严重的损失.通过敏感性分析结果可知,单阶段的结论可以拓展到多阶段问题.与观察2类似,图4中,红色线条表示强策略足以迫使地方政府放弃瞒报灾情的临界线,蓝线条表示

弱核查策略足以迫使地方政府放弃瞒报策略的临界线.在区域2分离均衡区域(即地方政府观测到弱核查信号瞒报灾情,观察到强核查信号如实上报灾情),弱上级政府仍然可以发布强核查策略信号,通过“释放高压强信号”的方法迫使地方政府放弃瞒报灾情.因此政府部门在改进自身灾情核查存在的问题的同时,也要注意对灾情核查制度、法规文件等灾情核查信号的完善与补充.

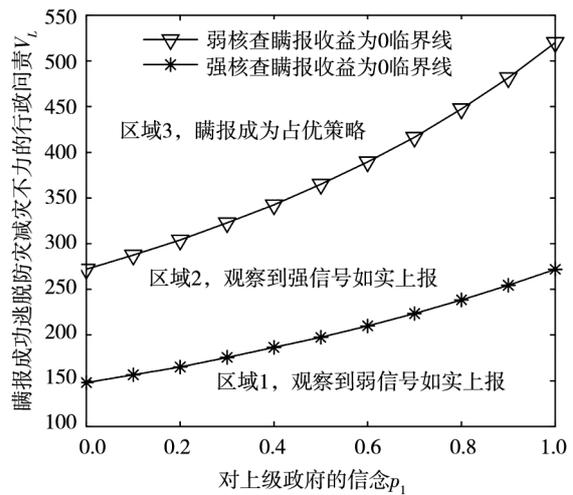


图4 两阶段下地方政府的信念和瞒报获益对均衡策略的影响  
Fig. 4 The effect of local governments' belief and concealment income on equilibrium strategy in two stage

## 4 结束语

重大突发事件的报送与核查关系到应急响应 的实施效率和政府的公信力.出于骗取救灾钱款和逃避救灾不力问责的动机,少数失职、渎职的地方政府不实上报灾情的事件屡屡发生.而在政府主导,属地管理,自上而下的突发事件应急管理模式下,快速上报和精准核查是政府开展一切应急响应工作的依据和前提.在此背景下,构建了地方政府多阶段地方灾情报送与上级信息核查问题的信号博弈模型,为整治灾情报送风气和提升国家治理能力现代化提供了理论借鉴.

本研究假设上级政府对于自身核查能力具有私人信息,对外公布的灾情核查策略是地方政府可以观察到的信号,构建了地方灾情报送与上级信息核查问题的多阶段信号博弈模型.地方政府失职、渎职的报送行为影响因素包括瞒报/谎报灾

情的预期收益和成本,对上级政府核查工作能力的信念.当上级政府核查工作努力程度比较低时,瞒报/谎报灾情是地方政府的最优策略.所以,上级政府不仅需要提升专家组的专业知识能力,而且需要运用大数据等技术提高核查能力,提升核查效率以减少地方政府谎报灾情的净收益.同时,在一定信号成本范围内,上级政府采取选择弱核查策略同时发布强核查信号的“释放高压强信号”的策略,可以在降低核查成本的情况下督促地方政府实报灾情.在多阶段灾情报送和核查工作中,富有远见的上级政府采取“先强后弱”的核查策略更有助于督促地方政府实报灾情.

灾情核查问题还可以在以下方面进行拓展.首先,在实际监管实践中,不同部门以及行业之间的风险偏好程度可能是不尽相同的,因此未来研究可进一步分析不同风险厌恶程度参与方对灾情核查的影响.此外,将地方政府的学习能力引入多阶段信号博弈模型,分析更为复杂情境下的灾情核查效果是未来研究中需要解决的另一个重要问题.最后,随着无人机和卫星遥感等新技术和自媒体兴起,地方政府灾情救援工作面临着越来越透明化和快速反应的压力.未来需要进一步关注颠覆性新技术以及大数据技术在灾情信息报送中的作用.

### 参考文献:

- [1]胡业飞,傅利平,敬义嘉,等.中国背景下的政府治理及其规律:研究展望[J].管理科学学报,2021,24(8):91-104.  
Hu Yefei, Fu Liping, Jing Yijia, et al. Public governance and its scientific laws in the context of China[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 91-104. (in Chinese)
- [2]汪寿阳,胡毅,熊熊,等.复杂系统管理理论与方法研究[J].管理科学学报,2021,24(8):1-9.  
Wang Shouyang, Hu Yi, Xiong Xiong, et al. Complex systems management: Theory and methods[J]. Journal of Management Sciences in China, 2021, 24(8): 1-9. (in Chinese)
- [3]Gupta S, Starr M K, Farahani R Z, et al. Disaster management from POM perspective: Mapping a new domain[J]. Production and Operations Management, 2016, 25(10): 1611-1637.
- [4]Besiou M, VanWassenhove L N. Humanitarian operations: A world of opportunity for relevant and impactful research[J]. Manufacturing & Service Operations Management, 2020, 22(1): 135-145.
- [5]He F, Zhuang J. Balancing pre-disaster preparedness and post-disaster relief[J]. European Journal of Operational Research, 2016, 252(1): 246-256.
- [6]曹俊俊,李从东,屈挺,等.救援物资跨区域调度双层规划模型——考虑幸存者感知满意度和风险可接受度[J].管理科学学报,2019,22(9):113-128.  
Cao Cejun, Li Congdong, Qu Ting, et al. A bi-level programming model for relief trans-regional scheduling: Taking into consideration survivors' perceived satisfaction and risk acceptability[J]. Journal of Management Sciences in China, 2019, 22(9): 113-128. (in Chinese)
- [7]Zhang Y, Richer A R, Shanthikumar J G, et al. Dynamic inventory relocation in disaster relief[J]. Production & Operations Management, 2022, 31(3): 1052-1070.
- [8]姜长云,姜惠宸.新冠肺炎疫情防控对国家应急管理体系和能力的检视[J].管理世界,2020,36(8):8-18+31+19.  
Jiang Changyun, Jiang Huichen. The examination of the prevention and control of COVID-19 epidemic on nation emergency management and capacity[J]. Management World, 2020, 36(8): 8-18+31+19. (in Chinese)
- [9]田军,邹沁,汪应洛.政府应急管理成熟度评估研究[J].管理科学学报,2014,(11):101-112.  
Tian Jun, Zou Qin, Wang Yingluo. Evaluation of government's emergency management capacity maturity[J]. Journal of Management Sciences in China, 2014, (11): 101-112. (in Chinese)
- [10]魏一鸣,张林鹏,范英.基于Swarm的洪水灾害演化模拟研究[J].管理科学学报,2002,(6):39-46.  
Wei Yiming, Zhang Linpeng, Fan Ying. Swarm based study on complexity in flood disaster[J]. Journal of Management Sciences in China, 2002, (6): 39-46. (in Chinese)

- [11] 宋民雪, 刘德海, 尹伟巍. 经济新常态、污染防治与政府规制: 环境突发事件演化博弈模型[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(6): 1454 – 1464.  
Song Minxue, Liu Dehai, Yin Weiwei. Scenario forecasting model and prevent ion-control measurements of important public health event based evolutionary game[J]. Systems Engineering; Theory & Practice, 2021, 41(6): 1454 – 1464. (in Chinese)
- [12] Guo H, Liu Y, Nault B R. Provisioning interoperable disaster management systems: Integrated, unified, and federated approaches[J]. MIS Quarterly, 2021, 45(1): 45 – 82.
- [13] Rahn M, Tomczyk S, Schmidt S. Storms, fires, and bombs: Analyzing the impact of warning message and receiver characteristics on risk perception in different hazards[J]. Risk Analysis, 2020, 41(9): 1630 – 1642.
- [14] Chan E, Huang Z, Mark C, et al. Weather information acquisition and health significance during extreme cold weather in a subtropical city: A cross-sectional survey in Hong Kong[J]. International Journal of Disaster Risk Science, 2017, (2): 34 – 44.
- [15] Lu L Y, Pedraza-Artinez A J. Social media for disaster management: Operational value of the social conversation[J]. Production and Operations Management, 2019, 28(10): 2514 – 1532.
- [16] 王治莹, 李勇建. 政府干预下突发事件舆情传播规律与控制决策[J]. 管理科学学报, 2017, 20(2): 43 – 52 + 62.  
Wang Zhiying, Li Yongjian. Propagation law and coping strategies for public opinions in emergency with the consideration of the government intervention[J]. Journal of Management Sciences in China, 2017, 20(2): 43 – 52 + 62. (in Chinese)
- [17] 张国兴. 基于博弈视角的煤矿企业安全生产管制分析[J]. 管理世界, 2013, (9): 184 – 185.  
Zhang Guoxing. Analysis of safety production control in coal mine enterprises based on game theory[J]. Management World, 2013, (9): 184 – 185. (in Chinese)
- [18] 刘素霞, 程 瑶, 梅 强, 等. 工业园区企业安全生产达标策略选择演化研究——基于溢出效应视角[J]. 系统工程理论与实践, 2020, 40(12): 3284 – 3297.  
Liu Suxia, Cheng Yao, Mei Qiang, et al. Research on the evolution of strategy choice for work safety of enterprises in the industrial park: From the perspective of spillover effect[J]. Systems Engineering; Theory & Practice, 2020, 40(12): 3284 – 3297. (in Chinese)
- [19] 张艳楠, 孙绍荣. 基于 Stackelberg 博弈模型的化工企业安全生产管理机制治理研究[J]. 中国管理科学, 2016, 24(3): 159 – 168.  
Zhang Yannan, Sun Shaorong. Research on safety production management mechanism in enterprise based on stackelberg game model[J]. Chinese Journal of Management Science, 2016, 24(3): 159 – 168. (in Chinese)
- [20] Liu D, Xiao X, Li H, et al. Historical evolution and benefit-cost explanation of periodical fluctuation in coal mine safety supervision: An evolutionary game analysis framework[J]. European Journal of Operational Research, 2015, 243(3): 974 – 984.
- [21] 詹承豫. 事故瞒报治理需要制度设计和机制运行双向优化[N]. 中国应急管理报, 2021 – 04 – 21(003).  
Zhan Chengyu. Accident Concealment Management Needs Two-way Optimization of System Design and Mechanism Operation[N]. China Emergency Management News, 2021 – 04 – 21(003). (in Chinese)
- [22] 赵 莲. 严惩瞒报, 夯实企业安全生产思想根基[N]. 中国应急管理报, 2020 – 01 – 18(003).  
Zhao Lian. Severely Punish Concealment and Consolidate the Ideological Foundation of Enterprise Safety Production[N]. China Emergency Management News, 2020 – 01 – 18(003). (in Chinese)
- [23] 詹承豫. 少数干部瞒报的心态, 表现及治理之策[J]. 人民论坛, 2021, (20): 50 – 53.  
Zhan Chengyu. The mentality, performance and management strategies of a few cadres concealing reports[J]. People's Tribune, 2021, (20): 50 – 53. (in Chinese)
- [24] Chod J, Trichakis N, Tsoukalas G, et al. On the financing benefits of supply chain transparency and blockchain adoption [J]. Management Science, 2020, 66(10): 4378 – 4396.
- [25] 李 莉, 高洪利, 陈靖涵. 中国高科技企业信贷融资的信号博弈分析[J]. 经济研究, 2015, (6): 162 – 174.  
Li Li, Gao Hongli, Chen Jinghan. Signaling games for high-tech enterprises bank lending[J]. Economic Research Journal, 2015, (6): 162 – 174. (in Chinese)
- [26] Zhuang J, Alagoz O. Modeling secrecy and deception in a multiple-period attacker-defender signaling game[J]. European Journal of Operational Research, 2010, 203(2): 409 – 418.

- [27] 刘德海, 赵 宁. 地方政府社会募捐问题的两阶段信号博弈模型[J]. 系统工程学报, 2020, 35(6): 736 – 747.  
Liu Dehai, Zhao Ning. Two stage signaling game model of local government donation problem[J]. Journal of Systems Engineering, 2020, 35(6): 736 – 747. (in Chinese)
- [28] Pedraza-Martinez A J, Hasija S, Wassenhove L V. Fleet coordination in decentralized humanitarian operations funded by earmarked donations[J]. Operations Research, 2020, 68(4): 984 – 999.
- [29] Ambrus A, Lu S E. Robust almost fully revealing equilibria in multi-sender cheap talk[J]. Games and Economic Behavior, 2014, 88(C): 174 – 189.
- [30] Crawford V, Sobel J. Strategic information transmission[J]. Econometrica, 1982, 50(6): 1431 – 1451.
- [31] Skaperdas S. Contest success functions[J]. Economic Theory, 1996, 7(2): 283 – 290.
- [32] 黄 猛. 辽宁省洪涝灾情指标分析复核系统设计与实现[J]. 中国防汛抗旱, 2019, 29(3): 24 – 27.  
Huang Meng. Design and implementation of flood disaster index analysis and verification system in Liaoning Province[J]. China Flood & Drought Management, 2019, 29(3): 24 – 27. (in Chinese)
- [33] 穆连萍. 近年辽宁洪涝灾害统计工作实践及思考[A]. 中国水利学会, 辽宁省水利学会. 水与水技术(第3辑)[C]. 辽宁科学技术出版社, 2013: 116 – 118.  
Mu Lianping. Practice and Exploration of Flood Disaster Statistics in Liaoning Province in Recent Years[A]. Chinese Hydraulic Engineering Society, Liaoning Hydraulic Engineering Society. Water and Water Technology (Series 3)[C]. Liaoning Science and Technology Publishing House, 2013: 116 – 118. (in Chinese)

## Signalling game model for disaster reporting and superior inspection

ZHAO Ning, LIU De-hai\*

School of Public Administration, Dongbei University of Finance and Economics, Dalian 116025, China

**Abstract:** Immediate disaster reporting and accurate verification are the prerequisites of disaster relief. In the process of major emergency disaster verification, the superior government is restricted by the professional level of personnel, testing equipment and verification time, so that some local governments intentionally take actions to profit this opportunity. Assuming the superior government having private information about its own verification ability and making the published verification strategy as a signal, a multi-stage signal game model for disaster verification between the two-levels of governments is established where the local government decides its submission strategy according to the signal. Bayesian Nash equilibrium is solved. The results show that disaster reporting strategy of local governments is affected by the expected benefits, the costs, and the superior government's verification ability. When the signal cost is low enough, the “releasing high intensity signal” strategy of the superior government, i. e. , choosing weak verification strategy and issuing strong verification signal, can reduce the cost of verification and force the local government to report truthfully. In the multi-period model, when the discount rate of local government is large enough, the superior government's verification strategy of first strengthening and then weakening is more conducive to reducing the local government's concealment and misrepresentation.

**Key words:** disaster relief; signal game; disaster report; information verification