

袁庆禄,方婉琳,孙瑞婷,等. 2024. 2022年四川3次地震舆情风险评估与监测研究[J]. 地震研究, 47(2): 263–272, doi: 10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2024.0013.

Yuan Q L, Fang W L, Sun R T, et al. 2024. risk assessment and survey of the public opinion on three earthquakes in Sichuan in 2022 [J]. *Journal of Seismological Research*, 47(2): 263–272, doi: 10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2024.0013.

## 2022年四川3次地震舆情风险评估与监测研究\*

袁庆禄<sup>1</sup>, 方婉琳<sup>1✉</sup>, 孙瑞婷<sup>1</sup>, 胡军<sup>2</sup>

(1. 防灾科技学院 经济管理学院, 河北 三河 065201; 2. 中国人民财产保险股份有限公司 四川省分公司, 四川 成都 610016)

**摘要:** 为准确评估与监测地震舆情风险, 正确引导社会舆论方向, 基于供需偏离理论, 采用层次分析法和熵值法相结合的组合赋权法, 构建地震舆情风险评估指标体系, 以2022年四川芦山6.1级、马尔康5.8级和泸定6.8级3次地震后7 d内发布的相关微博及其评论为数据样本, 衡量和评价其舆情风险。结果表明: 震后24 h是地震舆情的风险监测关键时段, 需要高度关注和密切观察。地震的震级较高或余震较多时, 舆情风险指数波动性就会变大。构建的地震舆情风险评估指标体系, 适用于对多个地震舆情风险的指标度量、动态监测及规律演变, 可为震后政府与媒体的应急救援和舆论引导提供参考。

**关键词:** 地震舆情; 风险评估; 动态监测; 四川

**中图分类号:** P315.9; G353.1

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1000-0666(2024)02-0263-10

doi: 10.20015/j.cnki.ISSN1000-0666.2024.0013

### 0 引言

地震是对人类最具威胁的自然灾害之一, 具有突发性和难以预测性(何萍, 俞岗, 2019)。破坏性地震一旦发生, 会对当地的基础设施、电力通信、经济生活等方面产生不同程度的影响, 极易导致灾区物资紧缺, 使居民产生剧烈的心理波动。

中国互联网信息中心(2023)数据显示, 截至2022年12月, 中国网民规模达到10.67亿, 互联网普及率达到75.6%。互联网的普及使地震灾害信息传播速度不断加快, 社交媒体用户一旦观点产生冲突, 极易形成网络舆情, 甚至激发社会公众恐慌情绪, 对灾害舆情引导工作产生不利影响。

近年来, 随着移动互联网技术的迅速发展, 蕴含海量数据的社交媒体平台为开展灾害舆情的风险监测与分析提供了丰富的数据源(薄涛等, 2018)。结合实时更新的社交媒体数据进行灾害舆

情的供需分析与风险监测, 有助于做好舆论引导, 提高灾害应急救助过程中的时效性和准确性。一些学者利用微博数据, 将自然灾害和网络舆情结合起来, 主要围绕舆情风险评估、舆情监测预警等方向开展创新性研究: 如Shan等(2019)、Fang等(2019)、李绍攀等(2022)基于新浪微博数据, 对不同类型的灾害舆情分别进行了评估; 曹彦波(2018)、He等(2023)分析了地震舆情信息时空演变规律; 高承实等(2011)、方洁和龚立群(2013)、聂峰英和张旻(2015)、梁冠华和鞠玉梅(2018)结合信息空间模型和生命演化周期理论, 构建微博舆情监测指标体系; 曹睿娟等(2020)和张宇等(2018)分别对城市内涝网络舆情和地震灾害网络舆情进行风险监测。

目前存在多种有关灾害舆情风险和监测预警等方面的评估指标体系, 但是在构建指标体系过程中, 仍然存在以下局限: 一是大部分研究只考虑供给或者需求的单一方面, 没有同时考虑两者之间的相互影响, 研究不够系统; 二是既往研究

\* 收稿日期: 2023-02-03.

基金项目: 国家社会科学基金项目(20BJY265); 中央高校基本科研业务费研究生科技创新基金(ZY20240347).

第一作者简介: 袁庆禄(1973-), 教授, 博士, 主要从事灾害舆情风险研究. E-mail: yuanqinglu@126.com.

✉通信作者简介: 方婉琳(1999-), 硕士研究生在读, 主要从事灾害舆情风险研究. E-mail: fangwanlin1999@126.com.

多数是对灾害舆情的静态风险分析,没有考虑到灾害舆情的动态风险变化,静态风险分析割裂了时间维度的风险变动,必须采用动态数据对灾害舆情风险进行实时监测;三是在灾害舆情中没有考虑政府、媒体和民众的综合作用,研究主体不充分,系统性不强。鉴于此,本文将政府、媒体和民众同时纳入地震舆情评估和监测的范围,基于供需偏离理论的角度,构建地震舆情风险评估指标体系,选用新浪微博数据,对地震事件的供需指数进行度量,动态监测和比较评价 2022 年四川 3 次地震的灾害舆情风险指数,为震后政府与媒体应急救援和舆论引导工作提供一定参考。

## 1 评估方法

### 1.1 层次分析法

层次分析法是一种将与决策有关的元素分解成目标、准则、方案等层次,并在此基础上进行定性和定量分析的决策方法。具体步骤为:建立层次结构模型;构造判断矩阵,计算权向量并做一致性检验;计算组合权向量并进行组合一致性检验,若检验通过,则可按组合权向量表示的结果进行决策,若检验不通过,则需重新考虑模型或者重新构造出一致性比率较大的判断矩阵。

一致性检验步骤如下:①计算判断矩阵的最大特征值  $\lambda_{\max}$ 。②求出一致性指标  $CI$ :  $CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$ 。③查找对应的平均随机一致性指标  $RI$  (表 1)。④计算一致性比例  $CR$ :  $CR = \frac{CI}{RI}$ 。⑤判断:若  $CR < 0.1$ ,则可以认为判断矩阵的一致性可以接受,特征向量(归一化后)即为权向量;否则需要对判断矩阵进行修正。

表 1  $RI$  标准值

Tab. 1  $RI$  standard values

阶数 $n$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
$RI$	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49

### 1.2 熵值法

熵值法的概念来源于信息熵,本质上是表达反映数据的离散程度。熵值法是一种客观确定指标体系中各指标权重的方法,其基本原理是依据指标信息熵的大小决定指标的权重:熵越小,表

明提供的信息量越多,在评价中的影响程度越大,权重越大;反之,熵越大,表明提供的信息量越少,在评价中的影响程度越小,其权重也越小。其计算步骤为:①空值处理:指标值中若存在空值,则剔除该指标数据。②异常值处理:剔除占比大于 1 的指标数据(特殊指标占比除外),再分别计算各指标下数据的均值和标准差,对于超过均值 3 倍标准差的数据,被视为异常值剔除。③数据标准化:正向指标和负向指标数值代表的含义不同,因此需要利用不同的算法进行数据标准化处理。具体方法如下:

对于正向指标:

$$f_{ij} = \frac{x_{ij} - \min(x_j)}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (1)$$

对于负向指标:

$$f_{ij} = \frac{\max(x_j) - x_{ij}}{\max(x_j) - \min(x_j)} \quad (2)$$

式中:  $f_{ij}$  为标准化后第  $i$  个样本的第  $j$  个指标的数值。

第  $j$  个指标下第  $i$  个样本占该指标的比重为:

$$g_{ij} = \frac{f_{ij}}{\sum_{i=1}^n f_{ij}} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m) \quad (3)$$

所求指标的信息熵值为:

$$e_{ij} = -k \sum_{i=1}^n g_{ij} \ln g_{ij} \quad (4)$$

式中:  $k = \frac{1}{\ln n}$ 。

所求指标的信息效用值为:

$$d_j = 1 - e_{ij} \quad (5)$$

各项指标的权重为:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (6)$$

### 1.3 组合权重计算方法

本文将层次分析法主观赋权与熵值法客观赋权方法相结合,形成组合权重法,以减少主客观赋权的影响,计算公式为:

$$w = w'_j * w_j \quad (7)$$

式中： $w$  为所求三级指标的组合权重； $w'_j$  为该指标所处二级指标的主观权重； $w_j$  为所求三级指标的客观权重。

## 2 地震舆情风险评估指标体系

### 2.1 指标体系设计

为了实现舆情风险的精准分级，本文结合经济学的供给与需求要素，构建地震舆情风险指标体系，系统衡量地震舆情的风险大小。该指标体系细分为供给指数和需求指数两个子体系，共选取5个一级指标、7个二级指标、15个三级指标，分级衡量舆情风险，见表2。

供给指数体系涵盖震前的基本资源应用能力以及救援部门和官方媒体在震后的反应能力。参考李姜等（2021）采用经济水平、医疗救援力量等指标衡量抗震救灾能力的做法，再结合防震减

灾转移支付资金、巨灾保险赔付等指标，共同构成基本资源应用能力。基本资源应用能力作为供给指数体系的基本要素，能够降低地震灾害对民众造成的生命财产损失，进而降低网络中的舆情风险；而救援部门与官方媒体作为震后救援与舆情引导的主要供给力量，可以最大程度上减少灾害损失和舆论风险，主要通过粉丝量、发文量、转发量和点赞数来体现舆情热度和关注度（林琛，2015；邢云菲等，2018；杨柳等，2022）。具体来看，在供给指数体系中，灾区所拥有的基本资源和救援部门与官方媒体在网络上传达灾区救援信息的反应能力会在一定程度上影响灾害舆情的演变走势。本文在供给指数下设基本资源应用能力、救援部门反应能力和官方媒体反应能力3个一级指标，基本资源应用能力供给包括现有资源和灾害资金，这2个一级指标各包括2个指标因子；救援部门和官方媒体反应能力代表了救援部门和官方媒体通过网络传播给民众应急救援信息的供给。影响力越大的媒体，发布的消息越权威，能够

表2 地震舆情风险评估指标体系

Tab. 2 Index system of the risk assessment of the public opinion on earthquakes

名称	一级指标	二级指标	三级指标	属性	备注
供给指数	$S_1$ 基本资源应用能力	$S_{11}$ 现有资源	$S_{111}$ 经济水平 $S_{112}$ 医疗救援力量	+	震发地区 GDP 震发地区的医院床位数
		$S_{12}$ 灾害资金	$S_{121}$ 防震减灾转移支付资金	+	震发地区对地震监测及防震减灾治理能力提升的资金投入
			$S_{122}$ 巨灾保险赔付	+	0 ~ 10 万元为 1 级，10 ~ 100 万元为 2 级，100 ~ 1 000 万为 3 级，1 000 万 ~ 1 亿为 4 级
	$S_2$ 救援部门反应能力	$S_{21}$ 原生能力	$S_{211}$ 粉丝数 $S_{212}$ 发文量	+	微博账号的粉丝数量 微博账号的原创发文量
		$S_{22}$ 衍生能力	$S_{221}$ 点赞数	+	微博账号发布原创微博的点赞数
			$S_{222}$ 转发量	+	微博账号发布原创微博的转发量
	$S_3$ 官方媒体反应能力	$S_{31}$ 原生能力	$S_{311}$ 粉丝数 $S_{312}$ 发文量	+	微博账号的粉丝数量 微博账号的原创发文量
		$S_{32}$ 衍生能力	$S_{321}$ 点赞数	+	微博账号发布原创微博的点赞数
			$S_{322}$ 转发量	+	微博账号发布原创微博的转发量
	$D_1$ 实际需求指数	$D_{11}$ 自然灾情	$D_{111}$ 地震震级	+	根据官方公布数据
			$D_{112}$ 烈度级别	+	地面及房屋等建筑物遭受地震影响破坏的程度
		$D_{12}$ 社会灾情	$D_{121}$ 人员伤亡	+	受伤与死亡人数
			$D_{122}$ 财产损失	+	震后灾区工程等财产损失
			$D_{123}$ 受灾人口	+	因地震遭受损失的人员数量
			$D_{211}$ 恐慌情绪	+	民众恐慌情绪占总情绪的百分比
		$D_{212}$ 积极情绪	$D_{212}$ 积极情绪	-	民众积极情绪占总情绪的百分比

引起民众足够的关注,媒体的参与度越高,灾害舆情影响范围越广。因此,救援部门和官方媒体反应能力分别包括救援部门和官方媒体微博账号的原生能力和衍生能力,这2个一级指标各包括2个指标因子。

需求指数体系主要包括实际灾情和心理反应两个方面。实际灾情强调灾害的物理属性,对灾民实际需求产生重要影响(张宇等,2018)。另一方面,震后除衣食住等基本生活要素外,心理反应也是需求要素的重要成分。心理反应通常考虑从市场和政府角度来表示,市场角度主要通过由民众对巨灾保险需求来反应来衡量,政府角度主要通过民众对应应急救援的需求来反应。鉴于当前我国对巨灾保险的供给和需求表现出双向不足的特征,相应的需求数据较少,本文的心理反应主要考虑民众对应应急救援需求所形成的心理反应,包括积极情绪和恐慌情绪的变化。具体来看,需求指标下设实际灾情和心理反应指标,实际灾情又分为自然灾情和社会灾情两类,其中自然灾情包括地震震级、烈度级别2个指标因子,社会灾情包括人员伤亡、财产损失和受灾人口3个指标因子,地震震级和烈度级别等是突发地震灾害本身的固有特性,地震灾情的严重程度会引发不同程度的灾民需求,对于舆情风险的产生与传播起到了基础的决定性作用。心理反应指民众在地震灾害相关微博的评论中所表达出的情感态度,由于突发地震灾害本身具有较强的敏感性,很容易得到大量民众的关注并使其出现悲观、失望等恐慌情绪或鼓励、祝福等积极情绪,而这些情绪均是引发舆情风险的重要影响因素。

由于各评价指标量纲不同,无法直接参与计算,首先采用极值法对各指标数据进行标准化处理(杜金莹等,2020)。具体计算方法如下:

对于正向指标:

$$X = \frac{X_0 - X_{\min}}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (8)$$

对于负向指标:

$$X = \frac{X_{\max} - X_0}{X_{\max} - X_{\min}} \quad (9)$$

式中:  $X$  为标准化处理后的数据;  $X_0$  为指标原始数据;  $X_{\max}$  为指标原始数据最大值;  $X_{\min}$  为指标原

始数据最小值。

灾害舆情风险指数表示为:

$$R_t = f(D_t, S_t) \quad (10)$$

式中:  $t$  表示时间点,表明不同的时间点  $R_t$  所发生的动态变化;  $D_t$  代表灾害舆情需求指数;  $S_t$  代表灾害舆情供给指数。当灾害发生,  $D_t$  与  $S_t$  的缺口会变大,导致  $R_t$  变高。为了简化,本文对  $R_t$  的计算进行线性化处理,即:

$$R_t = D_t - S_t \quad (11)$$

$$S_t = \sum_{ijk}^{12} \alpha_{ijk} P_{ijk} \quad (t = 1, \dots, 168) \quad (12)$$

式中:  $\alpha_{ijk}$  为供给体系中三级指标  $S_{ijk}$  的组合权重;  $P_{ijk}$  为供给体系中三级指标  $S_{ijk}$  的数据标准值。

$$D_t = \sum_{ijk}^7 \beta_{ijk} Q_{ijk} \quad (t = 1, \dots, 168) \quad (13)$$

式中:  $\beta_{ijk}$  为需求体系中三级指标  $D_{ijk}$  的组合权重;  $Q_{ijk}$  为需求体系中三级指标  $D_{ijk}$  的数据标准值。

## 2.2 指标权重确定

本文采用组合赋权法对地震舆情风险指标体系的各级指标进行权重计算。参照专家打分将各层次中的因素相互比较得出判断矩阵,并对其进行一致性检验。在检验通过后,由判断矩阵可求出各体系一级指标和二级指标的主观权重值,结果见表3~8。

表3 供给一级指标  $S_i$  判断矩阵及  $CR$

Tab. 3  $S_i$  judgment matrix and  $CR$  of first-level indicators of supply

供给指标	$S_1$	$S_2$	$S_3$	$W_i$	$CR$
$S_1$	1.000 0	0.250 0	0.250 0	0.111 1	
$S_2$	4.000 0	1.000 0	1.000 0	0.444 4	0.000 0
$S_3$	4.000 0	1.000 0	1.000 0	0.444 4	

表4 需求一级指标  $D_i$  判断矩阵及  $CR$

Tab. 4  $D_i$  judgment matrix and  $CR$  of first-level indicators of demand

需求指标	$D_1$	$D_2$	$W_i$	$CR$
$D_1$	1.000 0	0.125 0	0.111 1	
$D_2$	8.000 0	1.000 0	0.888 9	0.000 0

表5 供给二级指标  $S_{1j}$  判断矩阵及  $CR$ Tab. 5  $S_{1j}$  judgment matrix and  $CR$  of secondary indicators of supply

$S_1$	$S_{11}$	$S_{12}$	$W_{ij}$	$CR$
$S_{11}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	0.000 0
$S_{12}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	

表6 供给二级指标  $S_{2j}$  判断矩阵及  $CR$ Tab. 6  $S_{2j}$  judgment matrix and  $CR$  of secondary indicators of supply

$S_2$	$S_{21}$	$S_{22}$	$W_{ij}$	$CR$
$S_{21}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	0.000 0
$S_{22}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	

表7 供给二级指标  $S_{3j}$  判断矩阵及  $CR$ Tab. 7  $S_{3j}$  judgment matrix and  $CR$  of secondary indicators of supply

$S_3$	$S_{31}$	$S_{32}$	$W_{ij}$	$CR$
$S_{31}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	0.0000
$S_{32}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	

表8 需求二级指标  $D_{1j}$  判断矩阵及  $CR$ Tab. 8  $D_{1j}$  judgment matrix and  $CR$  of secondary indicators of demand

$D_1$	$D_{11}$	$D_{12}$	$W_{ij}$	$CR$
$D_{11}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	0.000 0
$D_{12}$	1.000 0	1.000 0	0.500 0	

利用熵值法对三级指标进行客观评价,并将其结果与层次分析法所得结果相融合,计算出地震舆情风险评估的指标权重值,组合权重结果见表9。

### 3 四川地震舆情风险动态监测应用

#### 3.1 数据来源与处理

本文选取2022年四川省6月1日芦山6.1级地震、6月10日马尔康5.8级地震和9月5日泸定6.8级地震为研究对象,运用地震舆情风险评估指标体系,对这3次地震的舆情风险进行度量和监测。

供给指标体系中,选取了粉丝数较多、活跃度较高的中国地震台网速报、四川省地震局等

表9 地震舆情风险评估指标权重

Tab. 9 Weighting of indicators for the risk assessment of the public opinion on earthquake

名称	一级指标		二级指标		三级指标		组合权重 $\alpha_{ijk}/\beta_{ijk}$
	指标名称	权重	指标名称	权重	指标名称	权重	
供给指数	$S_1$	0.111 1	$S_{11}$	0.055 6	$S_{111}$	0.504 5	0.028 1
					$S_{112}$	0.495 5	0.027 5
			$S_{12}$	0.055 6	$S_{121}$	0.500 0	0.027 8
					$S_{122}$	0.500 0	0.027 8
			$S_{21}$	0.222 2	$S_{211}$	0.307 5	0.068 3
					$S_{212}$	0.692 5	0.153 9
	$S_2$	0.444 4	$S_{22}$	0.222 2	$S_{221}$	0.287 8	0.063 9
					$S_{222}$	0.712 2	0.158 3
			$S_3$	0.444 4	$S_{311}$	0.445 3	0.098 9
					$S_{312}$	0.554 7	0.123 3
					$S_{321}$	0.319 1	0.070 9
					$S_{322}$	0.680 9	0.151 3
需求指数	$D_1$	0.111 1	$D_{11}$	0.055 6	$D_{111}$	0.337 1	0.018 7
					$D_{112}$	0.662 9	0.036 8
			$D_{12}$	0.055 6	$D_{121}$	0.249 7	0.013 9
					$D_{122}$	0.432 0	0.024 0
	$D_2$	0.888 9	$D_{21}$	0.888 9	$D_{123}$	0.318 3	0.017 7
					$D_{211}$	0.510 7	0.454 0
					$D_{212}$	0.489 3	0.434 9

救援部门微博账号,以及人民日报、央视新闻等官方媒体微博账号作为数据样本,利用Python爬虫技术,抓取了地震发生后一周内各个微博账号发布的相关数据。有关“芦山地震”“马尔康地震”和“泸定地震”的数据信息分别抓取到529、334和1290条,数据类型主要包括相关微博账号所发布的内容、时间、转发数及点赞数等。筛选并删除微博数据中的重复数据,经整理得到3次地震的有效数据分别为400、267和1076条。经济水平数据和医疗救援力量数据来源于3次地震发生时当地政府公布的统计公报及地方统计年鉴(芦山县统计局,2022;马尔康市人民政府,2022;泸定县人民政府,2022;雅安市统计局,2022);防震减灾转移支付资金数据来源于《四川省财政厅和四川省地震局关于下达2021年省级防震减灾转移支付资金预算的通知》文件(四川省财政厅,四川省地震局,2022);

3 次地震的巨灾保险赔付金额由中国人民财产保险股份有限公司四川分公司提供, 本文将其划分为 1、2、3、4 四个等级处理。

需求指标体系中, 心理反应指标选取了人民日报的微博评论作为数据样本, 主要是考虑到人民日报微博账号的粉丝数为 1.5 亿, 不仅人数众多而且民众关注程度高、代表性强。利用爬虫技术抓取地震发生后一周内人民日报微博发布的相关评论信息, 获得有关“芦山地震”“马尔康地震”和“泸定地震”的评论数分别共计 9 308、3 060 和 9 028 条。数据信息包括评论内容、评论时间及评论者的 IP 地址。对采集到的原始数据进行人工处理, 包括删除重复性文本、删除无用词语等, 筛选出 IP 地址位于四川省内评论者的评论数据, 最终得到用于 3 次地震心理反应指标计算的微博评论分别为 1 534、1 072 和 1 370 条。地震震级、烈度、人员伤亡、受灾人口及财产损失所用数据来自国务院和部委机构网站, 以及四川应急管理厅网站(中华人民共和国中央人民政府, 2022; 中华人民共和国自然资源部, 2022; 中华人民共和国应急管理部, 2022a, b; 中国地震局, 2022a, b; 四川省应急管理厅, 2022)。

### 3.2 地震舆情风险监测结果分析

地震舆情风险监测能够有效获取地震舆情的整体特征和变化趋势, 为舆情引导提供重要的参考依据。3 次地震的舆情风险监测结果如图 1a-1~c-1 所示, 图 1a-2~c-2 描述了在地震发生后 168 h 内供给指数和需求指数的动态变化。

芦山 6.1 级地震发震时间为 6 月 1 日 17:00 时。图 1a-1 显示, 芦山地震舆情风险可划分为爆发期和稳定期两个阶段。高风险的爆发期主要发生在震后 24 h 内, 表现出急涨快落的变动特征。舆情风险指数呈现出 2 个向上的尖峰值, 最高达到 0.35, 舆情风险每次爆发大概持续 6~8 h。23 h 过后, 舆情步入低风险的稳定期, 风险指数基本稳定在 -0.21 左右, 可以视为基本没有舆情风险。从图 1a-2 可以看出, 第一个尖峰出现的时间阶段大概为震后第 0~8 h。首先芦山县拥有基本资源的水平较高(基本资源能力指数为 0.06), 发生地震后的应急救援包括物资供应和调配相对充分迅速, 同时救援部门和官方媒体在微博上及时发布地震信息, 供给指数在 1 h 内快

速上升, 同时需求指数(主要是恐慌情绪)也在上升, 但是低于供给指数, 导致芦山县的风险指数最初是下降的。随着救援部门和官方媒体发文量的不断下降, 供给指数开始快速下降, 而需求指数保持稳定状态, 导致风险指数快速上升并出现第一个峰值(在震后第 5 h); 从震后第 8 h(6 月 2 日凌晨 01:00)开始, 由于关注微博的人数变少, 需求指数快速下降, 导致舆情风险下降。从震后第 17 h(6 月 2 日 10:00)开始, 官方媒体发布了震后伤亡情况, 需求指数快速上升, 到第 22 h(6 月 2 日 15:00)达到第二个峰值, 随后快速下降, 导致风险指数出现第二个峰值, 同时呈现快涨快跌的走势。从震后第 23 h 之后, 供给指数、需求指数均表现出稳定不变的特征, 风险指数也保持较低的稳定水平。

马尔康 5.8 级地震发震时间为 6 月 10 日 00:03。图 1b-1 显示, 马尔康地震的舆情风险指数变动特征与芦山地震有很多相似的地方。马尔康地震舆情风险的爆发期主要发生在震后 10 h 内, 同样表现出快涨快落的特征。舆情风险指数呈现出 2 个向上的尖峰值, 最高达到 0.52, 舆情风险每次爆发大概持续 3~5 h。10 h 过后, 舆情步入稳定期, 风险指数基本稳定在 -0.25~-0.10。马尔康地震和芦山地震供需指数的变动特征也很相似。供需指数的第一个向上的尖峰出现在震后第 0~3 h(图 1b-2)。马尔康拥有基本资源的水平较低(基本资源能力指数为 0.03), 但是救援部门和官方媒体在微博上发布信息较为迅速, 供给指数在震后 1 h 内快速上升, 需求指数上升但低于供给指数, 因此马尔康的风险指数最初也是下降的。随后, 供给指数和需求指数均开始快速下降, 但是供给指数下降更快, 导致风险指数快速上升并出现第一个峰值 0.30(在震后第 2 h)。从震后第 5 h(上午 5 时)开始, 救援部门发布震后伤亡情况, 需求指数快速上升, 到震后第 8 h(上午 8 时)达到第二个峰值 0.63, 随后快速下降, 第二个峰值出现。从震后第 10 h 之后, 供给指数、需求指数和风险指数均没有太大波动。

泸定 6.8 级地震发震时间为 9 月 5 日 12:52。图 1c-1 显示, 泸定地震的舆情风险指数变动特征与芦山和马尔康地震略有不同。泸定地震舆情风险的爆发期主要发生在震后 12 h 内, 舆情风险指

数有2个向上的尖峰值,最高达到0.39,呈现出持续高位的走势,持续时间大概为12 h。随后,舆情步入稳定期,但是风险指数波动性相对较大,波动范围在 $-0.38 \sim -0.13$ 。泸定地震的供需指数与芦山和马尔康地震相比,有相似之处,但差异

主要表现在泸定地震的需求指数在舆情风险爆发期呈现高位运行特征,供给指数在稳定期波动频繁(图1c-2)。主要原因为泸定地震余震次数较多,且震级相对较高,从而造成人员伤亡较多,经济损失相对较大。

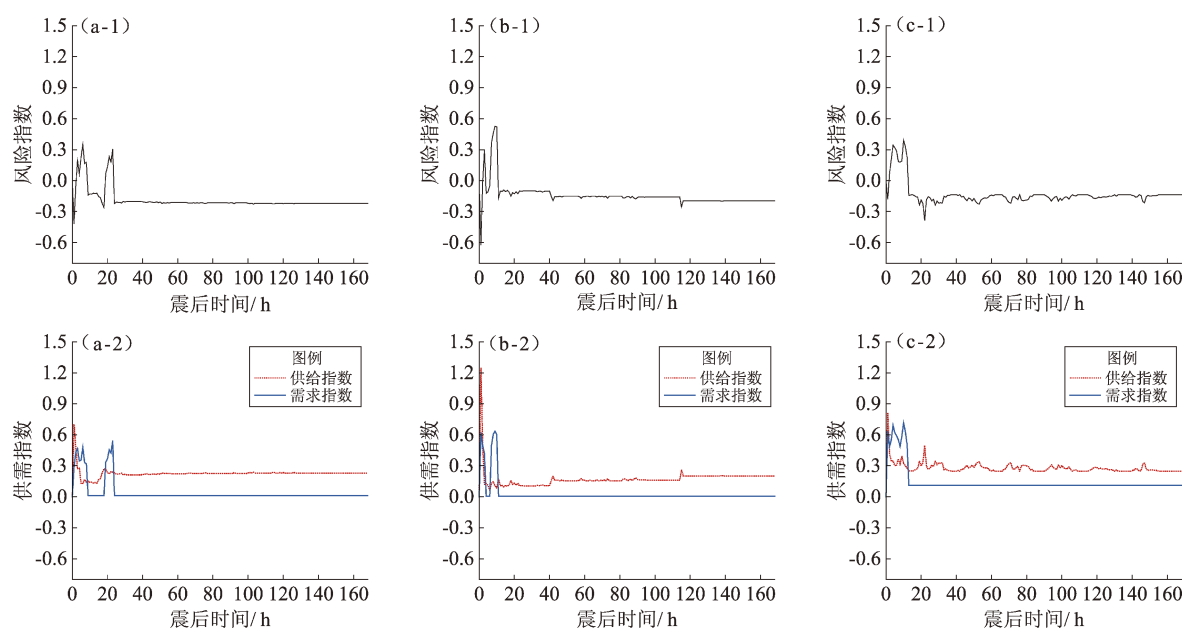


图1 芦山(a)、马尔康(b)及泸定(c)地震舆情风险指数和供需指数监测

Fig. 1 The risk index of the public opinion and the supply-demand index for the Lushan  $M_s6.1$  earthquake (a), the Maerkang  $M_s5.8$  earthquake (b), and the Luding  $M_s6.8$  earthquake (c)

## 4 结论

本文基于供需偏离理论,采用Python爬虫技术,收集微博平台的地震灾害舆情数据,建立地震舆情风险评估指标体系,对2022年四川3次地震事件进行灾害舆情风险度量及动态监测,得到主要结论如下:

(1) 初步构建地震舆情风险评估指标体系。该体系包括分别衡量供给指数和需求指数2个子体系。供给体系包括3个一级指标、6个二级指标和12个三级指标,需求体系包括2个一级指标、3个二级指标和7个三级指标。运用层次分析法和熵值法相结合的组合赋权方法,确定各组合权重,形成地震灾害舆情风险评估指标体系,可用于地震舆情风险度量及动态监测。

(2) 选择6月1日芦山6.1级地震、6月10日马尔康5.8级地震和9月5日泸定6.8级地震的

相关微博信息作为数据源,按时间序列分别度量3次地震的供需指数及风险指数,发现一些规律:地震舆情风险指数一般在地震发生后24 h内出现数次正向脉冲现象,随后逐步趋于低稳状态。因此对地震舆情的风险监测,震后24 h是关键时段,需要高度关注和密切观察这一时段的舆情。一般而言,资源应用能力和资金筹措能力较高的震区,或者灾害舆情反应能力较强的震区,在震后1 h内,该震区的地震舆情风险指数通常会表现出一个快速向下的脉冲响应。如果震区发生地震的震级较高,会给民众带来较为严重的恐慌情绪,对风险指数的上升起到助推作用。当地震后的余震较多、地震的震级较高、或者造成的人员伤亡和经济损失相对严重时,地震舆情风险指数波动性往往就会变大。

(3) 运用地震舆情风险评估指标体系动态监测震灾舆情风险,可以帮助政府及相关部门及时采取应急管理措施,引导地震舆情的良性

发展。因此,对地震舆情进行风险度量和动态监测具有必要性和可行性。对于地震舆情反应明显迟缓的地区,一方面应当扩大应急救援信息的正向传播力,提高灾害供给指数;另一方面,应高度关注地震引起的恐慌情绪,进行适度干预和舆论信息引导,降低地震灾害的需求指数。通过多措并举的方式,及时有效地降低地震舆情风险。

### 参考文献:

- 薄涛,李小军,陈苏,等. 2018. 基于社交媒体数据的地震烈度快速评估方法[J]. 地震工程与工程振动, 38(5): 206–215.
- Bo T, Li X J, Chen S, *et al.* 2018. Research of seismic intensity rapid assessment based on social media data[J]. Earthquake Engineering and Engineering Dynamics, 38(5): 206–215. (in Chinese)
- 曹睿娟,姜仁贵,解建仓,等. 2020. 基于大数据的城市内涝网络舆情监测及演化机理[J]. 西安理工大学学报, 36(2): 151–158.
- Cao R J, Jiang R G, Xie J C, *et al.* 2022. Monitoring the internet public opinion and evolution mechanism for urban waterlogging using big data[J]. Journal of Xi'an University of Technology, 36(2): 151–158. (in Chinese)
- 曹彦波. 2018. 基于新浪微博的 2018 年云南通海 5.0 级地震舆情时空特征分析[J]. 地震研究, 41(4): 525–533.
- Cao Y B. 2018. Analysis of the spatial and temporal characteristics of public opinion about Yunnan Tonghai  $M_s$  5.0 earthquake in 2018 Based on Sina Micro-blog[J]. Journal of Seismological Research, 41(4): 525–533. (in Chinese)
- 杜金莹,唐晓春,徐建刚. 2020. 热带气旋灾害影响下的城市韧性提升紧迫度评估研究——以珠江三角洲地区的城市为例[J]. 自然灾害学报, 29(5): 88–98.
- Du J Y, Tang X C, Xu J G. 2020. Study on urgency assessment of urban resilience promotion: A case study of typhoon disasters in the Pearl River Delta region[J]. Journal of Natural Disasters, 29(5): 88–98. (in Chinese)
- 方洁,龚立群. 2013. 利益相关者视角下的微博舆情监测指标体系研究[J]. 情报杂志, 32(9): 29–33.
- Fang J, Gong L Q. 2013. A study on Microblog public opinion monitoring indexes from perspective of stakeholders[J]. Journal of Intelligence, 32(9): 29–33. (in Chinese)
- 高承实,荣星,陈越. 2011. 微博舆情监测指标体系研究[J]. 情报杂志, 30(9): 66–70.
- Gao C S, Rong X, Chen Y. 2011. Research on public opinion monitoring index-system in micro-blogging[J]. Journal of Intelligence, 30(9): 66–70. (in Chinese)
- 何萍,俞岗. 2019. 基于耦合因子的广东地区地震灾害人员伤亡评估方法[J]. 地震研究, 42(2): 280–287, 306.
- He P, Yu G. 2019. Evaluation method of injuries and deaths of earthquake disasters in guangdong area based on coupling factor[J]. Journal of Seismological Research, 42(2): 280–287, 306. (in Chinese)
- 李姜,张合,刘志辉. 2021. 张家口地区精细化地震灾害风险评估[J]. 震灾防御技术, 16(1): 134–145.
- Li J, Zhang H, Liu Z H. 2021. Refined risk assessment of earthquake disaster in Zhangjiakou Area[J]. Technology for Earthquake Disaster Prevention, 16(1): 134–145. (in Chinese)
- 李绍攀,赵飞,周义棋,等. 2022. 基于微博数据的台风灾害舆情分析与灾害损失估计[J]. 清华大学学报(自然科学版), 62(1): 43–51.
- Li S P, Zhao F, Zhou Y Q, *et al.* 2022. Analysis of public opinion and disaster loss estimates from typhoons based on Microblog data[J]. Journal of Tsinghua University (Science and Technology), 62(1): 43–51. (in Chinese)
- 梁冠华,鞠玉梅. 2018. 基于舆情演化生命周期的突发事件网络舆情风险评估分析[J]. 情报科学, 36(10): 48–53.
- Liang G H, Ju Y M. 2018. The analysis of public opinion risk assessment of sudden events based on public relation life cycle[J]. Information Science, 36(10): 48–53. (in Chinese)
- 林琛. 2015. 基于网络舆论形成过程的舆情指标体系构建研究[J]. 情报科学, 33(1): 146–149, 161.
- Lin C. 2015. Research on the construction of public opinion indicator system based on the formation process of public voice[J]. Information Science, 33(1): 146–149, 161. (in Chinese)
- 芦山县统计局. 2022. 2021 年芦山县主要经济指标运行情况[EB/OL]. (2022–01–28) [2023–02–03]. <http://video.scms.gov.cn/gongkai/show/271a7afbea9a2c2493c088ac576555bd.html>.
- Statistics Bureau of Lushan County. 2022. The operation of major economic indicators in Lushan County in 2021[EB/OL]. (2022–01–28) [2023–02–03]. <http://video.scms.gov.cn/gongkai/show/271a7afbea9a2c2493c088ac576555bd.html>. (in Chinese)
- 泸定县人民政府. 2022. 泸定县 2021 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2022–06–28) [2023–02–03]. <http://www.luding.gov.cn/tjgb/article/326548>.
- The People's Government of Luding. 2022. The statistical bulletin of national economic and social development of Luding County in 2021[EB/OL]. (2022–06–28) [2023–02–03]. <http://www.luding.gov.cn/tjgb/article/326548>. (in Chinese)
- 马尔康市人民政府. 2022. 马尔康市 2021 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. (2022–05–16) [2023–02–03]. <http://www.maerkang.gov.cn/maerkang/c100087/202205/b0f9e953383748e393f002af0139a29e.shtml>.
- The People's Government of Maerkang. 2022. The statistical bulletin of national economic and social development of Barkam City in 2021[EB/OL]. (2022–05–16) [2023–02–03]. <http://www.maerkang.gov.cn/maerkang/c100087/202205/b0f9e953383748e393f002af0139a29e.shtml>. (in Chinese)
- 聂峰英,张畅. 2015. 移动社交网络舆情预警指标体系构建[J]. 情报理论与实践, 38(12): 64–67.
- Nie F Y, Zhang Y. 2015. Construction of indicator system for early warning of public opinion on mobile social networks[J]. Information Studies: Theory & Application, 38(12): 64–67. (in Chinese)



- 四川省财政厅,四川省地震局. 2021. 四川省财政厅四川省地震局关于下达2021年省级防震减灾转移支付资金预算的通知[EB/OL]. (2021-06-03)[2023-02-03]. <http://czt.sc.gov.cn/scczt/c102423/2021/6/3/0bb07b65910246e29545caa07be7a48b.shtml>.
- Sichuan Provincial Finance Department, Sichuan Earthquake Agency. 2021. Notice on the budget for provincial seismic prevention and disaster reduction transfer payments in 2021 issued by Sichuan Provincial Finance Department and Sichuan Earthquake Administration [EB/OL]. (2021-06-03)[2023-02-03]. <http://czt.sc.gov.cn/scczt/c102423/2021/6/3/0bb07b65910246e29545caa07be7a48b.shtml>. (in Chinese)
- 四川省应急管理厅. 2022. 雅安:“6·1”芦山地震市县抗震救灾联合指挥部召开新闻发布会[EB/OL]. (2022-06-03)[2023-02-03]. <https://yjt.sc.gov.cn/scyjt/shizhoudongtai/2022/6/3/7ed6db06aedf46c3a8e53a8431747b12.shtml>.
- Department of Emergency Management of Sichuan Province. 2022. Ya'an: Joint earthquake relief command of city and county for the Lushan Earthquake on June 1st Holds Press Conference[EB/OL]. (2022-06-03)[2023-02-03]. <https://yjt.sc.gov.cn/scyjt/shizhoudongtai/2022/6/3/7ed6db06aedf46c3a8e53a8431747b12.shtml>. (in Chinese)
- 邢云菲,王晰巍,王铎,等. 2018. 基于信息熵的新媒体环境下负面网络舆情监测指标体系研究[J]. 现代情报,38(9):41-47.
- Xing Y F, Wang X W, Wang D, et al. 2018. Research on the negative network public opinion monitoring index system based on information entropy in new media environment[J]. Journal of Modern Information, 38(9):41-47. (in Chinese)
- 雅安市统计局. 2022. 2022年雅安统计年鉴[EB/OL]. (2022-12-07)[2023-02-03]. <https://tjj.yaan.gov.cn/xinwen/show/29f0b55940c03abe9a60abcf47b1ce8c.html>.
- Statistics Bureau of Ya'an City. 2022. Ya'an statistical yearbook in 2022 [EB/OL]. (2022-12-07)[2023-02-03]. <https://tjj.yaan.gov.cn/xinwen/show/29f0b55940c03abe9a60abcf47b1ce8c.html>. (in Chinese)
- 杨柳,徐宇昭,邓春林. 2022. 高校网络舆情风险评估及预警研究[J]. 情报科学,40(5):65-72,83.
- Yang L, Xu Y Z, Deng C L. 2022. Risk assessment and early warning of university network public opinion[J]. Information Science, 40(5):65-72,83. (in Chinese)
- 张宇,傅敏,罗加蓉. 2018. 震灾网络舆情风险监测指标及其评估方法[J]. 重庆大学学报(社会科学版),24(6):33-44.
- Zhang Y, Fu M, Luo J R. 2018. Risk monitoring indexes and assessment method of network public opinion of earthquakedisaster[J]. Journal of Chongqing University(Social Science Edition), 24(6):33-44. (in Chinese)
- 中国地震局. 2022a. 中国地震局发布四川芦山6.1级地震烈度图[EB/OL]. (2022-06-04)[2023-02-03]. <https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/fzjzyw/5661356/index.html>.
- China Earthquake Administration. 2022a. China Earthquake Administration releases seismic intensity map of the Lushan  $M_s6.1$  Earthquake in Sichuan[EB/OL]. (2022-06-04)[2023-02-03]. <https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/fzjzyw/5661356/index.html>. (in Chinese)
- 中国地震局. 2022b. 中国地震局发布四川马尔康6.0级震群地震烈度图[EB/OL]. (2022-06-13)[2023-02-03]. <https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/fzjzyw/5662853/index.html>.
- China Earthquake Administration. 2022b. China Earthquake Administration releases seismic intensity map of the  $M_s6.0$  Earthquake Swarm in Maerkang, Sichuan[EB/OL]. (2022-06-13)[2023-02-03]. <https://www.cea.gov.cn/cea/xwzx/fzjzyw/5662853/index.html>. (in Chinese)
- 中国互联网信息中心. 2023. 第51次《中国互联网络发展状况统计报告》[EB/OL]. (2023-03-02)[2023-10-21]. <https://cnnic.cn/n4/2023/0302/c199-10755.html>.
- China Internet Network Information Center. 2023. The 51th Statistical Report on China's Internet Development[EB/OL]. (2023-03-02)[2023-10-21]. <https://cn-nic.cn/n4/2023/0302/c199-10755.html>. (in Chinese)
- 中华人民共和国应急管理部. 2022a. 应急管理部发布四川泸定6.8级地震烈度图[EB/OL]. (2022-09-11)[2023-02-03]. [https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202209/t20220911\\_422190.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202209/t20220911_422190.shtml).
- Ministry of Emergency Management of the People's Republic of China. 2022a. Ministry of Emergency Management releases seismic intensity map of the Luding  $M_s6.8$  Earthquake in Sichuan[EB/OL]. (2022-09-11)[2023-02-03]. [https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202209/t20220911\\_422190.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202209/t20220911_422190.shtml). (in Chinese)
- 中华人民共和国应急管理部. 2022b. 应急管理部发布2022年全国十大自然灾害[EB/OL]. (2023-01-12)[2023-02-03]. [https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202301/t20230112\\_440396.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202301/t20230112_440396.shtml).
- Ministry of Emergency Management of the People's Republic of China. 2022b. Ministry of emergency management releases the Top Ten Natural Disasters in China in 2022[EB/OL]. (2023-01-12)[2023-02-03]. [https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202301/t20230112\\_440396.shtml](https://www.mem.gov.cn/xw/yjglbgzdt/202301/t20230112_440396.shtml). (in Chinese)
- 中华人民共和国中央人民政府. 2022. 四川马尔康6.0级地震灾区灾损断道农村公路已全部恢复通行[EB/OL]. (2022-06-18)[2023-02-03]. [http://www.gov.cn/xinwen/2022-06/18/content\\_5696389.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2022-06/18/content_5696389.htm).
- The State Council of the People's Republic of China. 2022. All damaged rural roads and highways in the earthquake stricken area of the Maerkang  $M_s6.0$  earthquake in Sichuan have been restored to traffic [EB/OL]. (2022-06-18)[2023-02-03]. [http://www.gov.cn/xinwen/2022-06/18/content\\_5696389.htm](http://www.gov.cn/xinwen/2022-06/18/content_5696389.htm). (in Chinese)
- 中华人民共和国自然资源部. 2022. 响应四川芦山6.1级地震自然资源系统全力投入应急测绘和地灾排查[EB/OL]. (2022-06-02)[2023-02-03]. [https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202206/t20220602\\_2738308.html](https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202206/t20220602_2738308.html).

Ministry of Natural Resources of the People's Republic of China. 2022.

Responding to the  $M_s6.1$  earthquake in Lushan, Sichuan, the natural resources system fully mobilized for emergency surveying and mapping and geological disaster investigation [EB/OL]. (2022-06-02) [2023-02-03]. [https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202206/t20220602\\_2738308.html](https://www.mnr.gov.cn/dt/ywbb/202206/t20220602_2738308.html). (in Chinese)

Fang J, Hu J M, Shi X W, *et al.* 2019. Assessing disaster impacts and response using social media data in China: A case study of 2016 Wuhan rainstorm [J]. International journal of disaster risk reduction,

34:275-282.

He W M, Yuan Q L, Li N. 2023. Research on the characteristics of internet public opinion and public sentiment after the sichuan earthquake based on the perspective of Weibo [J]. Applied Sciences, 13(3): 1335.

Shan S Q, Zhao F, Wei Y G, *et al.* 2019. Disaster management 2.0: A real-time disaster damage assessment model based on mobile social media data—A case study of Weibo (Chinese Twitter) [J]. Safety science, 115:393-413.

## Risk Assessment and Survey of the Public Opinion on Three Earthquakes in Sichuan in 2022

YUAN Qinglu<sup>1</sup>, FANG Wanlin<sup>1</sup>, SUN Ruiting<sup>1</sup>, HU Jun<sup>2</sup>

(1. School of Economics and Management, Institute of Disaster Prevention, Sanhe 065201, Hebei, China;

2. Sichuan Branch, PICC Property and Casualty Co., Ltd., Chengdu 610016, Sichuan, China)

### Abstract

In order to accurately monitor and assess the risk of earthquake-related public opinion and to correctly guide the social opinion, based on the theory of supply-and-demand deviation, this paper constructs a risk assessment index system of the earthquake-related public opinion using a combination weighting method which consists of the analytic hierarchy process and the entropy method. The study utilizes data samples from the posts and comments on Sina Weibo, the largest social software platform in China within 7 days after the Lushan  $M_s6.1$  earthquake, the Maerkang  $M_s5.8$  earthquake, and the Luding  $M_s6.8$  earthquake which occurred in Sichuan province in 2022, to evaluate the risk of public opinion on these three earthquakes. The results show that the post-earthquake 24 hours is a critical period for the earthquake-related public opinion. The higher magnitude or the more aftershocks of an earthquake, the larger the fluctuation of the public opinion risk index. The constructed risk assessment index system is suitable for the index measurement, dynamic observation, and evolution-law analysis of multiple risks of the earthquake-related public opinion. The risk assessment index system can provide a reference for government's emergency response and for the mainstream social media's public opinion guidance after destructive earthquakes.

**Keywords:** earthquake public opinion; risk assessment; dynamic monitoring; Sichuan