

## 第3章 人际间接触式灾害信息传播模型研究

### 3.1 概 述

本章主要针对基于物理渠道的信息传播方法——人际间口头交流及通过听觉、视觉的信息自获取两种方式进行突发事件下信息传播分析。上述两种方法主要针对人际间信息传播。在人际间口头信息传播过程中,信息传播者主动将灾害信息告知其他信息受众,而在人际间信息自获取的研究中,信息传播者由于处于信息获取时间紧迫和亟须实施疏散等情况中,导致其没有足够的时间将灾害信息传播给其他承灾者。故在此情况下,其他信息未知群体需要通过自己的判断(视觉或听觉)获取信息。

人际间口头传播主要考虑了口头传播可信度、人的平均传播人数、人口密度3个影响因素;人际间信息自获取研究考虑了12个因素:人的平均高度、疏散者的平均疏散速度、人的视力、人对疏散者的好奇心、疏散中的呼喊情况、人相信信息的概率、房间中窗户的尺寸与位置、楼房的层高、环境本底声音、由房间门板导致的声音衰减、由楼层间隔板导致的声音衰减以及初始信息获取数量。本研究分析了楼内的信息自获取与人员疏散情况、门的开关状态及疏散者呼喊情况、楼层间隔板导致的不同声音衰减度、不同环境本底声音、不同初始信息携带者数量、不同人员好奇心阈值以及不同信息相信概率对信息获取的影响。

### 3.2 基于人员密度分布的口头信息传播模型研究

#### 3.2.1 口头信息传播过程分析

人际间口头传播在信息传播中的运用范围最为广泛。人们在日常交流中,无论彼此认识与否,都可以利用口头交流的方式进行信息传达。所以口头交流是最普遍、最常用且便捷的信息传播方式。但是距离是口头传播的

最大限制因素。由于口头传播基于声音的传递,而空气中声音的衰减很大,故口头交流只能在有限范围内进行信息传播。由于传播距离的局限,导致人口密度对灾害信息通过人际间口头传播效率的影响大幅增加,成为对口头信息传播效率影响最大的因子。本章的研究区域与第 2 章一样为北京市,城中心的人口密度最高,随着与城中心距离的增加,人口密度会逐渐衰减。

根据 2010 年北京市人口统计年鉴<sup>[75]</sup>,可以以天安门广场为圆心,将北京市划分为 16 个同心圆。在最中心的城市区域(最中心一环)人口密度达到 23 000 人/km<sup>2</sup>。而最外圈(第 16 环)中的人口密度仅为 200 人/km<sup>2</sup>,相差了 115 倍。如此巨大的差距也导致口头传播在城市区域的信息传播速度要远大于郊区。考虑到市区、郊区的人口密度具有极大的不均匀性,初始信息发布者的位置对信息传播速度的影响巨大,所以本研究利用蒙特卡罗方法对口头信息传播情况进行模拟。

### 3.2.2 口头信息传播模型

日本学者 Katada 对突发事件下人员的口头传播过程开展了相关实验,发现在灾害下,信息相信者平均会将灾害信息传播给以自己为圆心,半径 90 m 以内的 3.87 人。而在这 3.87 人中,79% 的人在距传播者半径 30 m 范围内;14.6% 的人在半径 30~60 m 的范围内;而 6.4% 的人在半径 60~90 m 的范围内<sup>[76]</sup>。由于本研究在计算机模拟过程中利用了方形网格进行计算,故根据上述文献实验数据,将每个网格定义为 30 m×30 m。

图 3.1 为依据上述实验结论的口头信息传播原理网格。网纹、灰色、黑色部分分别为距离信息传播者 30 m 以内、30~60 m 及 60~90 m 的区域。根据上述实验数据可以知道,网纹网格有 4 个,每个网纹网格被传播到的平均人数  $N_1 = 3.87 \times 0.79 \div 4 = 0.7643$  人;灰色网格有 8 个,每个灰色网格被传播到的平均人数  $N_2 = 3.87 \times 0.146 \div 8 = 0.0706$  人;黑色网格有 12 个,每个黑色网格被传播到的平均人数  $N_3 = 3.87 \times 0.064 \div 12 = 0.0206$  人。由于北京市人口密度较大,而口头传播有距离性限制,因此本研究中假定若某个网格中有人知道灾害信息,则默认该网格中所有人都知道灾害信息,即将人际间的口头传播过程转化为网格间的口头传播过程。

北京市在传播模拟中被分为了 30 m×30 m 的网格,总网格数超过 2000 万。根据上述传播原理,对灾害信息的口头传播过程进行了分析。在模拟中,定义时间步长为 1 min,即信息通过一个网格传播至另一个网格至

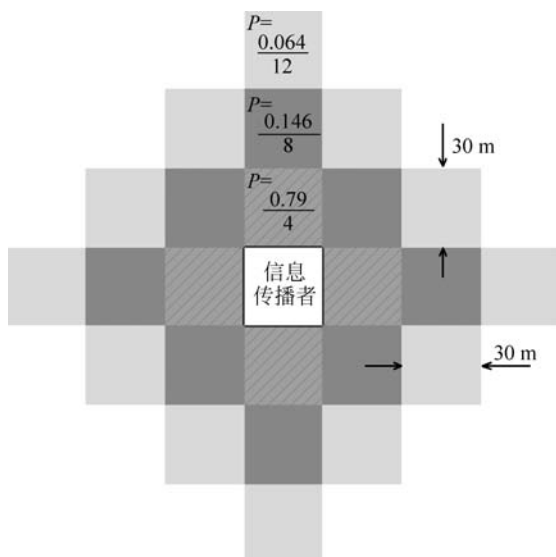


图 3.1 口头信息传播原理网格

少需要 1 min 时间。最后,考虑口头信息传播可信度,本书对不同可信度下的口头信息传播过程进行了分析。

### 3.2.3 口头信息传播模拟

本模拟以北京市为例,规模设置为 2500 万人,主要考虑口头信息可信度、平均每人传播人数和人口密度 3 个影响因素。第一,本研究考虑了城区及郊区不同人口密度下,信息通过口头传播的情况变化;第二,本研究探究了不同传播人数(网格数)对口头传播的影响,这里设置了每个传播者可以对周围 90 m 内的 24 个网格中的 3 个、4 个或 5 个网格进行传播;第三,由于口头传播可信度较低,本节还研究了不同可信度(60%、70%、80%、90%、100%)对信息传播的影响。

图 3.2 为不同地域、不同传播范围、不同可信度下灾害信息口头传播情况。首先分析不同可信度对灾害信息口头传播情况的影响。通过对灰色点虚线(60%)、灰色实线(70%)、黑色点画线(80%)、黑色虚线(90%)及黑色实线(100%)的分析可以发现,随着可信度的增加,信息传播效率越来越高,但是增幅会随着可信度的上升而下降。模拟数据显示,当可信度低于 40% 时,由于口头传播的人数较少,信息很可能会遇到传播障碍而无法成功扩散

开。并且通过对最终信息相信者数量进行分析可以发现,60%可信度情况下,近1700万人变为信息相信者;70%可信度情况下,相信者数量升至1900万,而当可信度升至100%时,相信者数量达到21万。与第2章提到的社交媒体相比,在口头传播中,可信度对最终信息相信者数量的影响要远大于在社交媒体中的影响。这是因为口头传播的人数较少,并且具有距离限制,一次传播过后,如果信息再被传入该范围,则人们容易失去对信息继续传递的兴趣,从而导致很多人在没有选择相信信息后,第二次再接触该信息的概率会相对较低,从而导致最终的信息相信者数量较少。

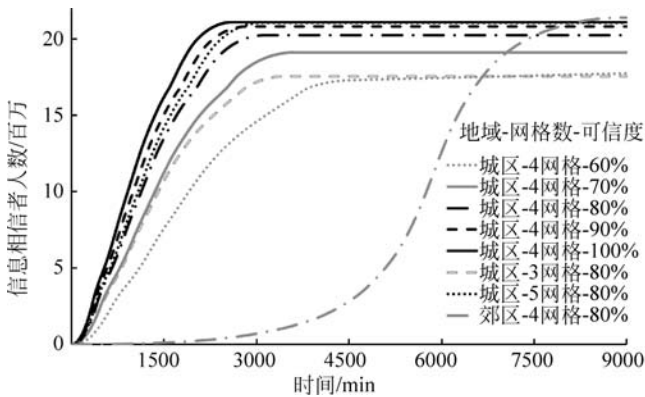


图 3.2 不同地域、不同传播范围及不同可信度下的灾害信息口头传播情况

对平均传播网格(人数)对口头灾害信息传播的影响进行分析。灰色空心虚线表示平均每个信息传播者会将信息传播至周围24格中的3个网格,黑色点虚线表示会传播给5个网格,而其他曲线则表示为传播给4个网格。通过分析可以发现,随着平均传播人数的增加,信息传播速率增加较快,但是传播网格数由3增至4对信息传播效率的影响要远大于由4增至5带来的影响。说明继续增加平均传播网格数,对整体信息获取效率的影响意义不大。结合可信度,灰色空心虚线低于灰色实线,说明传播者平均传播人数从4降至3比可信度从70%增加至80%造成的影响更大,这也反映出两影响因素间的影响力大小关系。由于平均信息传播网格增加,导致每个人平均接收到信息的次数会相应增加,所以最终信息相信者人数也会随着平均传播网格数的增加而增加。

而考虑到人口密度对口头信息传播的影响较大,本书对城区及郊区的口头信息传播过程进行了分析。图3.2中灰色点虚线为郊区传播,黑色点

画线为城区传播。可见灾害信息在郊区的口头传播速度要远低于城区,而这是由人口密度的差异所致。数据显示出在 7500 min 过后,郊区传播信息相信者数量会超过城区,这是由于在遗漏的网格数相同的情况下,郊区人口密度较低,每个网格拥有的人数较少,所以最终信息获取人数会较多。

### 3.3 信息传播模型在谣言扩散中的应用

谣言被定义为具有不确定性与重要性两种属性<sup>[77-78]</sup>,没有得到官方的认证就发出来的一种信息,并且往往会对社会产生负面影响<sup>[79]</sup>。通常在大灾害中,谣言很容易产生,而此时产生的谣言也更容易对个人安全及社会稳定造成很大的负面影响。例如,2010年匈牙利红河洪水,一个“泥巴中含有放射性物质”的谣言,让当地居民产生了很大的心理阴影<sup>[80]</sup>;欧洲在过去30年,一系列生活中常见的食物被冠上有毒且致癌的头衔,引起了不必要的公众恐慌<sup>[81]</sup>;“3·11”日本大地震导致的核泄漏,我国传出吃碘盐可有效防辐射的谣言,导致中国大量居民盲目购买碘盐,以致碘盐脱销<sup>[82]</sup>。新浪网在“3·11”日本大地震之后,做了一个关于灾害中谣言的调查<sup>[83]</sup>。调查结果显示超过80%的人是通过口头、网站、微博、电话及短信获取到谣言的,而在所有传播渠道中,口头传播为谣言传播最主要的形式,占近36%。故本研究以口头传播为主,网站、微博及电话信息传播为辅,研究了谣言在城市中的扩散情况。

目前谣言扩散模型较多,有源于SIR传染病模型<sup>[84]</sup>建立起来的SIS模型<sup>[85]</sup>和SIHR模型<sup>[86]</sup>,也有一些基于社会网络<sup>[87]</sup>和BA网络<sup>[88]</sup>的模型,同时也有一些其他著名模型,如小世界模型<sup>[89]</sup>、D-K模型<sup>[90]</sup>、Potts模型<sup>[91]</sup>及元胞自动机模型<sup>[92]</sup>等。

#### 3.3.1 八状态 ICSAR 谣言扩散模型简述

目前基于传染病模型的SIR模型仅基于一种信息,并且人员状态只包括信息未知者、传播者以及移出者3种状态。但是在真实情况下,信息往往不止1种,如在谣言、辟谣信息同时传播的情况下,就不能利用简单的SIR模型进行计算。另外,在很多情况下,并不是所有获取到信息的人都会传播信息,他们可能只持有信息,并不对信息进行传播。所以单纯的3种状态不能满足更多情况。而本研究提出的八状态ICSAR(ignorance, carrier, spreader, advocate, removal)模型可以考虑到信息持有者及信息传播者等

多种状态,从而更加精确地对信息传播进行模拟。

本章基于 SIR 传染病模型建立了八状态 ICSAR 谣言扩散模型,利用口头传播过程,对北京市的谣言扩散进行了模拟,并计算了谣言扩散风险。八状态 ICSAR 谣言传播模型中的八状态分别如下。

(1) I(ignorance),信息无知者。表示还没有获取到相关信息的人。

(2) IR(ignorant removal),信息无知移出者。表示没有获取到相关信息,并且对信息完全不感兴趣的群体。由于他们对信息完全不感兴趣,所以计算中不考虑此类群体的信息获取情况。

(3) RC(rumor carrier),谣言携带者。表示该人已经获取并相信谣言,但是由于某些原因,不对谣言进行传播。

(4) RS(rumor spreader),谣言传播者。表示已经相信谣言同时也会传播谣言的人,这类人往往是谣言扩散的关键因素。

(5) RA (rumor advocate),谣言提倡者。表示已经对谣言深信不疑的人。在模拟过程中,一旦变成谣言提倡者,其状态就不会再变化,并且谣言提倡者进行谣言传播时,因为他们往往都有充分的说服理由,故对人的影响更大。

(6) TC(truth carrier),辟谣信息携带者。表示该人已经知道谣言的实际情况,了解辟谣信息的真实性,不相信谣言,但同时由于某些原因,不会主动将辟谣信息传播给他人。

(7) TS(truth spreader),辟谣信息传播者。表示此人已经知道谣言的真实性,并将辟谣信息主动传播给其他人。谣言传播过程中,这类人往往决定了谣言扩散的总时间与规模。

(8) TA(truth advocate),辟谣信息提倡者。表示已经非常确定谣言是错误的,辟谣信息是真实的。如同谣言提倡者一样,一旦变成辟谣信息提倡者,其状态就不会再进行变化。并且此类人由于对辟谣信息拥有更多的证据与理解,在信息传播过程中对其他人的影响程度会更大。

上述对八状态 ICSAR 模型的 8 个状态进行了介绍与功能分析,但是在谣言及辟谣信息传播过程中,很多因素会共同影响信息接收情况。3.3.2 节将对各影响因素进行介绍与分析。

### 3.3.2 谣言扩散模型参数设置与分析

在谣言扩散过程中,很多因素共同决定扩散的时间、速度和规模等特性。本研究主要考虑了信息吸引度、谣言客观可识别度<sup>[93]</sup>、人员主观判断

力(会受到个人属性的影响,如年龄、性别、地域等)、信息媒介可信度、信息转发概率、增强系数、阻碍系数、专家影响等 12 个影响因素。各因素对谣言整体扩散与传播的影响也都体现出不同特征。下面将对不同影响因素进行详细介绍与功能分析。

#### (1) 信息吸引度(information attraction, $A$ )

信息吸引度表示该谣言对信息受众的影响力强度,这与谣言的具体内容以及该谣言的呈现形式有关<sup>[94]</sup>。本书用字母  $A$  来表示信息吸引度。根据谣言吸引度的定义,式(3-1)可以表示对谣言吸引度的计算:

$$A = R \times I \quad (3-1)$$

其中, $R$  为信息覆盖率,表示在研究区域内该谣言涉及的范围; $I$  表示该谣言若是真实的,后果的严重程度。下面通过例子分析信息覆盖率( $R$ )以及后果严重程度( $I$ )对谣言吸引度的影响。这里用  $A$  表示关注谣言的人的总比例。

图 3.3 为谣言吸引度的分级情况。根据不同的信息覆盖率以及后果严重程度,谣言吸引度被分为 4 个象限,共 3 级,其中每个象限中给出相应示例。其中 I 级为谣言吸引度最高的级别,此类谣言信息覆盖范围较大,后果严重程度较高。图 3.3 中右上和左下部分定义为 II 级谣言吸引度,此类谣言可能覆盖范围广但是后果不严重或后果严重但是覆盖范围较小;右下部分定义为 III 级谣言吸引度,此类谣言不仅覆盖的人数较少,并且后果严重程度较低,故可以忽略。

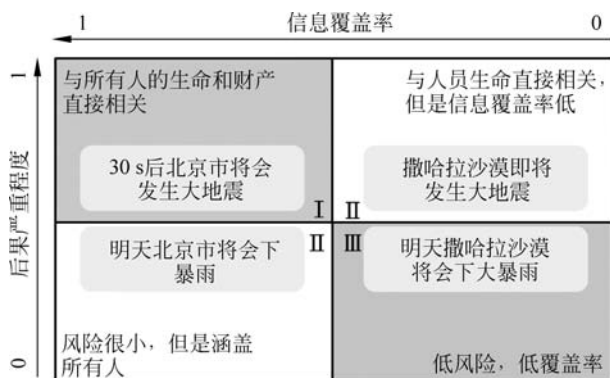


图 3.3 谣言吸引度分级情况

#### (2) 信息客观可识别度(objective identification of information, $\epsilon$ )

本研究中的信息客观可识别度涉及两类信息:谣言和辟谣信息。谣言



客观可识别度表示该谣言被信息携带者识别的难易程度。根据研究发现,在谣言听上去貌似真实,并且不能轻易证明其对错的情况下,人们更容易相信此谣言<sup>[95]</sup>。在本研究中,定义最坏的情况即所有信息携带者都无法判断出谣言的真伪性时,谣言客观可识别度 $\epsilon$ 为0。相反,当 $\epsilon$ 为1时,表示所有人都可以识别出谣言的真伪,即通过简单的常识就可以判断出谣言的真假。表3.1为本书对谣言客观可识别度的等级划分。

表 3.1 谣言客观可识别度等级划分

级 别	描 述
1	与事实完全相反,并且没有任何科学依据作为支撑
2	与事实完全相反,但是有一定的科学依据作为支撑
3	在事实上进行夸张,但是没有任何科学依据作为支撑
4	在事实上进行夸张,并且有一定的科学依据作为支撑

级别为1的谣言最容易被识别,即该谣言与事实完全相反,并且没有任何科学依据作为支撑。而4级谣言最不容易被识别,即该谣言只是对事实进行夸张,并且有一定的科学依据作为支撑(从1级到4级, $\epsilon$ 逐渐减小)。如在2011年福岛核电站泄漏导致中国人民蜂拥抢盐的事件中,有谣言认为吃碘盐可以达到防核辐射的目的。这种说法对事实进行了极大的夸张,并且该谣言通过“科学”解释促进大家相信谣言的真实性,从而很好地达到了迷惑的目的。该谣言覆盖人群较广,并且后果较为严重,所以成了中国近些年来著名的谣言之一。在现实中,谣言普遍存在。政府及相关机构应在谣言扩散期进行强力的辟谣,从而提升谣言客观可识别度,减缓谣言的扩散,降低其危害。

上述是对谣言客观可识别度的相关介绍,由于还需要考虑辟谣信息可识别度,故在本研究中, $\epsilon_1$ 表示谣言客观可识别度, $\epsilon_2$ 表示辟谣信息客观可识别度。这里对辟谣信息可识别度不多做介绍,参照谣言客观可识别度即可。对于谣言, $\epsilon_1$ 越大越容易被识别,而对于辟谣信息, $\epsilon_2$ 越小越容易被识别。

### (3) 人员主观判断力(subjective identification of people, S)

对于相同一条谣言,不同的人有不同的看法和见解,从而导致对谣言的相信概率不同。而人员主观判断力会根据年龄、受教育水平和性别的变化而变化<sup>[96]</sup>。主观判断力强的人更容易识别谣言,而主观判断力弱的人只有在外界辟谣信息多且说服力强的情况下,加大其主观判断力,才能帮助其对谣言进行较好的识别<sup>[97]</sup>。本研究中,人员主观判断力S定义为年龄A、受



教育水平  $E$  与性别  $G$  的函数,如式(3-2)所示:

$$S = f(A, E, G) \quad (3-2)$$

$S$  为 1 说明人的主观判断力极强,可以识别所有的谣言,而  $S$  为 0 说明该人毫无主观判断力。

通过对 370 份调查问卷进行分析(见附录),本书收集了年龄、性别、受教育程度与谣言传播及相信概率的数据。问卷中使用了 3 个国内较为著名的谣言作为测试案例,包括 2011 年福岛核泄漏导致的抢盐事件、2008 年通过羊肉串传播艾滋病的事件以及 2008 年芦柑长蛆虫事件。基于统计数据,对不同群体中的人员主观判断力进行了计算。通过分析不同年龄组别的统计数据,以 16~25 岁组别为例(见式(3-3)),可以得到该组别对主观判断力的影响系数。

$$C_A(16 \sim 25) = \sum_{i=1}^n \frac{P_{\text{group}(i)}(\text{rumor})}{P_{16 \sim 25}(\text{rumor})} \cdot P(\text{group}(i)) \quad (3-3)$$

其中,  $C_A(16 \sim 25)$  为 16~25 岁组别的年龄影响系数;  $P_{\text{group}(i)}(\text{rumor})$  为组  $i$  中对谣言的平均相信概率;  $P_{16 \sim 25}(\text{rumor})$  表示 16~25 岁组别对谣言的平均相信概率,  $P(\text{group}(i))$  为真实情况下组别  $i$  中人数占总人数的比例。

其他年龄组以及受教育程度、性别组的影响系数计算也可以通过相同方式得到。经过计算,不同影响因子的影响系数由表 3.2 列出。

表 3.2 年龄、受教育程度、性别对人员主观判断力影响系数

$C_A$	16~25 岁	26~35 岁	36~45 岁	46~55 岁	55 岁以上
	1.085	1.256	0.928	0.976	0.756
$C_E$	文盲	小学	初中	高中	大学本科及以上
	0.724	0.885	1.039	1.115	1.237
$C_G$	男性			女性	
	1.052			0.948	

#### (4) 信息媒体的可信度( $P_b$ )

可信度表示信息媒介使用者相信该信息媒介传播出的信息的概率,不同信息媒介有不同的可信度。较低的媒体可信度会让使用者不相信该媒体发出的消息,即使该媒体发出了正确的信息,也不会被广大群众接受。然而,高媒体可信度也不能说明高信息传播能力。所以,如何使用具有不同特征的信息传播媒介达到阻碍谣言传播的目的是关键问题。

#### (5) 信息转发概率( $P_s$ )

本研究中的信息转发概率表示在所有的信息携带者中,信息转发者的

比例(这个参数与聚集系数有关),在真实情况中,加强每个人的关系会有助于提高信息转发的概率与次数,能达到有效阻止谣言继续大规模蔓延的目的<sup>[98]</sup>。较高的信息转发概率虽然会使谣言传播以指数形式快速增长,但是在辟谣过程中,能同样快速地抑制谣言的传播。

#### (6) 加强系数( $c_1$ )

通常情况下,由于信息传播者不仅知道信息,且愿意将信息传播给他人,因此说明信息传播者往往比信息携带者具有更强的信息相信程度,而增强系数(本研究用  $c_1$  表示)就反映了信息传播者与信息携带者之间对信息坚信程度的差异。 $c_1$  为 1 说明信息传播者与信息携带者具有相同的信息相信程度, $c_1$  大于 1 说明信息传播者对信息的相信程度更强,强度为信息携带者的  $c_1$  倍。

#### (7) 阻碍系数( $r$ )

当信息不同时,与从他人处获取的信息相比,人们更愿意相信自己已知的信息。本研究用阻碍系数表示人们更愿意相信自己信息的程度。阻碍系数越大,表示信息携带者越不愿意接受他人传播的不同信息的程度。

#### (8) 专家影响( $x$ )

专家具有权威性,专家的指导意见会大大影响群众的判断<sup>[99]</sup>。在辟谣过程中,官方的权威信息是抑制谣言继续大规模扩散的关键。然而,专家影响不仅限于官方辟谣专家,对于那些谣言提倡者(RA),他们 also 具有很强的说服力,能够让持有不同信息的人相信他们,变成谣言携带者。所以在本研究中,将谣言提倡者(RA)与辟谣信息提倡者(TA)看作专家,并赋予他们更强的说服能力,本研究中,定义他们具有专家影响  $x$  ( $x$  为 1 说明无专家影响; $x$  大于 1 说明专家说服力为普通人的  $x$  倍)。

#### (9) 信息传播率(Ra)

信息传播率描述信息传播者在不同场所主动传播信息的欲望值。本章中主要考虑了地铁、公交车、出租车、办公室以及家庭共 5 个场所。在不同的公共场所下,信息携带者主动传播信息的概率是不一样的。亲密度越大时,传播信息的概率也越大。以上 9 个影响因素主要与谣言传播相关,下面对 3 个辟谣信息传播影响因素进行分析。图 3.4 为政府官方辟谣对谣言传播的影响。此处谣言扩散被分为 5 个阶段:谣言孕育、谣言发生、谣言扩散、谣言衰减、谣言消失。由于谣言在孕育时期很难被察觉,故辟谣的重要阶段往往是谣言发生时期至谣言衰减时期。政府及相关部门可以通过提高谣言监控能力以及延长辟谣时间来达到降低谣言扩散规模的目的。同时,