

孙燕玲,闫爱霞,王健. 基于信息扩散理论的淄博市高影响天气关注度研究[J]. 陕西气象, 2023(2): 74-80.

文章编号: 1006-4354(2023)02-0074-07

基于信息扩散理论的淄博市高影响天气关注度研究

孙燕玲^{1,2}, 闫爱霞³, 王健^{1,2}

(1. 山东省气象防灾减灾重点实验室, 济南 250031; 2. 淄博市气象局, 山东淄博 255048;
3. 正镶白旗气象局, 内蒙古锡林郭勒 013800)

摘要: 基于 2016—2019 年淄博市气象台发布的预报预警信息与气象服务信息, 运用信息扩散理论分析社会公众对高影响天气事件的关注度, 重点对比研究高影响天气在声讯电话和微信方式下的关注度, 并对高影响天气关注度的理论值与统计值进行相关性检验。结果表明: 社会公众对高影响天气的关注方式正从传统的声讯电话拨打向新媒体的微信阅读转变。声讯电话方式下, 公众对高影响天气的关注度从高到低依次为一般性降水、大雾、大风、暴雪、暴雨、雷暴、寒潮、高温、台风; 微信方式下, 公众对高影响天气的关注度由高到低依次为一般性降水、大雾、暴雪、雷暴、大风、暴雨、寒潮、高温、台风; 社会公众对高影响天气的关注度在微信方式下比声讯电话方式下高。基于信息扩散理论计算出社会公众对高影响天气的关注度可信度高, 经检验, 高影响天气关注度理论值与统计值的相关性在声讯电话方式下比微信方式更显著, 拟合效果更好。

关键词: 信息扩散理论; 高影响天气; 风险关注度

中图分类号: P49

文献标识码: A

IPCC 第六次评估报告^[1]表明, 在全球气候变暖的背景下, 极端天气气候事件发生的强度、频次和持续时间不断增加, 对人类社会经济发展和生态环境产生了重大影响。我国作为世界上气象灾害最严重的国家之一^[2], 社会公众对各种高影响天气的关注越来越高。由于高影响天气属于小概率事件, 不确定性强^[2], 因此定量分析社会公众在不同方式下对高影响天气的关注度风险水平, 并对其开展气象风险评估迫在眉睫。高影响天气是较小样本事件, 应用传统概率统计方法得到的概率统计结果有时不可靠^[2]。因此, 目前研究大多利用基于模糊数学和信息扩散理论的风险评估方法来模拟公众对高影响天气的关注度。郭树军等^[3]利用信息扩散理论建立暴雨内涝风险评估模型; 李霞等^[4]、栾健等^[5-6]将信息扩散理论用于雷电天气关注度研究; 王学林等^[7]、管玥等^[8]将信息扩散理论应用于农业气象灾害风险评估; 王

春梅等^[9]利用信息扩散理论将公众对雾霾天气的关注度水平进行等级划分; Yu 等^[10]应用信息扩散理论评估长江流域气象灾害风险; Chen 等^[11]将信息扩散理论运用于水环境质量分析, 这些研究成果对防灾减灾工作起到了一定的指导作用。

声讯电话 12121 和微信公众号作为气象部门向社会公众发布气象信息的重要平台^[12], 通过分析其与高影响天气的关系可以得到社会公众对不同高影响天气的关注度情况。刘春红等^[13]利用信息扩散理论研究社会公众对降水类天气气象风险的关注情况; 罗慧等^[2, 14-16]基于信息扩散理论定量分析社会公众对不同高影响天气的关注度风险水平和关注人数, 研究发现与直方图估计的方法相比, 其精确度更高, 拟合效果较好。目前, 对于山东省各地的声讯电话 12121 拨打量特征性分析已有一些研究。李锁玲等^[17]和王丽^[18]对菏泽和德州声讯电话 12121 拨打量进行分析, 结果表

收稿日期: 2022-05-16

作者简介: 孙燕玲(1990—), 女, 汉族, 山东潍坊人, 本科, 工程师, 主要从事气象服务及防灾减灾研究。

基金项目: 山东省气象局青年科研基金(2019SDQN12)

明拨打量的季节变化趋势明显,且与天气密切相关。上述研究虽然在社会公众对不同高影响天气的关注度方面做了一些工作,但缺乏对淄博市高影响天气关注度的进一步探究,且高影响天气在微信公众号方式下的关注度研究还较为少见。为此,本文以信息扩散理论为依据,模拟淄博市社会公众对高影响天气的关注度,重点对比分析高影响天气在声讯电话 12121 和微信公众号方式下的关注度,为决策者制定科学措施和方法提供理论支撑。

1 资料与方法

1.1 资料来源

利用淄博市气象台发布的预报预警信息,选取 2016—2019 年影响公众生活的 9 类高影响天气,主要包括台风、高温、寒潮、一般性降水、暴雨、暴雪、雷暴、大雾和大风。结合声讯电话 12121 拨打次数数据和“淄博气象”微信公众号阅读量数据,运用信息扩散理论来模拟社会公众对 9 类高影响天气的关注度。

1.2 研究方法

根据信息扩散理论^[3-5],假设社会公众对高影响天气关注度的论域为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, u_n 为大于且接近最大声讯电话拨打量和微信阅读量的整数。实际发生 9 类高影响天气的声讯电话拨打量和微信阅读量变化范围是 [201, 16 481], 考虑到计算精度的要求,确定 u_n 为 16 500。取 34 个控制点 ($n=34$), 将连续论域按等间距 500 取点, 构成离散论域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\} = \{0, 500, 1 000, 1 500, \dots, 16 500\}$ 。

按照离散论域,将每一种高影响天气样本携带的信息扩散给 U 中的所有点,

$$F_j(u_i) = \frac{1}{h\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(y_j - u_i)^2}{2h^2}\right) \quad (1)$$

式中, $F_j(u_i)$ 表示某一种高影响天气样本 y_j ($j=1, 2, \dots, m; m$ 为样本个数) 到点 u_i ($i=1, 2, \dots, n$) 上的信息量; u_i 为信息吸收点, 是高影响天气论域内某个取值; h 为扩散系数, 表示信息扩散的控制范围, 数值与样本容量有关, 可根据样本集合中样本的最大值 b 、最小值 a 和 m 来确定。

$$h = \begin{cases} 1.6987(b-a)/(m-1), & 1 < m \leq 5 \\ 1.4456(b-a)/(m-1), & 6 \leq m \leq 7 \\ 1.4203(b-a)/(m-1), & 8 \leq m \leq 9 \\ 1.4208(b-a)/(m-1), & m \geq 10 \end{cases} \quad (2)$$

令

$$\mu_{y_j}(u_i) = \frac{F_j(u_i)}{\sum_{i=1}^n F_j(u_i)} \quad (3)$$

$\mu_{y_j}(u_i)$ 称为样本 y_j 的归一化信息分布, 对 $\mu_{y_j}(u_i)$ 进行处理, 得到一种效果好的风险评估结果。令

$$q(u_i) = \sum_{j=1}^m \mu_{y_j}(u_i) \quad (4)$$

其物理意义是: 由 $\{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ 经信息扩散推断出, 如果实际的社会公众对高影响天气关注度只能取 u_1, u_2, \dots, u_n 中的一个, 那么, 在将 y_j 均看作样本代表时, 实际社会公众对高影响天气关注度为 u_i 的样本个数为 $q(u_i)$ 个。显然, $q(u_i)$ 通常不是一个正整数, 但一定是一个不小于零的数。

再令

$$P(u_i) = \frac{q(u_i)}{Q} = \frac{q(u_i)}{\sum_{i=1}^n q(u_i)} \quad (5)$$

事实上, Q 就是各 u_i 点上样本数的总和, $P(u_i)$ 就是样本落在 u_i 处的理论概率。

令

$$P(u_i) = \frac{r_i}{n} \quad (6)$$

其物理意义是: 将某一种高影响天气声讯电话拨打量和微信阅读量 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ 对应到离散论域 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$ 中, 取 y_m 对应论域 U 中的某一个控制点 u_i , 计算控制点 u_i 的样本总和为 r_i , $P(u_i)$ 就是样本落在 u_i 处的统计概率。显然

$$P(u \geq u_i) = \sum_{k=1}^n P(u_k) \quad (7)$$

式中, $P(u \geq u_i)$ 就是某一种高影响天气的超越概率风险估计值, 由理论概率计算得到的是社会公众对高影响天气超越概率关注度的理论值, 称为社会公众对高影响天气关注度理论值; 由统计概率计算得出的称为社会公众对高影响天气关

注度统计值。

2 结果与分析

2.1 高影响天气的声讯电话拨打量和微信阅读量特征

由预报预警信息可看出,台风、高温、暴雨多发生于夏季,寒潮和暴雪一般发生在冬季,而其他高影响天气在全年都有发生。其中,一般性降水发生的频次最多,其次为雷暴、大风,大雾、高温、暴雨和寒潮,台风和暴雪发生的次数最少。从社会公众声讯电话拨打量(图 1)来看,当台风、高

温、寒潮、暴雨、雷暴和大风发生时,声讯电话拨打次数较多,而一般性降水、大雾和暴雪发生时声讯电话拨打次数较少。微信阅读量(图 2,见第 77 页)与之一致,不过数量小于电话拨打量。并且 2016—2019 年,寒潮、一般性降水、暴雪、大雾和大风天气电话拨打量逐渐减少,而微信阅读量逐渐增加。由此看出,社会公众对高影响天气的关注方式正从传统的声讯电话拨打方式向新媒体的微信阅读方式转变。

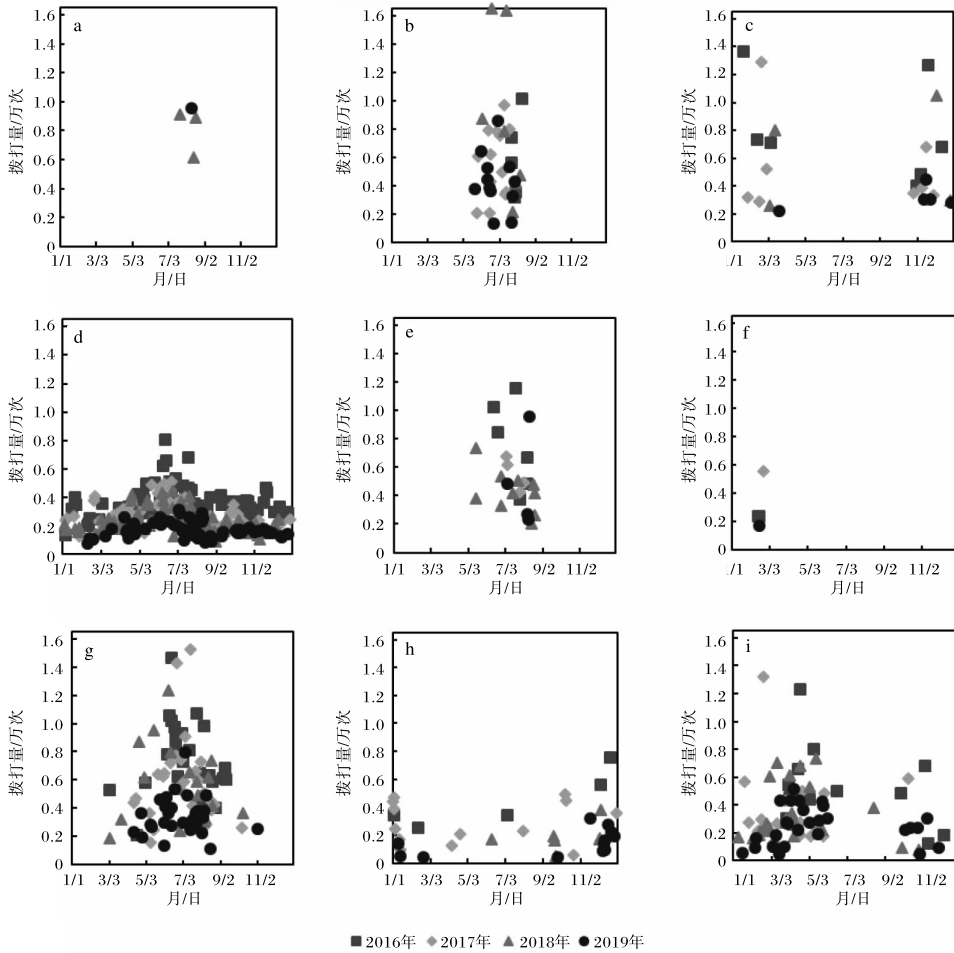


图 1 2016—2019 年高影响天气的声讯电话拨打量分布
(a 台风, b 高温, c 寒潮, d 一般性降水, e 暴雨, f 暴雪, g 雷暴, h 大雾, i 大风)

2.2 声讯电话和微信方式下社会公众对高影响天气的关注度对比

根据信息扩散理论公式(1)~(5)和(7)计算得出声讯电话和微信方式下社会公众对高影响天气的风险关注度 P (图 3、图 4)。社会公众对高影

响天气的关注度随着声讯电话拨打量(微信阅读量)的增加而逐渐增加。在声讯电话方式下,公众对高影响天气的关注度,从高到低依次为一般性降水、大雾、大风、暴雪、暴雨、雷暴、寒潮、高温、台风。在微信方式下,公众对高影响天气的关注度,

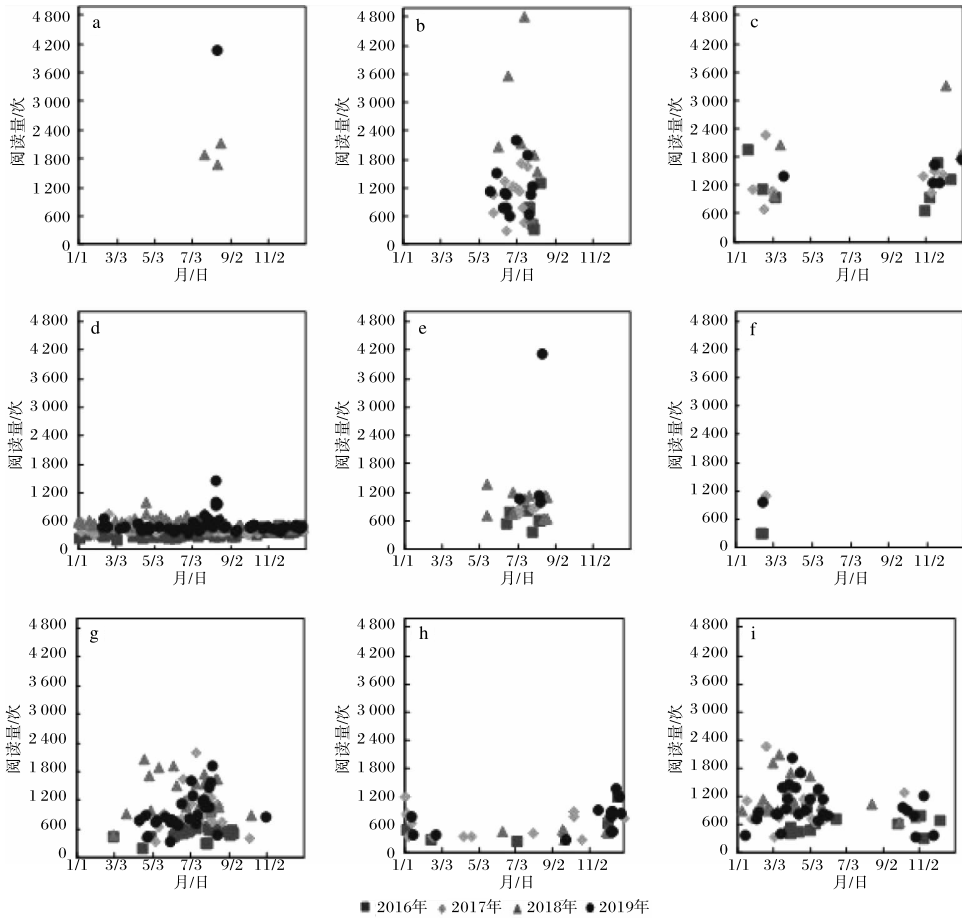


图2 2016—2019年高影响天气的微信阅读量分布(a 台风, b 高温, c 寒潮, d 一般性降水, e 暴雨, f 暴雪, g 雷暴, h 大雾, i 大风)

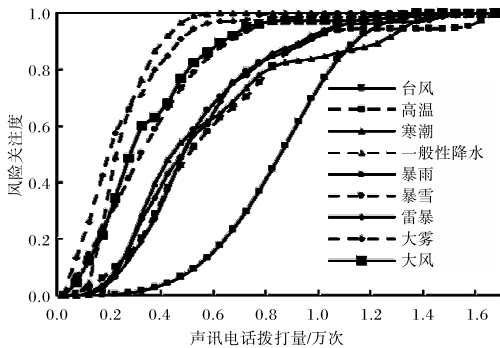


图3 声讯电话方式下社会公众对高影响天气关注度分布

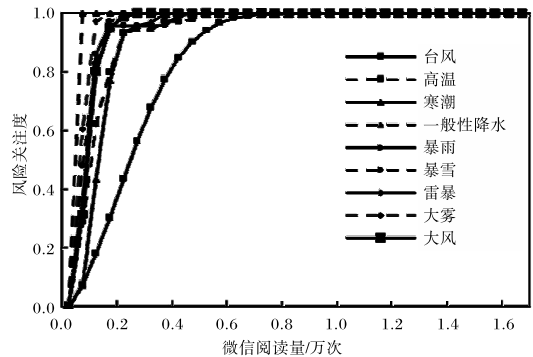


图4 微信方式下社会公众对高影响天气关注度分布

从高到低依次为一般性降水、大雾、暴雪、雷暴、大风、暴雨、寒潮、高温、台风。对比两种方式下公众对高影响天气的关注度,结果表明,公众在微信方式下对高影响天气(台风、高温、寒潮、一般性降水、暴雨、暴雪、雷暴、大雾、大风)比在声讯电话方式下关注度高。

2.3 基于信息扩散理论的高影响天气关注度的检验

为了验证本文所采用的信息扩散理论模拟方法,运用信息扩散理论和超越概率理论计算处理原始数据,得出统计值与理论值进行对比检验,并进行拟合效果对比。

在声讯电话和微信方式下,公众对9类高影

响天气的关注度理论值与统计值拟合效果较好(图5、图6)。声讯电话和微信方式下,低拨打量(阅读量)区域台风的理论值高于统计值,而在高拨打量(阅读量)区域台风的理论值高于统计值,而在高拨打量(阅读量)区域理论值低于统计值。暴雪在声讯电话方式下,低拨打量(阅读量)区域理论值

高于统计值,高关注水平区域理论值低于统计值,而在微信方式下,理论值与统计值相当。其余高影响天气(高温、寒潮、一般性降水、暴雨、雷暴、大雾、大风)在声讯电话和微信方式下理论值与统计值基本一致。

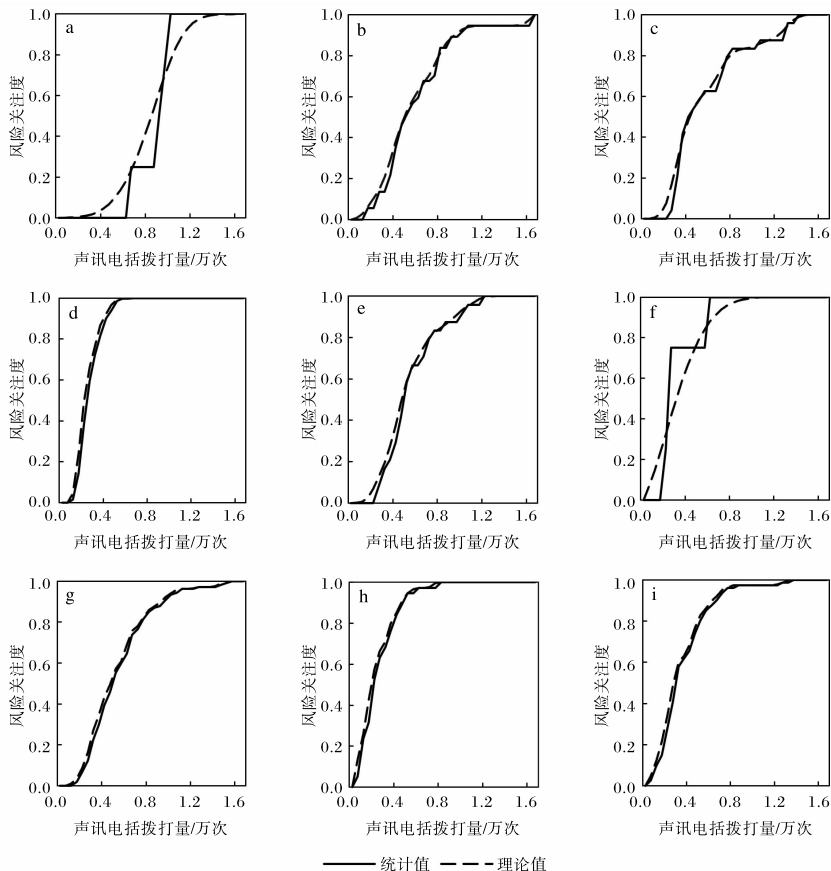


图5 声讯电话方式下社会公众对高影响天气关注度的分布对比图(a 台风,b 高温,c 寒潮, d 一般性降水,e 暴雨,f 暴雪,g 雷暴,h 大雾,i 大风)

为了进一步验证信息扩散理论计算出的风险关注度是否能准确反映出实际情况,分别对9类高影响天气的统计值和理论值进行相关性检验。经过计算,在声讯电话方式下,台风、高温、寒潮、一般性降水、暴雨、雷暴、大雾、大风的统计值和理论值通过显著性水平 $\alpha=0.01$ (相当于置信度为99%)检验,暴雪的通过 $\alpha=0.05$ (相当于置信度为95%)检验。在微信方式下,高温、寒潮、一般性降水、雷暴、大风统计值和理论值通过了 $\alpha=0.01$ 的显著性水平检验,暴雨、大雾通过了 $\alpha=0.05$ 的显著性水平检验,台风、暴雪统计值和理论值未通过显著性水平 $\alpha=0.05$ 的检验。由此可

见,声讯电话方式下高影响天气发生时理论值与统计值的相关性比微信方式更显著,拟合效果更好。基于信息扩散理论计算出的社会公众对高影响天气的关注度可信度较高,能够准确反映出实际情况。

3 结论与讨论

(1)当台风、高温、寒潮、暴雨、雷暴和大风发生时,声讯电话拨打量和微信阅读量较多;而一般性降水、大雾和暴雪发生时两者则较少;且微信阅读量小于声讯电话拨打量。从2016—2019年,社会公众对高影响天气的关注方式正从传统的声讯电话拨打向新媒体的微信阅读来转变。

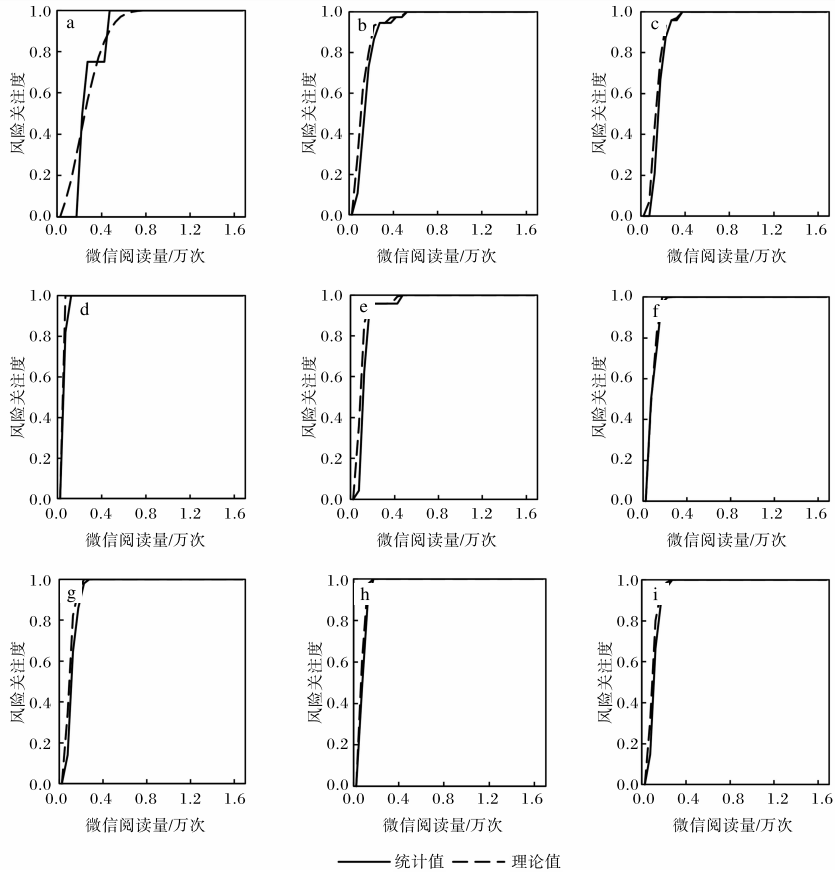


图6 微信方式下社会公众对高影响天气关注度的分布对比图(a 台风,b 高温,c 寒潮, d 一般性降水,e 暴雨,f 暴雪,g 雷暴,h 大雾,i 大风)

表1 声讯电话和微信两种方式下高影响天气发生时理论值与统计值的相关系数

	台风	高温	寒潮	一般性降水	暴雨	暴雪	雷暴	大雾	大风
电话	0.9648**	0.9274**	0.9327**	0.6954**	0.9181**	0.8396*	0.9182**	0.7374**	0.8202**
微信	0.7465	0.5455**	0.5412**	0.2927**	0.4699*	0.4352	0.4496**	0.3838*	0.4552**

注:* 为通过 0.05 显著性检验,** 为通过 0.01 显著性检验。

(2)声讯电话方式下,公众对高影响天气的关注度从高到低依次为一般性降水、大雾、大风、暴雪、暴雨、雷暴、寒潮、高温、台风。微信方式下,公众对高影响天气的关注度由高到低依次为一般性降水、大雾、暴雪、雷暴、大风、暴雨、寒潮、高温、台风。社会公众对高影响天气(台风、高温、寒潮、一般性降水、暴雨、暴雪、雷暴、大雾、大风)在微信方式下比声讯电话方式下关注度高。

(3)利用信息扩散理论计算高影响天气关注度理论值,并与统计值进行相关性检验,声讯电话方式比微信方式相关性更显著,拟合效果更好。基于信息扩散理论计算出的社会公众对高影响天

气的关注度可信度较高,能够准确反映出实际情况。

参考文献:

[1] IPCC. Climate change 2021: the physical science basis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2021.

[2] 罗慧,张雅斌,刘璐,等. 高影响天气事件公众关注度的风险评估[J]. 气象,2007,33(10):15-22.

[3] 郭树军,曾凡雷,王嘎,等. 基于信息扩散技术的暴雨内涝风险评估模型[J]. 气象科技,2017,45(6):1077-1082.

[4] 李霞,宋喃喃,刘银萍,等. 基于信息扩散理论的江

- 苏省雷电灾害风险评估[J]. 暴雨灾害, 2021, 40(5):564-568.
- [5] 栾健,李家启,肖稳安,等. 基于信息扩散理论的雷电天气关注度研究[J]. 西南师范大学学报(自然科学版), 2013, 38(9):143-149.
- [6] 栾健,李家启,林中冠,等. 基于闪电定位系统和人工观测的雷电关注度对比分析[J]. 西南大学学报(自然科学版), 2014, 36(9):163-168.
- [7] 王学林,黄琴琴,柳军. 基于信息扩散理论的南方双季早稻气象灾害风险评估[J]. 中国农业气象, 2019, 40(11):712-722.
- [8] 管玥,刘佳鸿,何奇瑾,等. 基于信息扩散理论分析华北平原夏玉米花期高温热害的风险概率[J]. 中国农业气象, 2021, 42(7):606-615.
- [9] 王春梅,叶春明. 基于信息扩散理论的雾霾天气关注度研究[J]. 物流工程与管理, 2016, 38(6):187-190.
- [10] YU X B, LIC L, HUO T Z, et al. Information diffusion theory-based approach for the risk assessment of meteorological disasters in the Yangtze River Basin[J]. Natural Hazards, 2021, 107:2337-2362.
- [11] CHEN H T, XIE K K, WANG W C. Water environment quality analysis based on information diffusion theory and fuzzy neural network[J]. Nature Environment and Pollution Technology, 2020, 19(4):1585-1592.
- [12] 樊晓玲,向丽,王春辉,等. 汉中 12121 声讯电话拨打量分析[J]. 陕西气象, 2012(6):41-43.
- [13] 刘春红,王逸鹏,王萌萌,等. 基于 12121 拨打量的降水天气关注度的分析[J]. 中低纬山地气象, 2019, 43(1):85-88.
- [14] 罗慧,李良序,张彦宇,等. 气象风险源的社会关注度风险等级分析方法[J]. 气象, 2008, 34(5):9-13.
- [15] 罗慧,姚东升,李素琴,等. 陕西不同区域的社会公众对雷暴天气事件的风险关注差异比较[J]. 陕西气象, 2009(S1):11-14.
- [16] 罗慧,吴宁强,张雄,等. 咸阳高影响天气事件风险评估方法[J]. 陕西气象, 2008(3):33-36.
- [17] 李锁玲,孟瑞娟,刘学清,等. 影响菏泽“12121”电话拨打量的因素及发展探讨[J]. 山东气象, 2012, 32(3):61-64.
- [18] 王丽. 2008—2010 年德州市气象信息服务综合分析[J]. 现代农业科技, 2011(12):37-38.