

Rainstorm Warning Information in Beijing: Exploring the Local Perceptions and Views

Fangping Wang^{1,2}, Hanping Zhao^{1,2*}, Weihua Cao³, Xiaoxue Zhang^{1,2}

¹ Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education, Faculty of Geographical Science, Beijing Normal University, Beijing 100875, China

² Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs & Ministry of Education, Faculty of Geographical Science, Beijing 100875, China

³ The institute of urban meteorology, CMA, Beijing 100089, China

Received September 23, 2018

Accepted November 11, 2018

Abstract

Based on the public's cognition, evaluation and expectation of rainstorm warning information in Beijing, the descriptive statistics and non-parametric test methods were used for data analysis. The results show that more than 80% of the public can recognize the importance of rainstorm warning, but only half of the public pay attention to the rainstorm warning information. As for the method of issuing early warning, the village broadcasting and electronic display, and network communication channels need to be strengthened. Although the rainstorm warning information was released in time, the update process was not effectively communicated, and the information update period was long, it could not meet the public's demand for real-time attention to heavy rain. As far as the content of the warning information is concerned, false alarm effects of the rainstorm warning exist. According to the results, it is concluded that lead time can be extended by adding the update of warning information, and the probability of rainfall could be introduced to rainstorm warning information. These guide the design of rainstorm warning and promote understanding how the public responds to the warning.

Keywords: warning information, rainstorm warning, cry-wolf effect, Beijing

北京市暴雨预警信息:探索地方认知和观点

王方萍^{1,2}, 赵晗萍^{1,2*}, 曹伟华³, 张晓雪^{1,2}

1. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875, 中国
2. 北京师范大学, 民政部/教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875, 中国
3. 中国气象局北京城市气象研究所, 北京 100089, 中国

摘要: 基于北京市公众对暴雨预警信息发布方式和内容的认知、评价与期望, 采用描述统计和非参数检验方法进行数据分析。研究表明, 80%以上公众能认识到暴雨预警的重要性, 但只有一半的公众每天关注暴雨预警信息。就预警发布方式而言, 村镇广播和电子显示屏及网络传播渠道有待加强; 暴雨预警信息虽然发布及时但过程更新未能有效传达, 且信息更新周期较长, 不能满足公众对暴雨实时关注的需求。就预警信息内容而言, 存在暴雨预警虚警效应。根据结果得出可通过预警信息更新将预警发布提前期延长。发布暴雨预警等级信号的同时, 增加降雨概率的信息。本研究为指导预警信息设计, 促进理解公众对预警的响应提供思路。

* Corresponding author: 201531480035@mail.bnu.edu.cn

通讯作者简介: 赵晗萍 (1977-), 女, 汉, 副教授, 博士

研究方向: 灾害风险评价、离散系统仿真、应急响应技术

资助项目: 国家自然科学基金(41471424); 中央高校基本科研业务费专项资金资助

关键词：预警信息；暴雨预警；虚警效应；北京市

1. 引言

尽管极端天气事件预测有所改善，但公众不响应天气预警仍然是一个问题。虽然可能有很多原因导致公众不响应天气预警，但一个重要原因可能是预警发布方式。如北京市 2012 年“七·二一”特大暴雨事件，气象部门于 7 月 21 日 09 时 30 分发布暴雨蓝色预警，14 时升级为暴雨黄色预警，18 时 30 分升级为暴雨橙色预警，22 时发布继续保持暴雨橙色预警，并 22 日 01 时降级为暴雨蓝色预警，3 时 50 分解除暴雨蓝色预警。预警信息平均每四小时更新一次，尽管这样，预警并未被公众和相关防灾部门接受并重视，没有及时采取有效的应对措施，2012 年 7 月 21 日至 22 日两日内造成经济损失 116.4 亿元，至少 79 人死亡。预警发布渠道、预警信息更新频率或确定性预警发布形式等都可能是导致此次事件的原因。有研究^[1]表明，对夜间低温的概率预测会产生比确定性预测更好的决策，因为它可以让人们更好地区分需要采取预防措施的情况。且当单值预测误差增加时，这种概率预测的优势增加，表明承认预测中的不确定性可以抵消预测误差的负面影响。

对基于预测的天气预警，另外可能影响公众对天气预警的响应的因素是预警发布提前期和预警信息质量。预警系统减少危险后果的前提是在合适的提前期内采取降低风险

的措施。先前的研究已经反复证明，预警系统过于敏感，会产生过多的误报，错误警报会降低公众对后续预警的信任度从而降低对预警的响应^[2-7]，这种现象被称为“cry wolf”效应^[8]。如 2013 年 7 月 15 日，北京市气象台 00 时 40 分发布暴雨黄色预警。有了“七·二一”特大暴雨的经历，各部门对此投入了大量的物力人力进行应对，但这次降雨并未形成暴雨过程。从新浪微博的公众评论可知（如图 1），公众却因此次错误预警对预警信息的可靠性产生了怀疑。相反，如果它不够敏感，它可能无法在事件即将发生时发出信号，或者它可能会在非常短的提前期内发出警告，以至于不能采取保护措施来减少损失^[9-10]。

由于预测不确定性最初得到承认，因此在预测中尽管存在错误预警，只要包含不确定性估计就会保持预警的可信度。因此，不确定性信息也可以保持存在错误预警时的可靠性^[11]。此外，不确定性信息可以使用户更有效的理解所面临风险^[12-14]。事实上，日常用户可能会设想确定性预测和高的预警错误率的范围值，当出现极端预测时他们会认为预测结果是夸张的^[12,15]。由于这些直觉，如果没有提供有效的不确定性估计，人们实际上可能会低估某些情况下的风险。而且也可能将排除不确定性估计的预警视为不完整和不可靠。这些因素组合可能会影响公众对天气预警的响应。



图 1 2013 年 7 月 15 日北京市暴雨预警公众评论

Figure 1 Public comment on rainstorm warning in Beijing on July 15, 2013

正确的风险认知和对预警的信任是预警系统成功的基础^[16]。Mileti 和 O'Brien(1992 年, 第 42 页)指出公众收到的预警信息如来源、渠道、准确性、频率、一致性和清晰度是决定其进行风险认知的关键因素^[17]。由此可知, 预警信息发布渠道、更新频率、预警信息质量、公众风险认知等在预警响应中发挥着重要作用。通过了解公众如何回应预警对于确定应向人群传播哪些信息, 进而改善虚警效应和把握合适的提前期至关重要, 以增加公众对当局的信任以及灾害发生时采取行动的能力^[18]。本文尝试通过实证研究, 获取公众对暴雨预警信息的评价及期望, 进而提取改进暴雨预警信息传播方式、信息内容和发布形式的方法, 以期设计个性化的预警信息, 更贴合公众对预警的实际需求。

2. 方法与材料

2.1 问卷设计

利用陈述偏好(SP)调查^[19]方法分析北京市突发地质灾害隐患点居民对暴雨预警的认知、评价及期望。SP 调查方法也称“意向调查”, 指调查者根据假设情境, 设计调查问卷, 获取被调查者自述信息中反映的个人偏好。SP 调查方法是获取公众风险认知和主观意愿的有用工具, 以便理解决策者对预警的响应行为^[19]。它也提供了从同一受访者收集多个回复的机会。Matyas 等^[20]使用 SP 调查方法分析佛罗里达游客在飓风威胁下风险认知的和疏散决策。

为了评估暴雨预警信息发布效用, 并获取公众对暴雨预警信息的需求, 使用家庭调查收集数据。调查问卷的设计和修订基于预警响应过程研究的文献综述和一系列小组讨论和预调研。Mileti 和 O'Brien 指出风险认知是预警信息和预警接收者个人特征的函数^[17]。回顾预警响应过程研究, 以保证合理和科学地设计预警认知因子。小组讨论在相关政府机构之间进行。小组讨论的目的是评估当地的暴雨预警信息内容涉及范围。随后进行了预调研, 以进一步辨别和纠正调查问卷的潜在问题。

问卷包括四个主要部分。第一部分讨论了公众对灾害的风险认知及其灾害经历。受访者被问及近年北京市最严重的灾害或环境问题(1. 空气污染, 2. 城市火灾, 3. 城市内涝, 4. 暴雨, 5. 山林火灾, 6. 高温热害, 7. 扬沙, 8. 干热风, 9. 沙尘暴, 10. 山崩, 11. 雷电, 12. 雹灾, 13. 低温冻害, 14. 泥石流, 15. 滑坡, 16. 冻雨, 17. 龙卷风, 18. 干旱, 19. 积雪, 20. 霜冻)。暴雨会对自己生活的哪些方面造成影响?(1. 交通出行, 2. 房屋, 3. 果

园, 4. 生意, 5. 庄稼, 6. 人身安全, 7. 无影响)。还有是否遭受过暴雨损失(1. 是, 2. 否)。

为了提升暴雨预警信息发布有效性, 在第二部分, 要求受访者对暴雨预警信息的多方面内容进行评价。Mileti 和 O'Brien 总结了公众对传达的风险信息进行回应的预警信息内容包括其来源、渠道、准确性、频率、清晰度和一致性^[17]。这里设计预警信息接收渠道、准确性、信息更新、发布及时性和重要性五个预警信息指标获取公众对暴雨预警的综合评价。首先, 受访者被问及平时得知暴雨预警信息的渠道(1. 从未收到, 2. 短信, 3. 电视天气预报, 4. 网络、软件推送, 5. 报纸, 6. 朋友、邻里转告, 7. 电子显示屏, 8. 其他渠道); 其次受访者需对以往暴雨预警的可信度进行打分(0-100分); 出现一次暴雨预警不准, 对下次的暴雨预警的可信度打分(0-100分); 出现两次暴雨预警都不准, 对下次的暴雨预警的可信度打分(0-100分); 出现一次暴雨预警准确, 对下次的暴雨预警的可信度打分(0-100分); 出现两次暴雨预警都准确, 对下次的暴雨预警的可信度打分(0-100分)。然后受访者被问及在一次暴雨过程中是否收到过暴雨预警信息的更新(1. 每次都能收到, 2. 大多数能收到, 3. 收到一两次, 4. 没收到过, 5. 没注意)。收到的预警信息是否及时(1. 非常及时, 2. 及时, 3. 不一定, 4. 不及时, 5. 非常不及时), 暴雨预警作为提前提醒进行暴雨防范有多重要(1. 非常重要, 2. 比较重要, 3. 一般, 4. 不重要)。

为进一步加强公众对预警的信任度以及灾害应对能力, 第三部分旨在检查公众对目前暴雨预警发布的期望。对应公众对暴雨预警信息的评价, 这里询问公众预期在一次暴雨过程中预警信息的更新频率(1. 半小时/次, 2. 一小时/次, 3. 两小时/次, 4. 三小时/次, 5. 四小时/次, 6. 五小时/次, 7. 六小时/次, 8. 七小时/次, 9. 八小时/次, 10. 九小时/次, 11. 十小时/次, 12. 十一小时/次, 13. 十二小时/次, 14. 十二小时以上/次, 15. 无所谓); 暴雨预警发布提前期(1. 半小时以内, 2. 一小时以内, 3. 两小时以内, 4. 三小时以内, 5. 四小时以内, 6. 五小时以内, 7. 六小时以内, 8. 六到十二小时, 9. 十二小时以上); 与降低虚警水平相比, 天气灾害预测中增加预测概率可以提高响应率和决策质量^[11]。这里设计公众期望接收到的暴雨预警信息形式(1. 降雨量的预报, 2. 降雨概率的预报, 3. 降雨量和降雨概率预报都希望有)

第四部分检查公众对四级暴雨预警的响应情况。暴雨预警分为蓝色预警、黄色预警、橙色预警和红色预警四个等级。受访者被问及发布什么等级的暴雨预警会开始响应(1. 蓝色预警, 2. 黄色预警, 3. 橙色预警, 4. 红色

预警)。

2.2 抽样方案

为了研究公众对暴雨预警信息的认知和反馈,本研究小组于2017年在北京市郊区进行实地调研,暴雨预警自主响应研究区见图2。为了获得较为全面的资料,本次调研联系了当地的气象部门,并获得他们的积极配合。根据北京市突发地质灾害隐患点资料,以家庭为单位,每个区随机选取村镇进行入户一对一对面调研。在本次调查之前已在北京居住超过一年的居民被选中参加,这些人满足暴雨经历的条件。共有2000名受访者被选中。北京师范大学地理科学学部20名研究生和本科生接受了有效进行面对面访谈的培训。所有这些人可以随时回答数据收集过程中出现的任何问题。所有受访者都被告知该研究的目标和资金组织,并且在调查之前从受访者那里获得了知

3. 结果分析

3.1 公众对暴雨的风险认知和受损经历

列举北京市主要灾害:空气污染、暴雨、城市内涝、高温、沙尘暴、扬尘、雷电、城市火灾、雹灾、干旱、干热风、暴雪、滑坡、泥石流、霜冻、持续低温、山林火灾、山崩、龙卷风,选择影响大且希望发布预警的灾害,结果显示公众对空气污染预警的期望最高,其次是暴雨预警(如图3)。

对空气污染预警期望最高,与北京市近年来严重的空气污染状况有关。对暴雨预警的期望,与2012年“7.21”北京暴雨造成的严重损失有关。此结果与北京市突发事件预警信息发布中心统计结果基本一致。北京市郊区有41%的人遭受过暴雨的损失。其中受暴雨影响最频繁最严重的是交通出行、房屋、庄稼、果园。

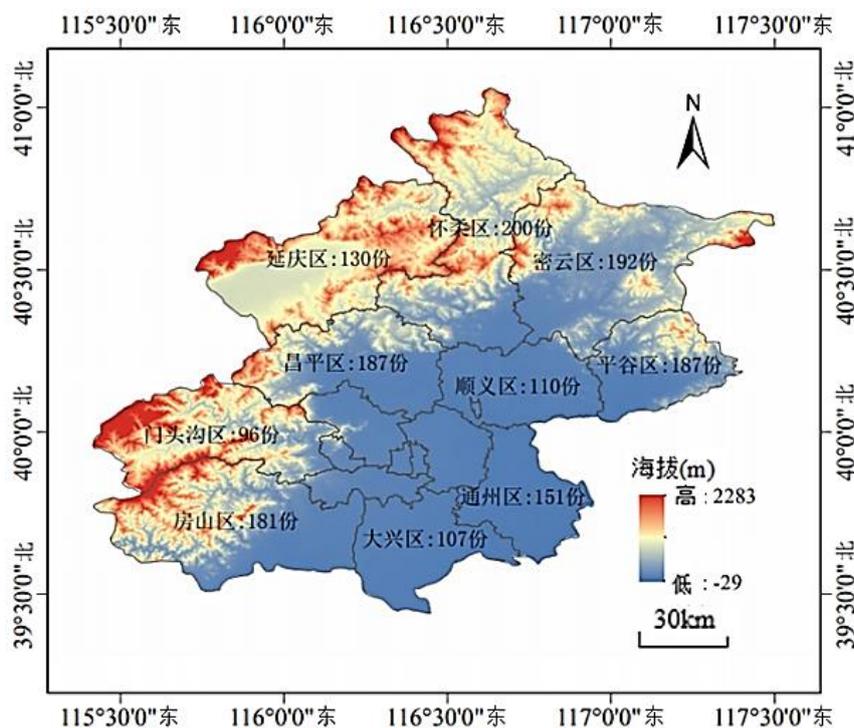


图2 北京市暴雨预警公众响应调研地分布图

Figure 2 Location of survey for rainstorm warning response

情同意。参与者获得匿名保证。总共回收1539份,回收率为77%。

2.3 统计方法

描述统计方法用于分析数据的统计特征。卡方检验用于名义数据,以检验四个等级暴雨预警下不同预警信任组中公众预警响应的差异。显著性水平设定为 $p < 0.1$ 。所有统计分析在IBM SPSS Statistics 23.0软件中实现。

3.2 暴雨预警信息评价

(1) 暴雨预警信息发布方式
评价预警的前提是关注预警及预警对公众的重要性。结果表明有54%的人每天都关注暴雨预警信息,34%的人有时关注,12%的人从不关注暴雨预警。88%的人肯定暴雨预警信息的必要性。暴雨预警信息主要的接收渠道如下表1。可见郊区暴雨预警信息接收最普遍的渠道

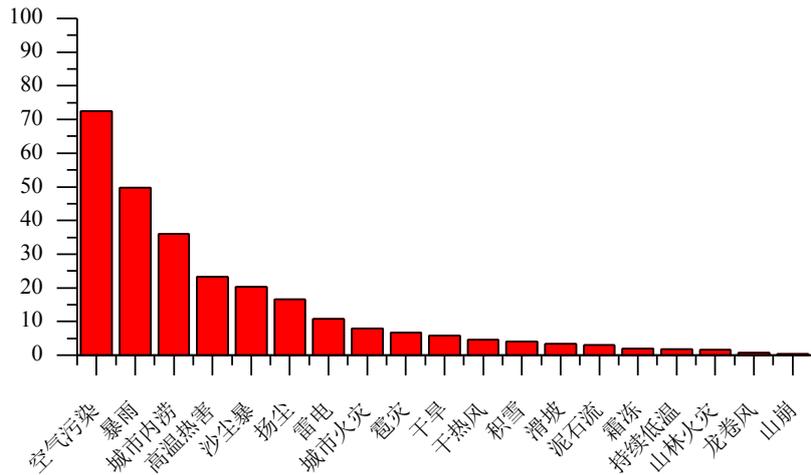


图3 各种社会问题严重性排序分析

Figure 3 An sorting analysis of the severity of various social problems

是电视天气预报。短信方式接收预警信息是当局层面的发布渠道，而只有不到一半的人是通过短信获取暴雨预警信息，表明手机短信覆盖率欠缺。村委会是通过广播和显示屏传达预警信息的直接官方渠道，但村里广播和电子显示屏的使用率较低，所以应加强村委会对暴雨预警信息传播的重视。在当今发达的网络时代，预警信息应重视网络渠道的利用，一方面从普及网络的使用方面促进村民了解预警信息，一方面通过网络信息传播，便于村民了解实时的降雨情况。

表1 预警接收渠道

Table 1 The major source of information of rainstorm warnings

预警信息接收渠道	比例 (%)
电视天气预报	67.6
短信	43.3
自己感觉	35.2
村里广播	34.7
网络、软件推送	22.4
朋友、邻里转告	14.6
报纸	9.7
电子显示屏	2.7
从未收到	1.8

暴雨预警信息发布及时与否，一次暴雨过程中是否有实时的预警信息更新，对公众认知风险，乃至采取防护措施至关重要。由图4可知，仍有29%的人认为暴雨预警发布的不及时。图5表明有一部分人并未能收到暴雨预警信息的

更新。反映了一次暴雨过程中，预警信息更新的传播与内容可能存在不足。

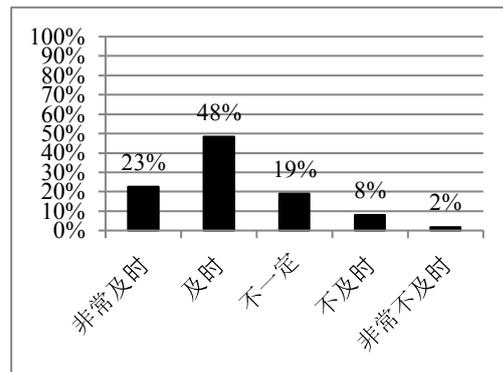


图4 暴雨预警及时性

Figure 4 Timeliness of rainstorm warnings

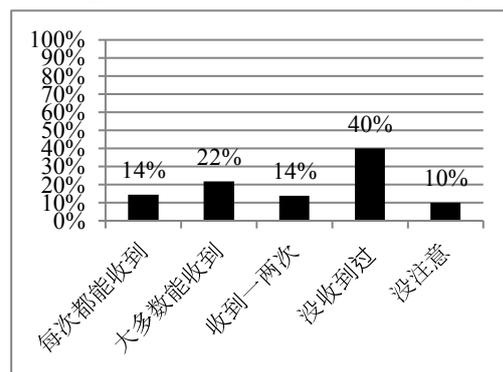


图5 暴雨预警信息更新接收情况

Figure 5 Reception of rainstorm warning information update

(2) 暴雨预警信息内容

这里基于预警信息质量（准与不确）和两个时间维度（上次和前两次）定义虚警效应。图6和表2展示了五种虚警效应定义下公众对预警信任度的统计量和分布情况。结果显示，

出现一次错误预警，公众对预警的信任度低于公众对暴雨预警的整体信任度。出现两次错误预警，同样出现公众对预警的信任度低于公众对暴雨预警的整体信任度。由此表明，出现错误预警会使得公众对暴雨预警的信任度下降。进一步检验公众对暴雨预警的响应是否存在虚警效应。将公众对暴雨预警的信任度进行分组，分组依据如表 3 所示。总共分为三组：出现预警不准可信度降低的划为预警信任降低组，出现预警不准可信度不变的划为预警信任

不变组，出现预警不准可信度上升的划为预警信任加强组。由表 4 和表 5 可知，仅在蓝色预警下，出现一次或两次错误预警，不同预警信任度分组下的预警响应有显著差异($\chi^2=12.903, p=0.002$; $\chi^2=15.325, p=0.000$)，即错误预警的出现降低了公众对预警的信任度，从而降低公众对预警的响应比例。在黄色预警、橙色预警和红色预警等级下，出现一次或两次错误预警，不同预警信任分组同样呈现虚警减少响应比例的趋势。

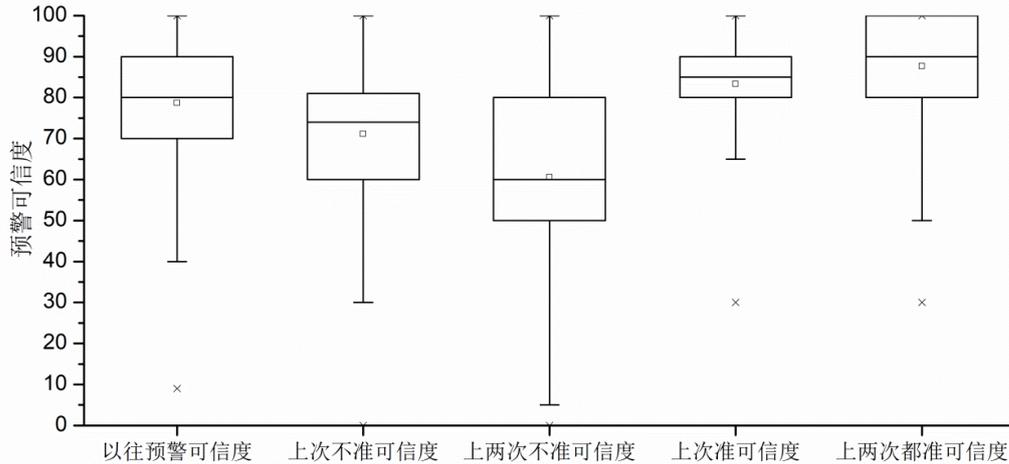


图 6 暴雨预警虚警效应
Figure 6 Cry-wolf effects

表 2 不同虚警效应定义下的暴雨预警可信度统计量

Table 2 Summary statistics for warning credibility under cry-wolf effects are defined based on the accuracy of warnings in the last time or the first two times

	均值	标准偏差	中位数	众数	下四分位数	上四分位数	偏度	峰度
以往预警的可信度	78.74	16.817	80	80	70	90	-1.604	4.27
上次不准可信度	71.24	18.66	74	80	60	81	-1.171	2.478
上两次不准可信度	60.59	25.588	60	50	50	80	-0.7	-0.035
上次准可信度	83.37	14.848	85	80	80	90	-1.873	6.192
上两次准可信度	87.73	14.417	90	100	80	100	-2.436	8.972

表 3 预警可信度分组

Table 3 The credibility of warning group

条件	人群分组
以往预警可信度>如上次不准现在的可信度	1=预警信任降低组
以往预警可信度=如上次不准现在的可信度	2=预警信任不变组
以往预警可信度<如上次不准现在的可信度	3=预警信任加强组
以往预警可信度>如前两次不准现在的可信度	1=预警信任降低组
以往预警可信度=如前两次不准现在的可信度	2=预警信任不变组
以往预警可信度<如前两次不准现在的可信度	3=预警信任加强组

表 4 一次预警不准下虚警效应检验.表中数字表示响应比例 (%)

Table 4 Cry wolf effect for one wrong warning test. The numbers are the percentage of people response to warnings in each level.

预警可信度分组	蓝色 预警	卡方 (p 值)	黄色 预警	卡方 (p 值)	橙色 预警	卡方 (p 值)	红色 预警	卡方 (p 值)
预警信任降低组	30.3	12.903	54.5	4.555	72.7	0.523	86.8	2.164
预警信任不变组	46.5	(0.002)	62	(0.103)	73.9	(0.77)	89.7	(0.339)
预警信任加强组	35.8		54.8		75.5		90.9)

表 5 两次预警不准下虚警效应检验.表中数字表示响应比例 (%)

Table 5 Cry wolf effect for two wrong warnings test. The numbers are the percentage of people response to warnings in each level.

预警可信度分组	蓝色 预警	卡方 (p 值)	黄色 预警	卡方 (p 值)	橙色 预警	卡方 (p 值)	红色 预警	卡方 (p 值)
预警信任降低组	26.5	15.325	54.8	5.296	72.9	0.611	85.5	5.946
预警信任不变组	48.2	(0.00)	63.1	(0.071)	75.4	(0.737)	89.7	(0.051)
预警信任加强组	35.8		55.1)	75.5)	95.9)

虽然各组响应比例无显著差异(一次预警不准检验: $\chi^2=4.555, p=0.103$; $\chi^2=0.523, p=0.77$; $\chi^2=2.164, p=0.339$), (两次预警不准检验: $\chi^2=5.296, p=0.071$; $\chi^2=0.611, p=0.737$; $\chi^2=5.946, p=0.051$)。结果表明,在四级预警等级下,相对于预警不变组和预警信任加强组,因错误预警造成的预警信任度降低组的人群对预警的响应最低,说明虚警效应在引起公众对预警的信任度降低时,也进一步影响公众对预警的响应。

3.3 公众对暴雨预警信息的期望

针对暴雨不及时的评价,其中 50%以上的公众希望提前至少六小时发布暴雨预警(图 7)。而预警发布提前期越长,预警信息质量越差^[7],在预期提前至少六小时发布暴雨预警的同时,公众期望可以在半小时、一小时或者三小时内更新预警信息(图 8)。

图 7 预期暴雨预警信息发布提前期

Figure 7 Expected lead time of rainstorm warning information

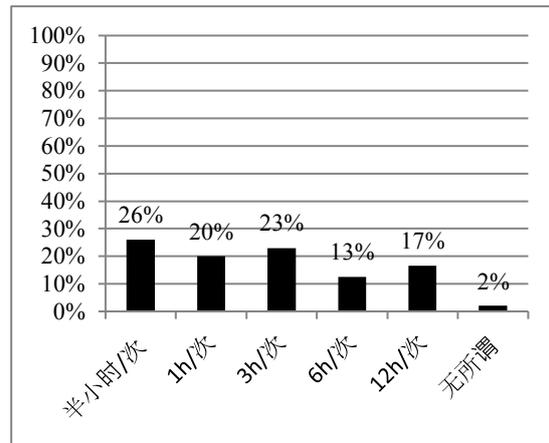
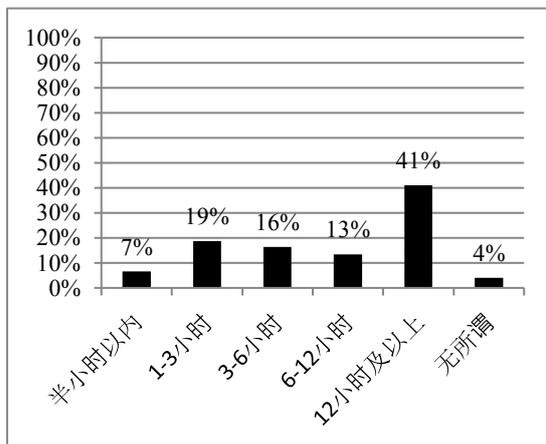


图 8 预期暴雨预警信息更新频率

Figure 8 Expected update frequency of rainstorm warning information



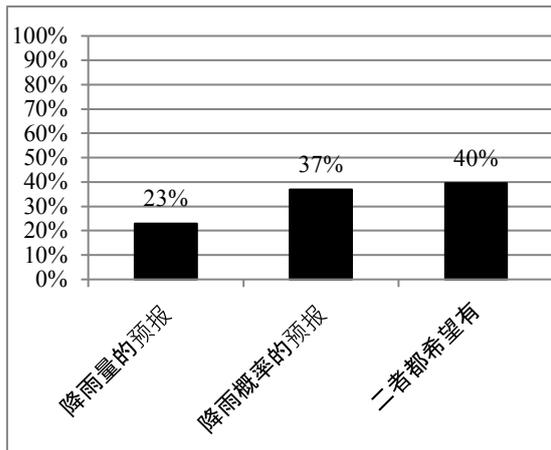


图 9 预期暴雨预警发布形式

Figure 9 Expected issuance forms of rainstorm warnings

由图 9 可知，更多公众期望在暴雨预警信息中包括将于概率的预报。有研究表明不确定性信息可以在存在错误预警时保持公众对其的信任，改善决策，并提高响应率^[11]。

4. 结论与讨论

虽然有 80% 以上的人群能认识到暴雨预警存在的重要性，但有一半的公众对暴雨预警信息缺乏关注。一方面可能因为村民的灾害风险意识淡薄，另一方面预警信息传播渠道闭塞。结果表明，除了较多使用的固定端如电视天气预报，移动端如手机短信、网络和能保证覆盖率的村镇广播及电子显示屏传播渠道接收率都很低。因此首先需对村民加强普及灾害风险知识，增加其灾害风险意识，可通过村委会组织灾害风险学习教育。其次应重视移动端预警信息传播渠道的使用，保证任何时候公众能接收到预警信息。

虽然大多数人认为暴雨预警信息发布及时，但仍然有 30% 的人认为预警发布不及时，且更多的公众希望至少提前 12 小时收到预警信息，而有研究表明随着预警提前期的增加，预测精度会下降^[7]。根据本文研究结果，公众期望以小时为单位更新预警信息，所以可通过在提前期内增加更新预警信息环节，解决提前期长期带来的虚警效应，同时也可避免提前期不够导致来不及采取防护措施。

经检验，北京市暴雨预警确实存在虚警效应，错误预警不但会降低公众对预警的信任度，还会降低对预警信号的响应率。因此在发布暴雨预警等级信号的同时，可引入降雨量发生概率的预报，帮助公众更好的作出响应决策。

本研究也存在一定的局限性，首先，只考虑北京郊区公众整体的预警信息认知；其次，因为人们对预警响应决策过程是复杂的，涉及

许多因素，其中只有一些在本文中进行了探讨。一些影响公众风险认知的预警信息仍需要进一步讨论，如预警信息的清晰度、预警信息的一致性。此外，需设计更详细的问卷，提取一些现象的原因。总之，本研究对促进预警沟通很有意义。继续研究影响天气突发事件决策的认知因素，可以在提高公众对预警的响应和减少与天气有关的伤害和死亡方面发挥关键作用。

参考文献

- [1] Joslyn S L, LeClerc J E. Uncertainty forecasts improve weather-related decisions and attenuate the effects of forecast error. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2012, 18(1): 126–140.
- [2] Mileti D S, Drabek T E, Haas J E. *Human Systems in Extreme Environments: A Sociological Perspective*. Boulder: Inst. Behav. Sci., Univ. Colo. 1975.
- [3] Bliss J P, Gilson R D, Deaton J E. Human probability matching behavior in response to alarms of varying reliability. *Ergonomics*. 1995, 38: 2300–2312.
- [4] Breznitz S. *Cry wolf: The psychology of false alarms*, Erlbaum, Hillsdale, NJ, 1989.
- [5] Dejoy D M, Cameron K A, Lindsay J D. Post-exposure evaluation of warning Effectiveness: a review of field studies and population-based research, in: *Handbook of Warnings (Human Factors & Ergonomics)*, edited by S.Wogalter, M., pp. 35–48, Lawrence Erlbaum Associates, 2006.
- [6] Wolshon B, Urbina E, Wilmot C, et al. Review of policies and practices for hurricane evacuation. I: transportation planning, preparedness, and response. *Natural Hazards Review*. 2005, 6(3): 129–142.
- [7] Pate-Cornell M E. Warning Systems in Risk Management. *Risk Analysis*. 1986, 6: 223–234.
- [8] Breznitz S. *Cry Wolf: The Psychology of False Alarms*, 1st ed. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1984.
- [9] Pate-Cornell M E. Warning System and Risk Reduction. *Proceedings of the Workshop of the Society for Risk Analysis*, New York, 1983.

- [10] Pate-Cornell M E. Probabilistic Assessment of Warning System. Report No. 13, Center for Economic Policy Research, Stanford University, Stanford, California, 1984.
- [11] LeClerc J, Joslyn S S. The Cry Wolf Effect and Weather-Related Decision Making. *Risk Analysis*, 2015, 35 (3): 385-395. doi: 10.1111/risa.12336.
- [12] Joslyn S L, Savelli S. Communicating forecast uncertainty: Public perception of weather forecast uncertainty. *Meteorological Applications*, 2010, 17(2): 180–195.
- [13] Morss R E, Demuth J L, Lazo J K. Communicating uncertainty in weather forecasts: A survey of the US public. *Weather and Forecasting*, 2008, 23(5): 974–991.
- [14] Lazo J K, Morss R E, Demuth J L. 300 billion served: Sources, perceptions, uses, and values of weather forecasts. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2009, 90(6): 785–798.
- [15] Savelli S, Joslyn S L. Boater safety: Communicating weather forecast information to high-stakes end users. *Weather, Climate, and Society*, 2012, 4(1):7–19.
- [16] Dash N, Gladwin H. Evacuation decision making and behavioural responses: individual and household. *Nat Hazards Rev*, 2007, 8: 69–77.
- [17] Mileti D, O'Brien P. Warning during disaster: normalizing communicated risk. *Soc Probl*, 1992, 39(1): 40–55
- [18] Bradford R A, O'Sullivan J J, van der Craats I M, Krywkow J, Rotko P, Aaltonen J, Bonaiuto M, De Dominicis S, Waylen K, Schelfaut K. Risk perception – issues for flood management in Europe, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 2299–2309, doi:10.5194/nhess-12-2299-2012, 2012.
- [19] Louviere J J, Hensher D A, Swait J D. *Stated choice methods analysis and applications*. Cambridge University Press, UK, 2000.
- [20] Matyas C, Srinivasan S, Cahyanto I, Thapa B, Pennington-Gray L, Villegas J. Risk perception and evacuation decisions of Florida tourists under hurricane threats: a stated preference analysis. *Nat Hazards*, 2011, 59: 871–890.