

曹之玉, 朱小祥, 兰海波, 等. 自然灾害预警信息与传播手段自动适配策略研究——以湖北为例[J]. 灾害学, 2021, 36(3): 180–183. [CAO Zhiyu, ZHU Xiaoxiang, LAN Haibo, et al. Research on Automatic Adaptation Strategy of Early Warning Information and Dissemination Means of Natural Disasters—Taking Hubei for Example [J]. Journal of Catastrophology, 2021, 36(3): 180–183. doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.03.031.]

自然灾害预警信息与传播手段自动适配策略研究^{*} ——以湖北为例

曹之玉¹, 朱小祥¹, 兰海波¹, 刘翔², 姚志平³, 刘丽媛¹

(1. 中国气象局公共气象服务中心, 北京 100081; 2. 湖北省气象局公众服务中心, 湖北 武汉 430074;
3. 吉林省突发事件预警信息发布中心, 吉林 长春 130062)

摘要: 为了提高预警信号发布的速度, 节约人工操作选取预警传播手段的时间, 提升信息发布的经济效益和社会效益, 运用灰色关联分析法对某一地区多发的自然灾害所造成的损失进行定量化分析, 根据灾害所造成的损失, 提出了综合致灾强度指数的概念及计算方法。同时研究了预警信息发布效果评估所对应的评价指标与各种传播手段之间的关系, 提出了预警传播效能的概念并给出了计算方法。将自然灾害灾种的综合致灾强度指数分级与传播手段效能进行适配, 为预警信号在发布系统中的发布排序提供依据, 进而为预警类型自动适配传播手段提出了客观的解决方法, 可以有效提升系统的应用效率。

关键词: 自然灾害; 综合致灾强度指数; 预警传播; 适配技术; 灰色关联分析法

中图分类号: X43; X915.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-811X(2021)03-0180-04

doi: 10.3969/j.issn.1000-811X.2021.03.031

自2015年以来, 我国突发事件预警信息发布体系建设完成, 并在国、省、市、县四级被应急管理、卫健、地震、海洋、气象、水利、森林、交通等多个行业得到广泛的应用^[1], 各地也分别开展了系统的建设与完善工作。截止当前, 全国系统共发布了各类预警信息176余万条, 预警信息通过广播、电视、全网手机短信、互联网、公共终端等各种手段传播, 服务于应急责任人和广大社会公众, 为我国的防灾减灾发挥了重大作用, 有效地减少了自然灾害所带来的损失。

各部门在应用预警发布系统过程中, 预警发布人员普遍会遇到发布策略的问题, 即某种致灾因子预警信号应采用何种手段进行发布、传播。这个难题, 一直以来困扰着预警发布人员, 各行业也对预警发布策略开展了研究^[2-3], 对不同的手段发挥的作用予以分析^[4]。在系统中人工选择传播手段主要有以下几个问题, ①对于地震、山洪、龙卷风等预警, 其预警时效仅有几秒到几十分钟, 人工操作根本来不及或是对预警传播时间无端地浪费; ②人工选择难免粗犷, 过多、过频的预警信号通过多种手段普发, 客观上易招致接收者自

发的防卫性心理反应, 通俗来讲, 就是“狼来了”效应, 进而影响预警应有的防灾作用; ③过多的预警信号通过全网短信等方式发布也会造成通讯频段的拥挤和经济上的浪费。为了解决上述问题, 研究不同灾种、不同级别、不同地域、不同影响时间的预警发布对传播手段的自动适配技术显得尤为重要。另外, 预警发布系统多部门共用, 而预警信号的传播在某些手段上(如短信)需要的时间较长, 如果出现同一时间段需要发布多个灾害类型的预警信号时, 就需要进行排队, 因此建立合理的排队规则也是亟待解决的问题之一。

1 自然灾害致灾强度指数分析

我国是个自然灾害多发的国家, 各种灾害均有造成生命伤亡和财产损失的事件发生, 不同灾害类型、发生时间、发生地理位置可能造成的损失由多种因素共同作用决定, 对于灾害的强弱, 我国的专家学者对自然灾害的损失评价开展了深入的研究^[5], 也提出了衡量灾情大小的评价指标,

* 收稿日期: 2020-12-25 修回日期: 2021-03-05

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC1507805)

第一作者简介: 曹之玉(1969-), 男, 汉族, 北京顺义人, 正研级高级工程师, 主要从事国家突发事件预警信息发布技术研究.

E-mail: caozy@12379.cn

通讯作者: 刘丽媛(1985-), 女, 汉族, 河北张家口人, 工程师, 主要从事国家突发事件预警信息发布技术研究.

E-mail: liuly@12379.cn

包括综合灾情指数^[6]、灾害综合强度指数^[7]等, 这些研究有的着重于经济损失风险评价^[8], 有的采用了独有的方法^[9-10]; 通过分析发现, 已有的指标可以评价每次灾害的实际大小或是强度高低, 而无法客观地评价某一地区易发的不同灾种造成的灾害强度的轻重, 为了更好地评价该要素, 本文基于灰色关联分析法^[11], 提出了综合致灾强度指数(CDI, Comprehensive Disaster-causing Intensity Index)概念。通过对该指数的分析, 提出灾害预警信号发布时的排序规则。

1.1 综合灾害致灾强度指数计算方法

综合致灾强度指数是指, 对某一地区, 对一系列易发的灾害, 选取序列有共性的灾害评价因子, 定量化地分析出各种致灾因子在当地造成的灾害损失强度, 对结果进行类比分析。首先, 确定多致灾因子有可比性的灾情评价因子, 依据本地区多年来灾损实况, 建立致灾强度评价因子矩阵。然后, 对评价因子进行归一化处理、设置权重因子, 进行加权求和, 计算得到规范化致灾强度指数。致灾强度指数的算法如下。

(1) 选定某一地区有 m 个灾种, 每个灾种均有 n 个评价因子, 则该地区灾种综合致灾强度评价矩阵为 D :

$$D = \begin{bmatrix} d_{11} & d_{12} & \cdots & d_{1m} \\ d_{21} & d_{22} & \cdots & d_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ d_{n1} & d_{n2} & \cdots & d_{nm} \end{bmatrix} \quad (1)$$

(2) 为消除各评价因子之间的量纲影响, 从而解决数据指标之间的可比性问题, 对各灾种的诸多评价因子, 进行归一化处理, 以第 i 个评价因子为例, 其转换函数如下:

$$d_{ij} = [d_{ij} - \min(d_{ij})] / [\max(d_{ij}) - \min(d_{ij})], \quad (j=1, 2, \dots, n) \quad (2)$$

(3) 每个灾情评价因子, 对应一个权重因子, F 为灾情评价因子的权重集,

$$F = (f_1, f_2, \dots, f_n) \quad (f \geq 0; i = 1, 2, \dots, n; \sum_{i=0}^n f_i = 1) \quad (3)$$

式中: F 为权重, 此时不同评价因子对应不同的权重值, 权重因子采用专家打分法确定。

(4) 计算每个灾种的综合致灾强度是:

$$R = [R_1, R_2, \dots, R_m], R_j = \sum_{i=0}^n f_i \times d_{ij} \quad (4)$$

对于每个 R_j , 就是各灾种的综合致灾强度指数。

1.2 计算指数采用的数据分析

因各致灾因子发生的频率不同, 每次发生所造成的灾损也不尽相同。根据《中华人民共和国突发事件应对法》^[12], 我国对突发事件预警采用了分级制度, 对突发事件的紧急程度、发展态势和可能造成的危害程度进行区分。根据过去十年间当地民政部门有历史记录的各类灾害全集为研究对象, 经过数据质控, 以该地区易发的不同致灾因子分类, 同一致灾因子所造成的灾害的灾损数据以平均值作为单项评价因子的有效数值。

由于致灾因子的地域性, 所造成的灾损也会因当地的气候、地质、地形、人口、治理情况千差万别, 对评价因子的选取可以根据各地实际情况确定。

2 不同发布手段传播效益评价分析

为更好地评价突发事件预警信息发布系统的作用, 根据系统服务对象、服务范围, 部分行业建立了服务效益评价体系, 并开展了多年的相关业务, 对于预警信息发布工作, 其效益评价主要有预警发布覆盖率、预警信息接收率、信息传播精准度、信息传播速度和信息传播成本等多个评价指标, 下面对其中的部分评价指标进行分析。

2.1 信息发布覆盖率

预警发布覆盖率是指在某一地区利用所有的传播手段主要包括广播电视台、互联网、手机短信、公共终端等对信息进行最广泛的传播所能覆盖到的人口与当地的人口数量之间的比例, 用百分数形式表示。覆盖率是对预警发布系统的传播能力的基本评价指标, 在预警信息传播过程中, 对预警影响区域内的高覆盖率是信息传播的目标。

2.2 预警信息接收率

信息接收率是指在某一地区利用所有的传播手段, 将信息以视听的形式传播给受影响区域内的公众, 以当地 16 岁以上人口为研究对象, 其中接收到预警信息的人口数量与当地 16 岁以上人口总数量之间的比例, 用百分数形式表示^[13]。该指标是对预警发布效果的评价指标, 与覆盖率相比, 更能反应出预警传播的实效。

2.3 信息传播成本

预警信息从系统中发布, 到该信息在影响区域内实现最大传播效果所付出的经济成本。目前所采用的各种手段中, 电视和广播均由广电部门利用当地的系统发布; 互联网及公众终端由预警发布中心利用预警发布系统自行完成, 各社会媒体通过接口在互联网端进行传播; 全网短信则是由预警发布中心将信息发送给移动运营商, 由移动运营商通过其系统对全部手机用户进行短信发送。上述传播手段的成本均可以从当地的实际操控部门根据实际支出获得。

2.4 传播手段与传播效能指标

通过上述分析得出, 各种传播手段的传播效能 E , 取决于该手段的覆盖率 C 与接收率 S 的积, 即:

$$E = C \times S \quad (5)$$

传播手段的覆盖率可以根据当地的信息化年鉴查询, 接收率可以根据已有的业务调查数据获得, 发布手段与传播效能的关系如表 1 所示。

表 1 传播手段与传播效能对应表

	覆盖率 (C)	接收率 (S)	传播效 能(E)	传播成 本(M)
电视广播	C_1	S_1	E_1	M_1
全网短信	C_2	S_2	E_2	M_2
互联网	C_3	S_3	E_3	M_3
公众终端	C_4	S_4	E_4	M_4

3 综合致灾强度指数与发布手段适配方法

3.1 预警信息传播基本策略

为使预警信息更好地为公众服务, 信息在传播过程中遵循两点策略, ①高致灾强度指数致灾因子信息优先策略。预警信息发布过程中出现多个致灾因子的预警信息同时发布, 在某种手段上出现传播时间冲突时, 高致灾强度指数致灾因子的信息率先传播, 低致灾强度指数致灾因子的信息延后。②效能优先策略。高致灾强度指数致灾因子的预警信息应利用所有手段进行发布, 以期获取最大传播效能; 低致灾强度指数的灾害预警宜以广覆盖为主, 基于传播成本, 合理安排发布手段, 而不必过于追求信息的接收率。

3.2 发布手段适配方法

根据致灾因子的综合致灾强度指数和各种发布手段的传播效能, 结合预警信息在实际防灾减灾中的应用, 做到在生产中发挥作用, 生活中不影响秩序; 既能发得出, 又要用得上; 既能提醒到位, 又要保持权威; 将综合致灾强度指数分为三级, 与发布手段建立适配关系(表2)。

表2 致灾强度指数与传播效能对应表

综合致灾强度指数	传播效能	成本付出
R_1	高	最高
R_2	中	适中
R_3	低	最低

根据该方法, 在预警发布系统中可以依据各地的业务实际情况进行配置, 参数一经配置, 系统就可以实现发布手段的自动选择。在实际生产过程中, 综合致灾强度指数等级的划分, 可以根据当地的情况进行, 既可以采用平均值等分法, 也可以采用黄金分割法, 以利于在有限经费范围内发挥最大的效益。

对于公众终端这种传播手段, 因其主要应用于广大农村、公路等边远地区, 是对其他传播手段的有效补充, 主要解决边远地区信息覆盖盲区的问题, 建议在第二级应用。

4 应用实例

选取灾情直报系统中 10 a 内湖北省的数据作为研究样本, 对同一次灾害不同时次的上报数据仅以最后一次报告为准, 经去重提取, 有效样本数量为 332 条, 其中包括暴雨 178 条、大风 51 条、地质灾害 43 条、雪灾 31 条、雷电 15 条、冰雹 10 条、低温冷害 4 条。对上述样本按前文提出的模型进行处理分析。

4.1 致灾因子序列选取

致灾因子共计 7 种, 分别为暴雨、大风、地质灾害、雪灾、雷电、冰雹、低温冷害。

4.2 评价因子选取

根据灾情报告数据, 结合国内通用的致灾评

价因子, 选取如下内容作为评价因子: 包括受灾人数, 转移人口, 房屋损坏, 死亡人数, 直接经济损失, 农田受灾等内容。为缓解因人为因素造成对数据的稳定性影响, 数据选取 10 a 期间所有样本, 对同一致灾因子所涉及的评价因子以平均值作为计算数据, 如表 3 所示。

表3 湖北省分灾种灾情评价因子统计表

灾种	受灾人 数/人	房屋损 坏/间	死亡人 数/人	经济损 失/万元	作物受 灾/hm ²
暴雨洪涝	786 941	7 643	4	119 562	73 717
大风	155 756	3 021	1	8 736	11 657
地质灾害	78 602	324	2	2 974	12 950
雪灾	725 520	953	2	33 742	53 093
雷电	12 253	425	1	509	1 218
冰雹	193 507	3 200	0	3 936	14 467
低温冷害	136 175	263	0	4 246	11 388

4.3 权重数据选择

利用高玉琴等^[14]基于云模型的自然灾害灾情等级评估中的结论, 确定各评价因子的权重为: $F = (0.11, 0.09, 0.34, 0.34, 0.11)$ 。

4.4 致灾强度指数计算

将上述数据代入到模型中, 经计算得出各致灾因子的致灾强度指数(表4)。按指数进行排序, 从而建立起预警发布系统中预警信息发布的排序规则, 当出现同一时段多预警到达时, 可以根据排序进行处理。即暴雨洪涝优先, 其次为雪灾、地质灾害、大风、雷电、冰雹、低温冷害。

表4 湖北省各致灾因子致灾强度指数

暴雨洪涝	雪灾	地质灾害	大风	雷电	冰雹	低温冷害
0.82	0.31	0.19	0.15	0.09	0.06	0.02

4.5 预警传播手段效能计算

依据 2019 年湖北省预警发布业务运行情况, 查询国家统计局网站 (<http://data.stats.gov.cn/>) 获得相关信息化建设覆盖率的具体指标, 结合该省实际业务运行情况, 计算出相关数值(表5)。

表5 湖北省各传播手段效能、成本统计表

	覆盖率/%	接收率/%	传播效 能/%	传播成 本/万元
全网短信	100	95	95	300
公众终端	45	95	42	50
互联网	55	30	17	5
电视广播	98	10	10	5

4.6 建立致灾因子与发布手段的自动适配方案

通过计算, 将致灾因子的致灾强度指数进行分级, $R1 \geq 0.6$ 的为第一级, $0.6 > R2 \geq 0.3$ 为第二级, $R3 < 0.3$ 为第三级。与发布手段的效能进行对应匹配, 第一级的暴雨洪涝应利用所有的手段进行传播; 第二级的雪灾利用传播成本较低、传播效能较高的手段进行传播, 包括电视广播、互联网和公众终端; 第三级的地质灾害、大风、雷电、冰雹、低温冷害将利用传播成本低的手段进

行传播, 包括电视广播、互联网(表6)。

表6 湖北省致灾因子与传播手段对应表

综合致灾强度指数	致灾因子	传播效能	发布手段
$R_1 \geq 0.6$	暴雨洪涝	高	全网短信、公众终端、电视广播和互联网
$0.6 > R_2 \geq 0.3$	暴雪	中	公众终端、电视广播、互联网
$R_3 < 0.3$	地质灾害、大风、雷电、冰雹、低温冷害	低	电视广播、互联网

5 结论与讨论

本文提出综合致灾强度指数的概念, 并利用该指数对预警发布系统中的致灾因子进行分析, 给出了在系统中出现预警信息传播时间冲突时的排序方法。通过致灾因子预警信息与传播手段在实际应用中的传播效能、传播成本进行比量, 对致灾强度指数进行分级, 以此为依据, 对致灾因子预警信息与传播手段形成对应关系, 对目前只能由人工选择预警传播手段的问题提出了自动适配的解决方案。

该方案结合湖北省预警发布系统和当地的多年灾情数据, 建立起切合实际的预警发布传播策略, 既可以减少预警信息发布过程中因人工操作而消耗的时间, 又解决了原有系统人工选择传播手段的随意性, 同时也为预警发布工作提高了效率, 增强了传播策略的科学性。

该方法可以在全国各级预警发布系统中进行

试用, 对致灾强度指数等级的划分可以依据各地的实际情况进行调整, 灵活应用, 将有利于各地的预警发布系统在生产生活中发挥更高的效益。

在预警发布的业务中, 某种致灾因子的预警信号, 还有级别不同的问题, 多灾种、多级别的发布策略可以参照本文的方法开展进一步的研究。

参考文献:

- [1] 孙健, 白静玉, 曹之玉, 等. 国家突发事件预警信息发布系统建设及应用成效[J]. 中国科技成果, 2018, 19(23): 13-16.
- [2] 王林, 黄宏生. 面向行业用户的地震预警信息发布策略研究[J]. 灾害学, 2014, 29(4): 159-162.
- [3] 曹春燕, 贾佳佳, 陈训来, 等. 涉及停工停课的预警信号发布策略和技巧[J]. 广东气象, 2016, 38(2): 58-62.
- [4] 郭芳薇, 孟耀斌. 面向公众的灾害预警信息发布手段比较分析[J]. 中国减灾, 2012(23): 51-53.
- [5] 李宁, 张正涛, 陈曦, 等. 论自然灾害经济损失评估研究的重要性[J]. 地理科学进展, 2017, 36(2): 256-263.
- [6] 程立海, 唐宏, 周廷刚, 等. 自然灾害强度的评估方法及应用——基于综合灾情指数的研究[J]. 自然灾害学报, 2011, 20(1): 46-50.
- [7] 李森, 韩丽娟, 毛留喜, 等. 小麦干热风灾害综合强度指数研究[J]. 自然灾害学报, 2018, 27(2): 174-183.
- [8] 吴吉东. 经济学视角的自然灾害损失评估理论与方法评述[J]. 自然灾害学报, 2018, 27(3): 188-196.
- [9] 王秀荣, 吕晓亮, 王莉萍, 等. 一种简化的暴雨灾害风险及影响评估方法和应用研究——以京津冀“7·21”暴雨事件为例[J]. 气象, 2016(2): 213-220.
- [10] 洪增林, 李永红, 张玲玉, 等. 一种基于主成分分析法的区域性地质灾害危险性评估方法[J]. 灾害学, 2020, 35(1): 118-124.
- [11] 邓聚龙. 灰色系统综述[J]. 世界科学, 1983(7): 1-5.
- [12] 中华人民共和国突发事件应对法[S]. 北京: 法律出版社, 2007.
- [13] 中国气象局公共气象服务中心. 2019年全国公众气象服务评价分析报告[R]. 北京: 中国气象局公共气象服务中心, 2019.
- [14] 高玉琴, 陈鸿玉, 刘云苹, 等. 基于云模型的自然灾害灾情等级评估[J]. 水利水电科技进展, 2018, 38(6): 38-43.

Research on Automatic Adaptation Strategy of Early Warning Information and Dissemination Means of Natural Disasters —Taking Hubei for Example

CAO Zhiyu¹, ZHU Xiaoxiang¹, LAN Haibo¹, LIU Xiang², YAO Zhiping³ and LIU Liyuan¹

(1. CMA Public Meteorological Service Center, Beijing 100081, China;

2. Hubei Public Meteorological Service Center, Wuhan 430074, China;

3. Jilin Province Early Warning Center, Changchun 130062, China)

Abstract: In order to improve the timeliness of early warning information release, save time for manual operation to select transmission means, and improve the economic and social benefits of information release, this article uses grey-relational analysis to quantitatively analyze the losses caused by frequent natural disasters in certain districts, and forms a data analysis set. According to the losses caused by disasters, the concept of comprehensive disaster-causing intensity index and calculation method are proposed. Meanwhile, it studies the relationship between the evaluation index corresponding to the early warning release effect evaluation and various dissemination means and puts forward the concept of early warning propagation efficiency and gives the calculation method. Finally, the adaptation of classification of the comprehensive disaster-causing intensity index of disaster types and the effectiveness of the dissemination means realizes the release order, in turn, the automatic adaptation, of the early warning information in release system. Therefore, it solves the problem that dissemination means only can be selected manually in the current system, and greatly improves the scientificity and application efficiency of the system.

Key words: natural disaster; comprehensive disaster-causing intensity index; early warning dissemination; adaptation technology; grey-relational analysis