

基于融知发酵模型的水灾害应急情报生成机理研究

徐绪堪^{1,2*} 郭书宏^{1,2}

(1. 河海大学商学院, 江苏 常州 213000;

2. 常州市工业大数据与知识管理重点实验室, 江苏 常州 213000)

摘要: [目的/意义] 近年来, 全球水灾害频繁发生, 我国每年因水灾害导致的人员伤亡和财产损失巨大。我国水灾害应急各阶段存在情报传递滞后、情报失真、利用不足等问题, 因此有必要从多视角探讨水灾害应急情报, 尤其是各类情报采集、处理和生成的全过程, 服务于水灾害事件高效应对。[方法/过程] 针对水灾害特征和各阶段的决策要求, 基于生物发酵与情报生成的相似性, 创新地引入融知发酵模型理论, 解构水灾害应急管理中应急情报发酵的发酵要素机理、发酵功能机理, 进而构建了水灾害应急情报生成模型, 并通过实证分析验证了模型的适用性。[结果/结论] 从融知发酵的视角, 根据水灾害应急情报生成模型, 从3个方面提出了应急情报管理的改进策略, 所构建的水灾害应急情报生成模型可显著提升水灾害应急情报管理效率和效果。

关键词: 水灾害应急; 应急情报; 情报生成; 融知发酵模型; 生成机理

DOI:10.3969/j.issn.1008-0821.2025.02.005

[中图分类号] G203 [文献标识码] A [文章编号] 1008-0821 (2025) 02-0052-10

Research on Mechanism of Water Disaster Emergency Information Generation Based on Knowledge Convening and Fermenting Model

Xu Xukan^{1,2*} Guo Shuhong^{1,2}

(1. Business School, Hohai University, Changzhou 213000, China;

2. Changzhou Key Laboratory of Industrial Big Data Mining and Knowledge Management, Changzhou 213000, China)

Abstract: [Purpose/Significance] Water disasters happen frequently all over the world in recent years, which lead to huge casualties and property losses in China. The reason is the delayed information transmission, information distortion and insufficient utilization in all stages of water disaster emergency response. Therefore, it is necessary to explore water disaster emergency information from multiple perspectives, especially the whole process of collecting, processing and generating all kinds of information, so as to serve the efficient response to water disaster events. [Method/Process] Aiming at the characteristics of water disasters and decision-making requirements at various stages, based on the similarity between biological fermentation and information generation, the theory of Knowledge Convening and Fermenting Model was innovatively introduced to reconstruct the fermentation factor mechanism and fermentation function mechanism of emergency information fermentation in water disaster emergency management, and then a water disaster emergency information generation model was constructed, and the applicability of the model was verified through empirical analysis. [Result/Conclusion] From the perspective of Knowledge Convening and Fermenting Model, this paper puts forward the improvement strategy of emergency

收稿日期: 2024-04-25

基金项目: 国家社会科学基金重大项目“总体国家安全观下重大突发事件的智能决策情报体系研究”(项目编号: 20&ZD125); 子课题“总体国家安全观下重大突发事件智能决策情报体系的基本理论与方法研究”; 2022年中国高校产学研创新基金-新一代信息技术创新项目“基于大数据技术的教育模式创新研究”(项目编号: 2022IT010); 河海大学优秀研究生学位论文培育项目。

作者简介: 郭书宏(1997-), 女, 硕士研究生, 研究方向: 情报分析, 数据素养。

通信作者: 徐绪堪(1976-), 男, 教授, 博士, 博士生导师, 研究方向: 知识组织, 情报分析。

information management from three aspects according to the water disaster emergency information generation model. The water disaster emergency information generation model constructed can significantly improve the efficiency and effect of water disaster emergency information management.

Key words: water disaster emergency response; emergency information; information generation; knowledge conveying and fermenting model; formation mechanism

近年来,全球水灾害频繁发生,在我国应急管理部于2024年1月发布“2023年全国十大自然灾害”中,七大自然灾害都涉及水灾害,包括暴雨洪涝灾害、山洪灾害、台风引起的超警洪水等。厄尔尼诺现象导致极端天气频发,仅2023年7月底的京津冀地区因暴雨洪涝灾害造成的经济损失就达到1657.9亿元,造成了551.2万人不同程度受灾,死亡失踪人数达107人。由此发现,我国水灾害应急管理各阶段仍存在情报传递滞后、情报失真、利用不足等问题。

频发的水灾害导致巨大的人员伤亡和财产损失,其突发性、非典型性特征愈加明显^[1]。突发水灾害的应急管理通常涉及多部门、多主体协调运作,一旦延误响应和处置时间,将致使灾害程度和社会影响进一步扩大。因此,有效地分析、处理及利用应急情报,实现多部门、多主体协调合作是降低灾害损失、提高应急管理效率的关键。

然而,目前对应急情报体系的构成要素、生成机制等缺乏深入系统的研究,导致应急情报理念滞后或实践缺位^[2]。基于此,本研究针对水灾害特征和各阶段的决策要求,基于融知发酵模型的新颖视角,解析水灾害应急情报的构成要素,剖析水灾害应急情报的生成机理,构建应急情报生成模型,并为水灾害应急中存在的信息获取不畅、数据失真,以及因情报利用不足导致的预警不够精准、响应不够迅速等问题提出针对性建议,从而扩充水灾害应急情报体系理论。

1 相关研究综述

1.1 突发事件应急情报相关研究

从研究内容角度来看,国外学者的研究主要从突发事件的决策支持、系统平台、协作流程与知识库等方面切入。Fertier A等^[3]设计了一种应急决策支持系统,基于事件和多源动态数据将应急管理人员与多个数据源连接起来,适用于危机决策场景。Barthe-Delanoë A M等^[4]强调,情报工作在组织机

构中的依赖性,并以此构建利用情境感知收集数据的应急决策平台,从而优化应急决策。Oh N^[5]通过对比卡特里娜飓风和古斯塔夫飓风响应系统,指出构建共享知识库能有效提升应急系统的交互效能。Amailef K等^[6]提出一种新颖的应急情报系统响应框架,并在框架中融合了文本信息提取方法和聚合算法。

国内学者的研究聚焦于突发事件应急情报体系模型构建、突发事件情报工作研究及突发事件应急情报应用等方面。瞿志凯等^[7]深入分析大数据对突发事件情报分析的影响,提出适应大数据环境的突发事件情报流程,构建以综合研判模块为核心的大数据突发事件情报分析模型。姚乐野等^[8]识别突发事件应急管理中的情报问题,从情报体系角度剖析了突发事件应急管理中的情报运行过程、构成与作用机理,构建出快速响应的情报体系框架。刘建准等^[9]基于生命周期理论划分突发事件的发展阶段,集成情报流与技术流构建突发事件应急管理中的情报介入与融合模型。张海涛等^[10]基于情报研究视角,分析情报智慧赋能态势感知的逻辑及优势,从态势要素提取、态势理解、态势预测层面构建重大突发事件的态势感知模型。操玉杰等^[11]认为,突发事件大数据造成了应急决策的信息利用障碍,为提升突发事件大数据的应急决策支持力,构建了面向应急决策全流程信息需求的大数据融合框架及融合路径。

1.2 融知发酵模型相关研究

融知发酵模型最早是由天津大学的和金生教授提出的,他认为知识具有有机性,是在已有知识基础上与新刺激和新知识建立关联,通过吸收外部知识不断积累与发展,经过互动交流与不同的知识观点产生碰撞,形成新知识、新思想,使知识不断传承与创新,即知识具备类生物属性^[12],最终将知识创新增长的过程与生物发酵过程类比,从而构建了融知发酵概念模型。由此,国内学者开始了对融

知发酵模型的研究及应用。张红兵等^[13]借助仿生物学的相关理论,深入剖析了产业集群中知识创新的核心环节,并据此构建了融知发酵模型,揭示产业集群内部知识创新的机制,并从理论上阐释了如何培育和提升产业集群的知识创新能力。刘国亮等^[14]基于融知发酵模型的理论框架,深入解读了公共服务平台信息资源共享的发酵要素,并结合 SECI 模型,将平台信息通过融合发酵实现共享的过程细分为信息外化、信息群化、信息内化 3 个阶段,以此提出了实现公共服务平台信息资源共享的具体路径和模型。李宇佳等^[15]基于融知发酵理论剖析学术虚拟社区的知识增长过程,提取影响知识增长的因素,并运用 DEMATEL 方法分析因素的综合影响程度,分析出影响知识增长的关键因素。张蒙^[16]在解析突发公共卫生事件网络舆情发酵要素的基础上,基于融知发酵模型,分别从微观视角和宏观视角研究突发公共卫生事件网络舆情发酵要素作用机理和动态演化机理。胡峰等^[2]构建面向重大疫情防控的应急情报发酵模型、翟羽佳等^[17]构建面向突发重大公共卫生事件的多源异构应急信息融合模型。

综上所述,国内外对突发事件应急情报研究多聚焦于突发事件决策支持、平台及系统构建等方面,针对具体领域的突发事件应急情报研究较少,已有研究多关注公共卫生领域。水灾害应急情报与其他领域的突发事件应急情报相比存在着很大的差异,因此,对水灾害应急情报生成机制的研究具有很强的现实意义。而融知发酵模型是基于知识管理实践提出的,后续学者的研究也多涉及知识创新、知识增长、信息共享、舆情发酵等方面,因此融知发酵模型对于知识管理、信息共享等方面具有天然适应性。此外,情报作为激活了的知识^[18],其本质即知识加工后的成品,故而情报也会具有和生物发酵类似的周期性过程,应急情报工作的底层逻辑与生物发酵过程的运行机理具备内在相似性。鉴于此,本研究将借助融知发酵模型,构建水灾害应急情报发酵模型,进而揭示水灾害应急情报的生成机制,这将更有利于水灾害突发事件高效响应。

2 融知发酵理论与模型构建

融知发酵模型的概念是在生物学的基础上提出的,生物学中的发酵是菌株在生物酶作用下,在营

养基中繁殖并演化,生成新物质和新物种的过程,需要适宜的环境和设施支持。因此模型提出的前提假设包括:①知识菌株作为知识发酵的起点和触发器,是动力或创意的源泉,知识菌株的性质决定了知识发酵的方式和产物;②新知识的产生是在现有知识平台的基础上逐步演进的;③知识的运用涉及个人、组织及知识的应用对象,知识发酵是知识主体(个人和组织)积极参与的结果;④组织的文化、管理和内外环境工具条件对知识发酵效果和效率产生重要影响;⑤知识发酵贯穿于所有知识活动过程中,包括知识获取、传播和创新,其最终产物是新的知识。

基于生物学发酵的概念及前提假设,和金生教授将知识发酵的概念定义为:某种创意在协调者的组织下,在知识母体中消化、适应、转化、演进、创新,并融合、活化为组织的“行动知识”(Knowledge in Action)的过程,知识发酵需要的条件是先进的知识工具、场所、设施和有利的制度、文化等组织环境^[19]。而信息技术的发展便利了知识获取和体系构建,知识的深度发酵和进化需要跨领域的技术、知识、文化的融合,因此形成了融知发酵理论。融知发酵理论突出知识形成与增长过程中的循环演进特性,揭示了知识增长的内在机理和实现途径,还强调了内部信息渠道的畅通,正与水灾害应急情报生成所要实现的精准预警、快速响应及减少数据失真问题相匹配,因此,可为水灾害应急情报生成机制研究提供有力的理论支撑。

类比生物发酵的构成要素,提出融知发酵模型的 6 个构成要素:①知识菌株,指系统性的知识,作为知识发酵的起点提供了知识发酵的方向;②知识母体,指参与知识发酵的主体要素,是知识发酵的营养来源,决定了新的知识产物能否产生;③知识酶,是知识发酵的催化剂,可以提高知识发酵的效率,降低知识发酵的成本;④知识发酵环境,指影响知识价值链发酵反应的关键因素,涵盖政策支持、法律框架、技术创新,以及社会经济条件、文化背景和市场竞赛态势。知识发酵环境作用于知识发酵过程,显著影响其效果和效率;⑤知识发酵吧,指知识发酵的容器,由于不同的知识发酵过程需要不同的环境和要素配置,因此每个发酵吧都有其独

特的要素构成，以满足不同类型的知识发酵需求；
⑥知识发酵产物，也即知识发酵最终成果，包括在知识发酵全过程中产生的知识产品。

由构成要素含义总结出，知识融知发酵的过程是在知识酶的作用下，知识菌株通过知识母体完成

消化、适应、转化和演进的过程。在此过程中，结合先进的知识工具、合适的制度环境以及其他外部条件，组织吸收及融合外部知识并将其转化为组织的行动知识。据此可构建融知发酵模型，如图1所示。

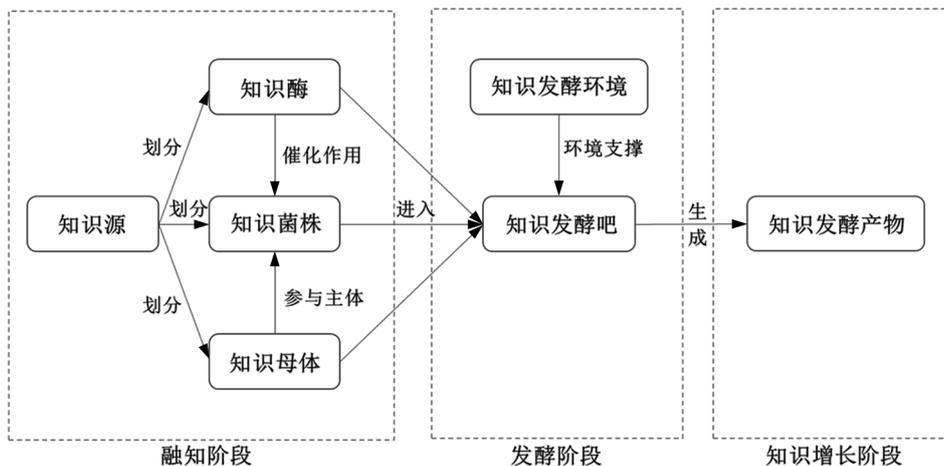


图1 融知发酵模型

Fig. 1 Knowledge Convening and Fermenting Model

3 水灾害应急情报生成机理

3.1 水灾害事件的应急情报工作

作为我国影响范围最广的灾害，水灾害事件具有突发性和不可预见性。尽管可以通过气象预报、水文监测等手段进行预警，但水灾害的爆发往往具有突然性，难以准确预测其发生时间和地点。而且水灾害事件往往涉及多因素交互作用，其发生和发展往往受到地形、地貌、气候、植被、人类活动等多种因素的影响，这些因素之间的相互作用使得水灾害地预测和防控变得更加复杂。因此，水灾害应急管理中的情报工作是一项复杂而关键的任务，它贯穿于灾害应对的全过程，为决策者提供及时、准确、全面的信息支持。

在应急管理中，情报是指经过筛选、加工和传递的关于特定主题的信息，这些信息具有目的性、时效性和价值性。对于应急管理而言，情报特指与突发事件应对相关的各类信息，包括但不限于事件的性质、规模、发展趋势、影响范围等。情报的准确性、完整性、及时性和针对性是其在应急管理中的基本特性，这些特性对于应急预案的制定和实施至关重要。应急管理中的情报工作主要由应急管理职能机关中具有情报职能的机构负责，这些机构针对社会各类公共性突发事件，在事前、事发、事后

各环节开展一系列活动，以信息搜集、分析研判、情报报送为主要流程。这些情报不仅为应急预案的实施提供基础，还涉及风险评估与监测、危机管控与预警、应急处置与救援等多个环节。具体来说，水灾害应急管理中的情报工作主要包括以下几个方面：首先，情报部门需要通过卫星遥感、无人机侦察、现场观测等技术手段广泛收集及获取与灾害相关的各类信息，包括水文数据、气象预报、地形地貌、人口分布等；其次，要对收集到的信息进行深入分析和研判，通过数学模型、物理模拟等手段，以揭示灾害的发展趋势、影响范围以及可能造成的损失，为决策者提供科学依据；第三，要及时将分析结果传递给相关部门和救援队伍，以便他们能够根据情报制定救援方案、调配资源，同时通过媒体、网络等渠道向公众发布灾害预警、救援进展等信息，引导公众正确应对灾害，减少恐慌和混乱；最后，在水灾害应对过程中，情报部门需要不断收集反馈意见，了解救援行动的效果和存在的问题，以便及时调整情报收集和分析的策略，并对情报工作的效果进行评估，总结经验教训，为今后的水灾害应对提供有益借鉴。

总的来说，水灾害事件中的应急情报工作是一项综合性、系统性的任务，它要求水利部门具备高

度的专业素养和敏锐的观察力，能够迅速、准确地获取和分析信息，为决策者提供有力支持。然而，目前水灾害事件的情报工作仍然存在以下问题：

首先，情报易失真。情报的失真可能来源于多个环节，如信息采集不准确、信息分析偏差、信息传递过程中的误解或篡改等。失真的情报不仅无法为决策者提供有价值的信息，还可能误导决策，导致救援行动偏离正确的方向。此外，情报失真还可能引发社会恐慌和混乱，对突发事件的应对工作产生负面影响。其次，情报传递滞后，信息传递效率不高。在水灾害事件发生时，及时、准确的情报对于决策的制定和救援行动的实施至关重要。但是水灾害应急管理中信息传递环节多、流程复杂，以及各部门间协调不畅，导致情报传递的速度慢，难以满足应急管理需要。最后，情报利用不足，难以满足精准预警、快速响应的要求。在水灾害事件应对过程中，往往需要大量精准有效的情报来支持决策和救援行动。然而由于情报经验不足、情报分析人员缺乏足够的专业知识等原因，导致情报利用无法满足需求，难以对形势进行准确判断实现精准预警，造成响应不够迅速、救援行动的资源分配不均、效果不佳等问题。

综上所述，我国水灾害事件应急管理的情报工作存在情报失真、传递滞后和情报利用不足等问题，导致难以实现精准预警、快速响应。为了解决这些问题，本研究结合融知发酵模型剖析水灾害应急情报生成机理，以确保在突发事件发生时能够及时、准确、全面地获取和应用情报，为应急管理提供有力支持，实现精准预警、快速响应等目标。

3.2 水灾害应急情报生成要素及功能

机理泛指一个工作系统的组织或部分之间相互作用的过程和方式，研究情报机理，有助于从系统观点出发，研究突发事件全过程中的情报工作全貌^[8]。本研究参考沙勇忠等^[20]提出的公共危机信息管理 EPMFS 分析框架，基于融知发酵模型，将水灾害应急情报生成机理分成发酵要素机理、发酵功能机理两个部分，剖析情报生成的内在规律，构建应急情报生成模型。

3.2.1 发酵要素机理

基于融知发酵模型中的6个构成要素以及结合

水灾害应急情报的特点，生成6个水灾害应急情报发酵要素：应急情报发酵菌株、应急情报发酵母体、应急情报发酵酶、应急情报发酵环境、应急情报发酵吧以及应急情报发酵产物。

1) 应急情报发酵菌株。在水灾害应急情报工作中，应急情报发酵菌株为具备特定功能或特性的知识单元，它们是情报工作的基础。这些菌株包括灾情实时数据以及关于水灾害成因、预警系统、应急响应措施、救援资源分配等方面的专业知识。应急情报发酵菌株如同生物学中的菌株，具有潜在的繁殖和扩散能力，能够在情报工作中引发连锁反应，是构建完整情报体系的基础，也是解决具体问题的关键。

2) 应急情报发酵母体。在水灾害应急情报工作中，应急情报发酵母体是承载和滋养知识菌株的土壤，即参与应急管理过程的灾情信息数据库、历史灾情数据、专家经验以及媒体信息、现场反馈等。发酵母体为发酵菌株提供了生长和繁衍的环境，促进知识菌株的扩散和融合，影响情报传递的效率。

3) 应急情报发酵酶。应急情报发酵酶是指能够催化知识反应、促进知识转化的关键因素。在水灾害应急情报工作中，发酵酶指应急情报生成机制以及情报人员、科研人员、决策人员等。发酵酶能够加速发酵菌株的融合与转化，将分散、孤立的情报元素整合成具有实际应用价值的情报体系，提高情报的准确性和有效性，使得情报能够更好地服务于水灾害的应急管理工作。

4) 应急情报发酵环境。应急情报发酵环境指有利于发酵菌株生长、繁衍和转化的外部条件，包括政策环境、技术条件、应急管理系统、情报收集网络等方面。一个好的发酵环境能够促进情报工作的顺利开展。相反，不利的环境则可能阻碍情报的收集和传递，使得情报传递滞后，降低情报工作效率。

5) 应急情报发酵吧。应急情报发酵吧可以视为情报交流和分享的平台或空间，既是情报生成的资源形态，也是情报工作得以顺利进行的必要条件，包括指挥中心、决策会议室、总结会议等。不同的灾害类型、不同的发酵过程需要不同的发酵吧，不同的发酵吧相互作用又可组成更大的发酵吧。

6) 应急情报发酵产物。应急情报发酵产物是经过知识发酵过程后产生的具有实际应用价值的成果。根据水灾害事件发生的不同阶段(事前、事发、事中、事后),形成不同的应急情报产品,包括风险预警情报、快速响应情报、进展监测情报、总结评估情报等。这些发酵产物能够直接应用于水灾害应急实践中,降低情报失真的可能性。

通过对水灾害应急情报发酵要素的解析可知,

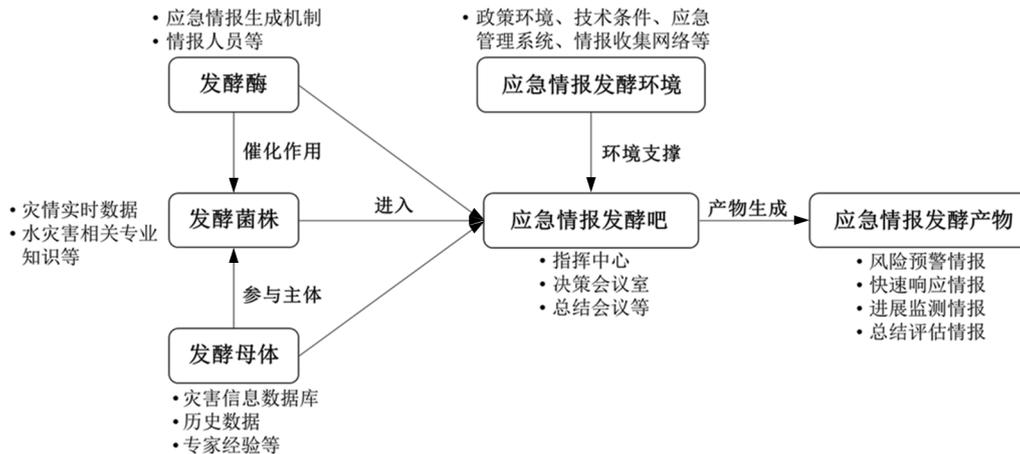


图 2 水灾害应急情报发酵组成要素

Fig. 2 Components of Water Disaster Emergency Intelligence Fermentation

3.2.2 发酵功能机理

水灾害突发事件的应急管理分为事前预防预警阶段、事发应急准备阶段、事中处置救援阶段及事后恢复重建阶段 4 个阶段,对应水灾害的孕育期、爆发期、持续期及消退期 4 个阶段。类比突发事件应急管理阶段、水灾害发展 4 个阶段及生物发酵过程,本研究将水灾害应急情报发酵过程分为发酵准备阶段、发酵活跃阶段、发酵高峰阶段及发酵衰退阶段 4 个部分。基于对发酵过程内在逻辑和运作机制的分析,将水灾害应急情报发酵功能机理划分为 4 个部分——预警预防、决策支持、动态监控及总结改进,如图 3 所示,这 4 个功能相互关联、相互支持,为灾害的预警、决策、监控与改进提供了坚实的情报支撑,共同确保了情报工作的连贯性和有效性。

1) 预警预防功能。预警预防是情报的首要任务,也是发酵准备阶段的主要目标,它奠定了后续情报收集、分析和应用的基础。在发酵准备阶段,需要进行深入地情报需求分析与规划,明确水灾害应急情报的具体需求,包括灾害预警、快速响应、

应急情报融知发酵的过程即应急情报发酵菌株在发酵酶的作用下,通过应急情报发酵母体实现了情报的消化、适应、转化和演进,如图 2 所示。在此过程中,基于复杂的内外部发酵环境,吸收及融合内外部信息并在发酵吧中将其转化为应急情报发酵产物。而这些应急情报发酵产物又作为应急情报发酵菌株参与到其他应急情报融知发酵过程中。

灾情监测、救援指挥等多个方面,即确定发酵菌株。为确保应急情报发酵的有效进行,需要选取与战略目标相匹配的高质量发酵菌株,同时根据需求制定相应的情报收集和分析规划,确定情报的来源、收集方式以及分析方法,确保情报工作能够有针对性地开展。这一过程中,发酵母体全程参与,灾害信息数据库、历史数据等承担了发酵母体的责任。然而这一阶段的发酵菌株未形成体系,数据较为分散,发酵酶的作用不明显,此阶段易产生情报失真问题。因此,发酵酶应基于发酵菌株,利用时间序列模型、机器学习模型对水灾害发生的可能性进行预测和评估,通过 AI 算法迅速在发酵吧中生成风险预警情报,确保提前发出预警。这种预警功能有助于参与主体提前做好准备,采取必要的预防措施,从而有效减少灾害带来的损失。

2) 决策支持功能。决策支持功能主要集中在发酵活跃阶段,发酵活跃阶段是水灾害应急情报发酵过程中的关键时期,其活跃程度直接决定了情报能否及时、准确地为灾害应对提供有力支持。在这一阶段,发酵母体迅速聚集,通过发酵酶的作用使

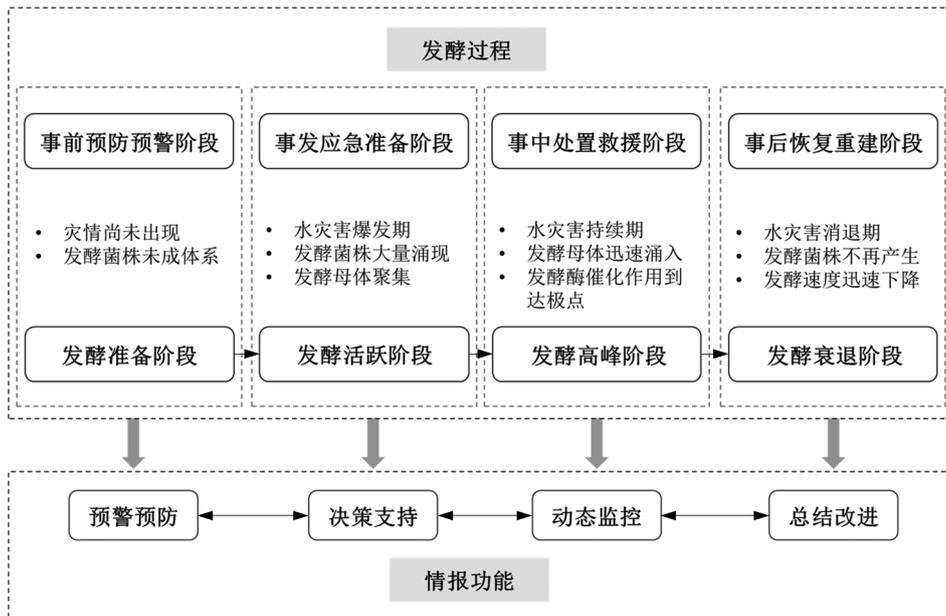


图3 水灾害应急情报发酵功能机理

Fig. 3 Functional Mechanism of Water Disaster Emergency Intelligence Fermentation

得情报发酵过程迅速升温。情报工作者借助发酵环境中如卫星遥感、无人机侦察、现场监测等技术手段，全面自动化地搜集与水灾害相关的各类信息。同时，利用大数据分析平台实时处理这些高强度、高密度的数据，确保及时获取权威情报和社交媒体、志愿者组织等非官方渠道的重要补充信息。在发酵菌株和发酵母体的联合作用下，大量生成快速响应情报，包括灾情应急响应预案、灾情情报通报、资源调配通知等，帮助决策者制定科学、合理的救援方案，指导救援行动开展。

3) 动态监控功能。随着灾害的发展，发酵进入高峰期，情报系统能够实时更新数据，发酵母体迅速聚集，提供最新的灾害动态和救援进展。这一阶段是水灾害应急情报发酵过程中的决定性时刻，此时情报的传递、分析和应用均达到顶峰，对灾害应对的决策产生深远影响。经过前期的情报收集和初步分析，参与主体已经对水灾害的发展趋势、潜在风险和救援需求有了较为清晰的认知，可以在这一阶段利用人工智能技术通过实时数据流处理和深度学习模型，对现场数据进行细粒度、强动态的分析。此时发酵酶的催化效果达到了极点，利用自动化知识图谱构建等方法迅速将菌株情报深度整合和提炼，形成高价值的情报产品，包括灾害现场救援进展、灾害影响程度评估、未来趋势预测以及资源调配建议等多个方面。这些发酵产物通过高效的通

信网络，迅速传递到决策者、救援队伍以及社会公众手中，为各方提供了及时、准确的参考信息，确保救援行动的高效性和针对性。

4) 总结改进功能。发酵衰退阶段标志着情报活动的逐渐回落，但同样承载着总结反思、完善提升的重要使命。参与主体开始回顾并总结整个发酵过程中情报收集、分析、传递和应用的情况，对情报的准确性、时效性和有效性进行全面评估，分析情报在灾害应对中的实际作用，以及存在的不足和需要改进之处，并利用知识管理系统对灾情案例库、知识库等进行整合，通过机器学习不断优化情报分析和决策支持模型，最终在发酵吧内形成总结评估情报，从而进一步完善应急预案，提升应急管理水水平，为未来的水灾害应对提供有益的参考和借鉴。这一阶段发酵菌株不再继续产生，发酵速度也大幅下降，最终停止发酵，直至下一灾情信息产生新的发酵菌株，则发酵过程重新启动。

3.3 水灾害应急情报生成模型

根据对发酵要素机理、发酵过程机理以及发酵功能机理的深入分析，明确了水灾害应急情报生成的框架，构建了水灾害应急情报生成模型，如图4所示。这一模型涵盖了应急情报生成的全过程，充分考虑了水灾害应急管理的实际需求，为实现精准预警、快速响应同时解决情报失真、情报传递滞后等问题提供了科学指引。

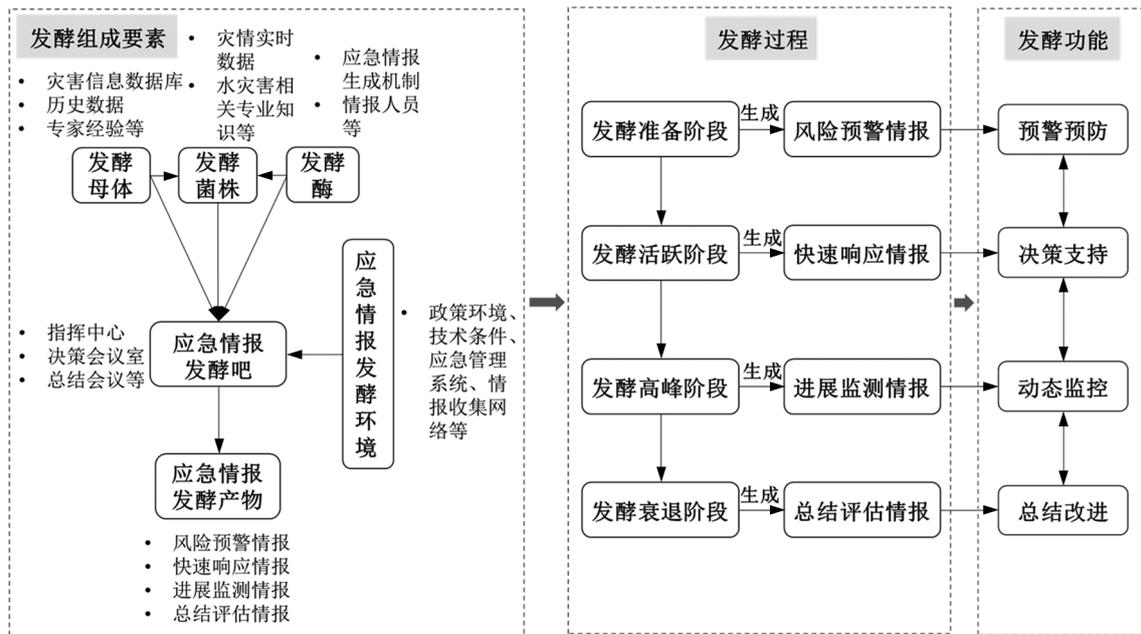


图4 水灾害应急情报生成模型

Fig. 4 Generation Model of Water Disaster Emergency Intelligence

4 实证分析

为了验证水灾害应急情报生成模型对应急情报的感知作用，本研究以中华人民共和国应急管理部官网发布的“2023年全国十大自然灾害”中“7月底8月初京津冀地区暴雨洪涝灾害”为例进行实证分析。

2023年7月底至8月初，京津冀地区经历了一场历史罕见的特大暴雨洪涝灾害，这场灾害是由第5号台风“杜苏芮”残余环流与其他气象因素共同作用导致的。北京的暴雨持续了约72小时，平均降雨量达331毫米。河北全省一半以上的县(区)遭遇洪涝灾害，受灾人口达222.29万，积水深度普遍在1~1.5米，最深处达到5~6米。灾害造成北京、河北、天津三地共计551.2万人不同程度受灾，因灾死亡失踪107人，紧急转移安置143.4万人，直接经济损失高达1657.9亿元。尽管灾害造成了严重损失，但通过及时有效的应急管理，最大限度地减少了人员伤亡和财产损失，并为后续的恢复重建奠定了基础。为分析水灾害应急过程中情报生成过程，基于水灾害应急情报生成模型，将此次暴雨洪涝灾害中应急情报发酵分为4个阶段：发酵准备阶段、发酵活跃阶段、发酵高峰阶段、发酵衰退阶段。

1) 发酵准备阶段。发酵准备阶段主要对应水

灾害的孕育期，此时发酵菌株是“杜苏芮”台风走向、水情、水文、雨情、水位、雨量等信息，发酵母体是灾害应对知识库、水灾害预测模型等，发酵酶是灾害应急管理部门或指挥中心的决策者，发酵环境是灾害预警系统、情报收集网络等基础设施以及水灾害应急管理的政策、法规等制度环境，发酵吧是应急管理的指挥中心。这一阶段的情报生成是依托于气象卫星、雷达等技术环境收集台风走向、雨情、水情等数据，将收集到的数据输入到水灾害预测模型中，根据历史数据、实时数据和气象条件等因素分析发现：随着“杜苏芮”残余环流向温带气旋转化，降雨分布不再环绕台风中心，而是形成直角雨带侵扰京津冀地区。水文应急监测队伍构筑了蓄滞洪区二维水动力学演进模型，首次实现蓄滞洪区洪水实时演进分析，并基于对降雨趋势、水位变化等情况的判断最终生成风险预警情报。7月29日，北京市气象台、河北省气象台分别发布暴雨红色预警，并通过媒体向公众发布“京津冀部分地区预计累计降水量会达到200~450毫米，局地会达到650毫米以上”的降水预测信息。

2) 发酵活跃阶段。发酵活跃阶段主要对应水灾害的爆发期，此时发酵菌株不仅包括水情、雨情等信息，还包括灾害现场的实时信息，如受灾面积、受灾人数等。发酵母体除了发酵准备阶段的基础数

据外,还包括实时收集到的现场照片、视频、社交媒体信息等。随着灾情发展,发酵吧数量逐渐增加,作为现场救援协调中心的临时指挥点成为发酵吧的新形式,如河北涿州、天津武清临时指挥点等。发酵酶和发酵环境与发酵准备阶段基本保持一致,在这一阶段,发酵酶的作用在逐步提升。基于应急管理系统,灾害应急管理部门和指挥中心的决策者根据实时情报迅速调整应对策略,大量的发酵产物——快速响应情报产生。国家及省市应急管理部等针对灾情迅速调整响应等级,7月30日,国家防汛抗旱总指挥部针对京津冀启动防汛Ⅱ级应急响应,河北全省洪水防御应急响应等级由Ⅱ级提升至Ⅰ级;8月2日,国家防灾减灾救灾委员会、中华人民共和国应急管理部针对河北严重洪涝灾害,将国家救灾应急响应级别提升至Ⅲ级。

3) 发酵高峰阶段。发酵高峰阶段对应水灾害的持续期,这一阶段发酵菌株由水情、雨情等数据转换为重大险情、人员伤亡、基础设施破坏等信息,发酵母体也增加了现场救援人员的实时反馈。此时,多个临时指挥点发酵吧协同工作,形成紧密的指挥网络,而由于发酵环境可能面临信息过载、通信中断等挑战,需要强大的信息处理能力和应急通信保障,因此发酵酶即情报人员、通信人员等的作用发挥到极点,快速、准确地识别并处理信息,生成进展监测情报,协助决策者作出应急决策,指导现场救援和灾后恢复工作。根据应急情报,天津、河北、河南先后启用了海河流域8个国家蓄滞洪区,推算洪水演进过程,有序安排调度措施,确保调度指令及时发出、指挥决策有序,确保水库不垮坝、下游重要防洪保护对象安全,最大限度保障人民群众生命安全,减少洪水影响和损失。京津冀最大蓄洪量24.69亿立方米,有效减轻了下游地区防洪压力,避免了462.3万人的转移。

4) 发酵衰退阶段。发酵衰退阶段对应水灾害的消退期,这一阶段灾情逐渐得到控制,发酵菌株主要为救援工作相关信息,发酵母体也主要涉及灾后恢复和重建的计划方案。8月9日,财政部、水利部紧急预拨10亿元,对国家蓄滞洪区运用期间群众的农作物、专业养殖、经济林、住房、家庭农业生产机械等水毁损失予以补偿,帮助受灾居民尽

快恢复正常生产生活秩序。发酵环境逐渐恢复正常,发酵酶开始发挥经验总结的作用,在指挥中心总结会议等发酵吧中分享和学习灾害应对的经验和教训,形成总结评估情报并整理到灾害应对知识库中,使此次水灾害应对经验能够作为发酵母体参与未来的水灾害应急情报管理。

综上所述,本研究所构建的水灾害应急情报生成模型能够感知各发酵阶段情报生成所需要的基础信息、知识支撑,并能够根据环境和发酵吧的变化明确发酵酶发挥的作用,使各阶段的情报生成过程更加清晰明确。

5 水灾害应急情报管理优化策略

“7月底8月初京津冀地区暴雨洪涝灾害”事件中,虽然通过及时有效的应急管理最大限度地减少了人员伤亡和财产损失,但防御过程中仍然暴露出一些问题:雨情、水情监测不能满足现代化防汛的情报需要,暴雨预报落区和强度存在偏差,即难以满足精准预警的需求;预报与调度一体化难以实现,也即情报传递滞后,缺乏信息技术支撑;数字孪生流域建设难以满足应急实战需求。为帮助解决针对实证分析发现的问题,结合研究所构建的水灾害应急情报生成模型提出以下水灾害应急情报管理优化策略。

5.1 优化发酵菌株,加强雨情、水情监测体系建设

当前,雨情、水情监测主要依靠“三道防线”,也即气象卫星和测雨雷达系统、雨量站和水文站、集成数据分析与预报系统,然而这“三道防线”所产生的发酵菌株质量不够高、数量不充足,并不能满足防汛的情报需求。因此,需要优化发酵菌株,升级和完善现有的雨情、水情监测系统,包括增加监测站点密度、提升监测设备性能,以及利用先进的遥感技术和数据分析手段,提供更全面、准确、实时的监测数据,并通过强化对暴雨预报技术的研究优化算法和模型,提高预报的准确性和精度,特别是针对暴雨落区和强度的预测,以满足精准预警的需求。

5.2 连通发酵吧,推进预报与调度一体化建设

由于历史原因,不同年代建设的水工程所采用的信息系统标准不一,新旧系统间的兼容性问题限制了信息的有效交换和集成,增加了联合调度的技

术难度。因此,要实现预报调度一体化,首先要加强信息技术在防汛抗洪中的应用,建立高效、智能的预报与调度一体化系统,优化调度决策流程,通过引入大数据、人工智能等先进技术,提高调度决策的智能化水平,确保在紧急情况下能够迅速、准确地做出响应。其次要连通情报发酵中的发酵吧,加强部门间的协作与沟通,确保预报信息能够及时、准确地传递给相关部门和单位,为防汛抗洪提供有力支持。

5.3 改善发酵环境,加快数字孪生流域建设步伐

虽然数字孪生流域和数字孪生工程的概念已被提出并开始应用,采用激光雷达、无人机拍摄等完善下垫面数字底板,但其深度集成和实用化水平仍然不足。要将虚拟模型与实体工程紧密结合,实现更精细、动态的管理和调度策略,就要改善发酵环境,加快数字孪生流域建设的步伐,加强对数字孪生流域技术的研发和应用,通过引入新技术、新方法,提高数字模型的准确性和可靠性,并建立数字孪生流域与应急实战的紧密衔接机制,确保在紧急情况下能够迅速、准确地获取和分析数字模型提供的信息,为防汛抗洪提供科学、精准的决策支持。

6 总结与展望

本研究基于融知发酵理论,全面、深入地分析了水灾害应急情报生成的发酵要素机理、发酵功能机理。通过这一研究,成功构建了水灾害应急情报生成模型,并通过实证分析验证了模型的实际适用性,针对水灾害应急情报管理中存在的难以实现精准预警、信息传递不畅、数字孪生流域建设难以满足应急实战需求等问题提出了相应的优化策略,为水灾害应急情报管理提供了重要的理论支撑和实践指导。然而,目前的研究尚未从定量的角度对模型进行验证和分析。未来将致力于从定量的角度出发,进一步深入研究水灾害应急情报生成的机理和模型。

参 考 文 献

[1] 张乐,王慧敏,佟金萍.突发水灾害应急合作的行为博弈模型研究[J].中国管理科学,2014,22(4):92-97.
[2] 胡峰,温志强.面向重大疫情防控的应急情报生成机理及效能提升策略研究——基于融知发酵模型[J].情报资料工作,2021,42(4):38-47.
[3] Fertier A, Barthe-Delanoë A M, Montarnal A, et al. A New E-

mergency Decision Support System: The Automatic Interpretation and Contextualisation of Events to Model a Crisis Situation in Real-Time [J]. Decision Support Systems, 2020, 133: 113260.
[4] Barthe-Delanoë A M, Montarnal A, Truptil S, et al. Towards the Agility of Collaborative Workflows Through an Event Driven Approach—Application to Crisis Management [J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2018, 28: 214-224.
[5] Oh N. Strategic Uses of Lessons for Building Collaborative Emergency Management System: Comparative Analysis of Hurricane Katrina and Hurricane Gustav Response Systems [J]. Journal of Homeland Security and Emergency Management, 2012, 9(1): 630-644.
[6] Amailef K, Lu J. A Mobile-Based Emergency Response System for Intelligent M-Government Services [J]. Journal of Enterprise Information Management, 2011, 24(4): 338-359.
[7] 瞿志凯,兰月新,夏一雪,等.大数据背景下突发事件情报分析模型构建研究[J].现代情报,2017,37(1):45-50.
[8] 姚乐野,范炜.突发事件应急管理中的情报本征机理研究[J].图书情报工作,2014,58(23):6-11.
[9] 刘建准,唐霏雯,石密,等.突发事件应急管理中情报介入与融合模型研究[J].图书情报工作,2019,63(18):78-86.
[10] 张海涛,周红磊,张鑫蕊,等.情报智慧赋能:重大突发事件的态势感知[J].情报科学,2020,38(9):9-13,22.
[11] 操玉杰,李纲,毛进,等.大数据环境下面向决策全流程的应急信息融合研究[J].图书情报知识,2018,(5):95-104.
[12] 和金生.知识管理与知识发酵[J].科学与科学技术管理,2002,23(3):63-66.
[13] 张红兵,和金生.基于“融知发酵”的产业集群知识创新探析[J].科学管理研究,2007,(4):76-79.
[14] 刘国亮,张蒙,王雅薇,等.基于融知发酵理论的公共服务平台信息资源共享实现路径研究[J].情报理论与实践,2015,38(5):130-134,144.
[15] 李宇佳,张向先.学术虚拟社区知识增长的关键影响因素识别——基于融知发酵理论视角[J].情报杂志,2016,35(10):160-165,189.
[16] 张蒙.突发公共卫生事件网络舆情发酵机理研究[J].现代情报,2020,40(9):20-31.
[17] 翟羽佳,许佳,李晓.面向突发重大公共卫生事件的多源异构应急信息融合模型研究[J].图书与情报,2021,(5):9-20.
[18] 刘植惠.新情报观[J].情报理论与实践,1999,(6):389-393.
[19] 和金生,马丽丽,王伟才.一种知识管理的新理论——组织学习的“融知—发酵”模型[J].社会科学战线,2003,(4):267-268.
[20] 沙勇忠,李文娟.公共危机信息管理EPMFS分析框架[J].图书与情报,2012,(6):81-90.

(责任编辑:郭沫含)