

doi: 10.11731/j.issn.1673-193x.2024.06.026

国外应急管理研究热点与演进^{*} ——基于2001—2023年Web of Science数据库知识图谱分析

冯小军, 吴春杰, 刘晓斐, 王恩元, 邓狮狮, 丁 增

(中国矿业大学 安全工程学院, 江苏 徐州 221116)

摘 要:为探究国外应急管理领域的研究热点与演进,选取2001—2023年Web of Science数据库(WoS)收录的1 724篇应急管理文献,基于CiteSpace文献计量软件从发文量趋势、机构、国家及作者合作网络、共被引文献、关键词共现及聚类特征进行可视化分析。研究表明:国外应急管理领域的年发文量呈现稳步增长的趋势,研究主题演进可分为3个阶段:1)2001—2010年,应急预案与决策成为研究热点;2)2011—2018年,疏散、社区脆弱性、社区韧性成为高突现强度关键词;3)2019—2023年,智慧应急成为研究热点。随着大数据、人工智能等新型互联网技术在数字中国建设中的发展与应用,智慧应急将成为新时期应急管理内涵建设的重要方向之一。研究结果可为我国应急管理新理论与新技术发展提供参考。

关键词:应急管理;研究热点;CiteSpace;文献计量;知识图谱

中图分类号:X913 文献标志码:A 文章编号:1673-193X(2024)-06-0190-07

Hotspots and evolution of foreign research on emergency management: based on knowledge graph analysis of Web of Science database from 2001 to 2023

FENG Xiaojun, WU Chunjie, LIU Xiaofei, WANG Enyuan, DENG Shishi, DING Zeng

(School of Safety Engineering, China University of Mining and Technology, Xuzhou Jiangsu 221116, China)

Abstract: In order to explore the research hotspots and evolution in the field of emergency management in foreign countries, 1,724 literatures about emergency management published in the Web of Science database (WoS) from 2001 to 2023 were selected, and based on CiteSpace bibliometric software, the visualization analysis was carried out on the co-occurrence and clustering characteristics of number of publications trend, institution, country and author cooperation network, co-cited literature, and keyword. The results show that the annual number of publications in the field of foreign research on emergency management presents a trend of steady growth. The evolution of research topics can be divided into three phases: 1) 2001—2010, the emergency plan and decision-making have become the research hotspots; 2) 2011—2018, the evacuation, community vulnerability, and community resilience have become the high emergent intensity keywords; 3) 2019—2023, the smart emergency response has become a research hotspot. With the development and application of big data, artificial intelligence and other new Internet technologies in the construction of digital China, smart emergency response will become one of the important directions for the construction of emergency management connotation in the new period. The research results can provide reference for the development of new theories and technologies of emergency management in China.

Key words: emergency management; research hotspots; CiteSpace; bibliometrics; knowledge graph

收稿日期: 2024-03-08

^{*} 基金项目: 教育部科学技术委员会战略研究项目(202101); 江苏省研究生教育教学改革重大课题(JGKT23_A010); 中国矿业大学中央高校基本科研业务费专项资金项目(2022ZDPY0101)

作者简介: 冯小军, 博士, 副教授, 主要研究方向为安全监测与大数据利用和应急技术与管理。

通信作者: 刘晓斐, 博士, 教授, 主要研究方向为城市公共安全和应急技术与管理。

0 引言

近年来,频发的大规模灾害和突发的公共事件对人类社会产生负面影响。灾害往往具有突发性、复杂性和频发性等特点,如何有效防范是当前国内外学者重点的研究领域。从对突发事件的应急管理活动来看,应急管理过程可大致划分为“预防控制、应急响应、恢复重建”3个阶段^[1]。我国应急管理体系经历单一灾害管理—综合应急管理—现代应急管理—中国特色应急管理的转变^[2],应急管理体系日臻完善。目前,国内应急管理研究处于前进并逐步深入的稳定发展阶段^[3]。在此期间,国外相关学者对该领域的研究深度与广度不断扩展。因此,深入研究国外应急管理领域的研究热点及演进趋势,有助于国内学者了解该领域的研究现状并开拓新的研究方向。

目前,相关学者对国外应急管理领域积累的研究成果进行梳理。如 Dorasamy 等^[4]回顾知识管理系统在支持灾害管理方面的应用,并强调其在灾害预防、准备、响应和恢复阶段的重要作用; Mukhopadhyay 等^[5]总结事件预测、资源分配和调度模型在应急管理中的研究; Houston 等^[6]对 2012—2013 年相关文献进行全面审查后提供 1 个全面的框架,强调社交媒体在信息收集和传播、情感支持、协调行动和灾后恢复方面的重要性; Drabek 等^[7]强调多机构协调的重要性,并从研究文献中总结经验教训,从而为灾难响应者提供指导,以更好地应对灾难。从既有文献综述来看,学者主要聚焦于某一特定研究领域,未能充分展现国外应急管理领域研究热点的整体演进路径。

基于此,本文采用文献计量学的分析方法,通过运用 CiteSpace 软件对 Web of Science (WoS) 数据库中 2001—2023 年间的 1 724 篇相关文献进行可视化分析,分别从年发文量趋势、机构、国家及作者合作网络、共被引文献、关键词共现及聚类特征的维度考察国外应急管理的研究热点与演进过程,以期为我国相关学者在数字中国建设背景下研究应急管理新理论与新技术提供借鉴。

1 数据来源及研究方法

本文以 WoS 核心合集为数据源,以“TS = 应急管理”为检索式,设置文献时间跨度为 2001 年 1 月—2023 年 12 月,论文发表单位所属国家去除所有中国发文单位,并通过人工剔除与主题不相关和重复文献后,共得到 1 724 篇文献。CiteSpace 是由来自美国德雷塞尔大学陈超美教授基于 Java 语言开发的软件,所绘制的图谱是以知识域为对象,显示知识单元或者知识群之间各种

关系,从而发现新的研究领域^[8]。本文使用 CiteSpace 软件对所收集到的文献进行可视化分析,梳理 2001—2023 年国外应急管理研究热点与演进发展脉络。

2 结果

2.1 年发文量分析

某领域年发文量及其变化趋势可以反映该研究领域在时间序列上的发展历程,这对于预测未来的发展趋势有着重要意义。运用 CiteSpace 软件统计 1 724 篇国外应急管理领域研究的相关文献并绘制年发文量图,如图 1 所示。应急管理体系研究可划分为 3 个阶段。第 1 阶段为 2001—2006 年,在此期间,年发文量平均 8 ~ 9 篇,学者对于应急管理领域的研究尚处于萌芽阶段;第 2 阶段为 2007—2021 年,受洪水、地震、飓风等突发事件的影响,应急管理受到广泛关注。在此阶段,年发文量虽出现小范围的波动,但是总体上仍呈现急速上升的趋势。特别是在新型冠状病毒肺炎爆发的背景下,各国面临着深重的灾难,这引起学者们的高度重视,2021 年年发文量高达 201 篇;第 3 阶段为 2022—2023 年,此阶段属于应急管理研究的深化期,年发文量平均为 146 ~ 147 篇,学者们的研究重心主要集中在公共卫生应急管理方面。总体而言,应急管理研究领域知识量呈现增长的态度,反映出应急管理研究热度越来越高。

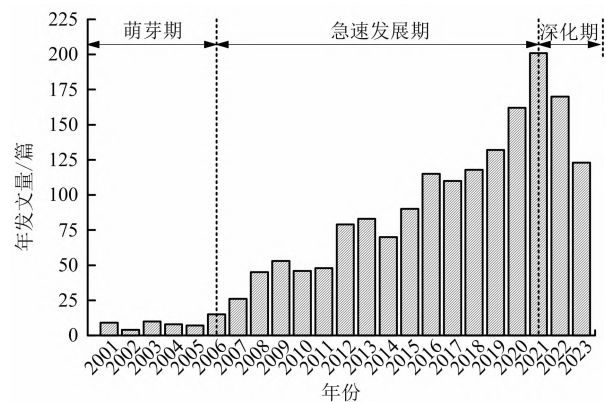


图 1 2001—2023 年国外应急管理研究领域文献的年发文量

Fig. 1 Annual number of publications in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

2.2 机构合作网络分析

机构合作网络图谱可直观反映应急管理领域各个研究机构的科研力量和及其合作紧密程度。运用 CiteSpace 绘制机构共现网络图谱,结果如图 2 所示。图 2 中共包含个 428 节点、766 条连线。节点和标签的大小与机构的发文量成比例,连线的粗细反映机构合作的紧密程度,以年轮状分布的圆圈表示机构发文的年份。

从机构发文量来看,State University System of Florida(佛罗里达州立大学)是应急管理领域具有显著影响力的研究机构。从机构的性质来看,高校科研院所是当前国外应急管理研究的集中地。从合作地理位置来看,在同一国家内各个机构合作关系更加紧密,而跨国机构之间的合作度较低,尚没有形成紧密的合作网络,相较而言,美国的研究力量更为强大。从合作关系来看,State University System of Florida 的中心度最高,为 0.26,共与 49 个机构有着紧密的合作关系,体现 State University System of Florida 在应急管理领域的重要地位。

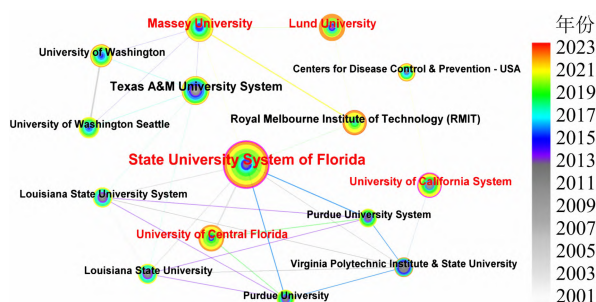


图 2 2001—2023 年国外应急管理研究领域机构共现网络
Fig.2 Institution co-occurrence network in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

2.3 作者及其合作关系分析

作者合作网络图谱可反映出某研究领域的骨干力量及其合作关系。运用 CiteSpace 绘制作者共现知识图谱,结果如图 3 所示。依据普莱斯公式 $M = 0.749 \sqrt{N_{\max}}$ 进行统计分析,其中 M 为核心作者发文量; N_{\max} 为统计年限中最高产作者的发文数量。当发文量大于等于核心作者发文量时,该作者即为核心作者。对作者的发文量进行统计, $N_{\max} = 25$,可得 $M = 3.745$,即发文量在 4 篇及以上的作者为核心作者,统计显示共 46 人,说明这些作者是推动应急管理领域的重要研究力量。其中 Ronchi Enrico 发文量位居第 1,为 25 篇;Murray-tuite Pamela 发文量 19 篇;Lindell Michael K 发文量 18 篇;Ha Kyoo-Man 发文量 9 篇。从研究方向上来看,Ronchi Enrico 的研究主要集中在火灾的应急响应以及在此过程中交通疏散方面;Murry-tuite Pamela 聚焦于交通疏散方面研究,包括交通流量模拟与优化、交通系统分析与规划等方面,此外该作者在飓风这一自然灾害方面的研究也颇为丰富;Lindell Michael K 更侧重于自然灾害管理与风险分析。从合作角度来看,各个作者的中介中心度较高,但发文量较多的作者之间合作关系较弱,因此在以后的研究中,需要进一步加深合作关系,构建更大规模的学术共同体。

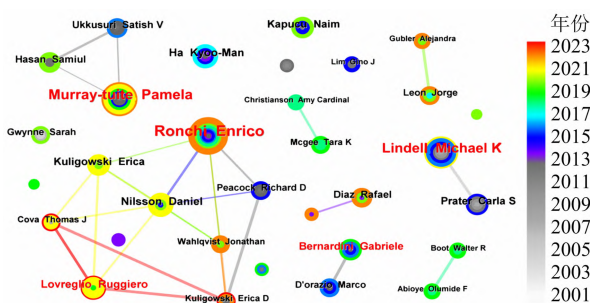


图 3 2001—2023 年国外应急管理研究领域作者共现网络
Fig.3 Author co-occurrence network in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

2.4 国家合作网络分析

运用 CiteSpace 软件选择 country 参数构建国家合作网络图谱,结果如图 4 所示。由图 4 可知,USA(美国)学者发表的文章数量最多,为 805 篇,占所检索文献的 46.694%。说明美国对应急管理研究的贡献最大,在该领域占据主导地位。其他发文量较多的国家依次是 AUSTRALIA(澳大利亚)147 篇、CANADA(加拿大)118 篇、ENGLAND(英国)116 篇、ITALY(意大利)81 篇。且上述 5 个国家在应急管理研究领域的发文趋势大致相同。从中介中心性来看,美国的中介中心性最高为 0.62,其次是澳大利亚(0.23)、英国(0.20)、意大利(0.16)、加拿大(0.12),上述国家在应急管理研究过程中已建立紧密的合作关系。

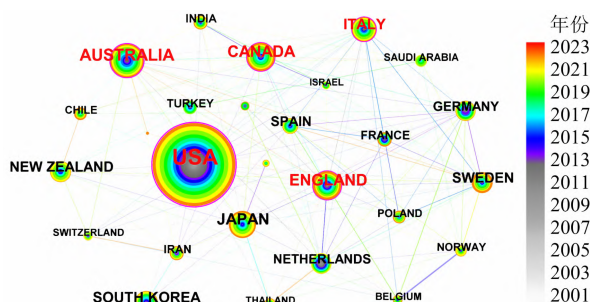


图 4 国外应急管理研究领域国家共现网络
Fig.4 Country co-occurrence network in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

2.5 文献共被引分析

文献共被引是指 2 篇或者多篇文献同时被其他文献所引用。文献被引频次越多,说明该文献在该研究领域的影响力越大,这在一定程度上也可反映相应研究领域在某一时期的研究热点。基于此,本文根据构建的国外应急管理领域共被引文献网络图谱统计前 5 名高被引文献及其引文数(截止 2023 年 12 月)、作者和发表年份,如表 1 所示。

表1 2001—2023年国外应急管理研究领域被引量前5名文献

Table 1 Top 5 cited literatures in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

序号	文章标题	年度	被引量	引文作者
1	Evacuation transportation modeling: an overview of research, development, and practice	2013	41	Murray-tuite Pamela 等
2	The protective action decision model: theoretical modifications and additional evidence	2012	28	Lindell Michael K 等
3	Analysis of evacuation behavior in a wildfire event	2018	22	Toledo Tomer 等
4	Fleeing from hurricane Irma: empirical analysis of evacuation behavior using discrete choice theory	2020	21	Wong Stephen D 等
5	Households' immediate responses to the 2009 American Samoa Earthquake and Tsunami	2015	17	Lindell Michael K 等

由表1可知,影响力最大的是Murray-tuite等^[9]于2013年发表的文章1。该文回顾基于高速公路的疏散建模和仿真在2003—2013年中的演变,并提出3个未来的发展方向,即跨学科发展、新技术的应用、模型的改进与验证;Lindell等^[10]于2012年发表的文章2概述保护行动决策模型的组成部分(社会和环境背景、心理、环境阻碍与促进因素、反馈)及其在风险沟通程序的开发、疏散模型、危害调整3个领域的应用;Toledo等^[11]于2018年发表的文章3基于1场大规模野火事件,收集有关受影响的居民当天所从事活动的数据并进行分析,以评估个人是否选择撤离以及影响这些决策的主要因素;Wong等^[12]于2020年发表的文章4收集并分析2017年10月至2017年12月受飓风艾尔玛影响的个人决策的数据,根据撤离者的多维选择(出发时间、目的地、避难所类型、交通方式和路线等)及其相互关系进行建模分析;Lindell等^[13]于2015年发表的文章5采用保护行动决策模型中的变量对受海啸袭击影响的代表性受访者展开问卷调查,其结果表明地震震动作为海啸的环境线索在美属萨摩亚比其他海啸袭击地区更为普遍,此外与飓风灾害情况不同的是,环境线索比社会警告更为重要。

2.6 关键词共现与聚类分析

关键词可高度概括1篇文章的核心内容,通过关键词共现图谱有助于了解某一领域的研究现状。聚类是通过从文献的摘要、标题或者关键词中提取名词术语,将收集到的文献计量信息分为不同的类别。基于关键词共现图谱运用CiteSpace分别绘制关键词共现网络图谱(图5)与聚类图谱(图6)。根据网络结构和聚类清晰度,一般认为聚类分析可依据模块值(Q 值)、平均轮廓值(S 值)来评价知识图谱的绘制效果,当 $Q > 0.3$ 就意味着划分出来的社团结构是显著的;当 $S > 0.7$ 时,认为该聚类是高效率且令人信服的^[8]。在本次关键词聚类图谱中 $Q = 0.370\ 8$, $S = 0.732\ 1$,表明聚类结果显著且令人信服。

由图6可知,聚类#0 evacuation(疏散)主要包括



图5 2001—2023年国外应急管理研究领域关键词共现网络

Fig. 5 Keyword co-occurrence network in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

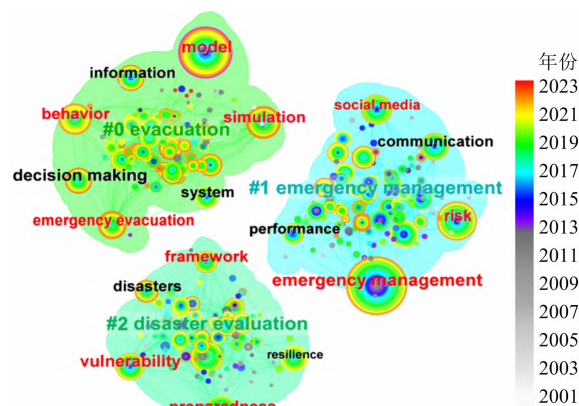


图6 2001—2023年国外应急管理研究领域关键词聚类图谱

Fig. 6 Clustering graph of keyword in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

model(模型)、behavior(行为)、simulation(模拟)、emergency evacuation(应急疏散)等关键词。在这一聚类中,学者在应急管理领域的研究主要集中于模拟疏散。这主要是由于在紧急情况下,有效的疏散计划对于确保人员的安全至关重要,而模拟、大数据、应用数学等技术的进步也促进学者在管理和规划人员紧急疏散方面的研

究。如 Alac 等^[14]模拟学生的行为和决策过程,并使用数学模型来评估疏散位置的效率,从而找到学校建筑物中最佳的疏散位置;Kuligowsk 等^[15]收集 911 事件中人员疏散的相关数据并进行路径分析,从而确定影响疏散延迟的因素,包括环境、楼层、获取的信息、风险感知、寻求信息以及执行疏散前的活动。

聚类#1 emergency management(应急管理)主要包括 emergency management、preparedness(准备)、social media(社交媒体)等关键词。在这一聚类中,学者在应急管理领域的研究主要包括信息交流以及灾害响应水平的评估。在信息交流这一研究方向上,随着网络技术的不断发展,信息交流的方式也发生很大的变化。如 Lachlan 等^[16]指出社交媒体可以被视为 1 种新兴的在危机生命周期中传播信息的工具,因为求助信息可以在几分钟内传播到世界各地。然而社交媒体对灾害的影响也引发了学者们的广泛关注。如 Hayes 等^[17]通过收集关于自然灾害响应中社交媒体使用的数据,其结果表明,人们在利用社交媒体平台分享信息、寻求帮助、捐款等活动,同时也引发诸如个人信息的泄露和滥用等隐私和道德的问题。在灾害响应水平评估方面,主要聚焦于人员、社区、机构等应急准备的评估。如 Marincioni 等^[18]通过对一些意大利大学展开调查,以了解其应急准备措施。调查内容涵盖是否存在应急计划、沟通策略、培训和演习、与当地应急服务的协调以及是否有专门的应急响应团队等多个方面。

聚类#2 disaster evaluation(灾害疏散)主要包括 vulnerability(脆弱性)、framework(框架)、resilience(韧性)等关键词。在这一聚类中,学者更侧重于弱势群体或者地区应对灾害能力的评估。主要是由于灾害的发生可能对这一地区或者群体更具破坏力。为此,学者们通常采用脆弱性、韧性评估某一地区或者社会群体预测、应对、抵抗以及从灾害的影响中恢复的能力。David McEntire 指出脆弱性视角被认为最适理解灾害,因为其能够解释与危害相关的社会、经济、文化和政治变量。并提出降低脆弱性的 4 种方法:降低风险、降低易感性、增加抵抗力和提高复原力^[19-20]。此外,构建网络结构与模拟研究等也成为学者对突发事件的精准研判、快速响应、科学决策的主要方式。在新型冠状病毒肺炎全球爆发的背景下,Margherita 等^[21]在对流行病管理所涉及的资源、参与者、活动及其依赖关系进行全面分析的基础上,提出 1 个协调框架并概念化 1 个支持应急管理的系统。有研究指出社交媒体可以被视为 1 种新兴的在危机生命周期中传播信息的工具,因为求助信息可以在几分钟内传播到世界各地^[12]。

2.7 研究主题演进分析

关键词突现是指在某一时段关键词出现次数急剧

增加,反映某一领域研究热点的变化。因此通过关键词突现可以在一定程度上了解某一领域研究主题演进过程。表 2 列出 2001—2023 年应急管理研究中前 20 个突现关键词。根据表 2 将应急管理领域研究主题的演进过程分为以下 3 个阶段。

表 2 2001—2023 年国外应急管理研究领域突现强度前 20 关键词

Table 2 Top 20 keywords with greatest emergent intensity in field of foreign research on emergency management from 2001 to 2023

关键词	年份	突现强度	开始年份	结束年份
emergency management	2003	6.73	2008	2011
resilience	2016	5.74	2018	2023
emergency planning	2002	5.10	2002	2016
evacuation	2007	4.96	2013	2017
hurricane katrina	2012	4.75	2012	2015
fire safety	2019	4.46	2021	2023
governance	2004	4.40	2012	2017
systems	2011	4.37	2017	2018
adaptation	2010	4.13	2010	2016
risk perception	2001	4.10	2009	2013
disaster management	2002	4.10	2016	2018
human behaviour	2019	4.07	2021	2023
cell transmission model	2006	4.04	2006	2015
decision support systems	2006	3.90	2006	2009
policy	2010	3.86	2010	2016
urban	2003	3.76	2021	2023
community resilience	2014	3.75	2014	2019
preparedness	2008	3.75	2015	2016
simulation model	2003	3.73	2003	2010
tsunami evacuation	2021	3.71	2021	2023

1)2001—2009 年期间,突现词包括 emergency planning(应急预案)、cell transmission model(元胞传输模型)、simulation model(仿真模型)、decision support systems(决策支持系统)、risk perception(风险感知)、emergency management。其中 emergency management 作为检索主题词突现强度最高(6.73);emergency planning 持续时间最长(2002—2016 年),这主要是由于紧急事件的出现往往要求人们快速做出应急响应,然而传统的应急预案无法适应这类突发事件。因此,基于动态模拟的方法被广泛应用^[22]。此外,一些学者在决策方面也进行相关研究。在决策的过程中,往往涉及多个因素和

利益相关者的考虑,很难确定最佳的管理策略。在此背景下,决策支持系统得到广泛的应用。如 Gelderman 等^[23]提出1个多准则决策支持框架,该框架结合多个评估指标,包括环境影响、经济成本、社会可接受性等,以综合评估不同策略的优劣。风险感知被认为是人们对各种自然灾害做出调整决策的重要预测因素。Terpstra 等^[24]的实验结果表明传达风险信息可以提高人们的风险感知,从而能够采取适当措施更好地应对风险。

2)2010—2019 年期出现大量的突现词,主要有 resilience、governance(管理)、evacuation、hurricane katrina(飓风)、systems(系统)等关键词。其中,resilience 关键词突现强度最高(5.74),且该关键词自2016年出现一直持续至2023年。这可能主要是由于2015年联合国发布的《联合国2030年可持续发展议程》中提出“加快韧性基础设施建设”目标有关。该目标的提出在一定程度上加快学者对韧性的研究,尤其是提高社区韧性。如 Kontokost 等^[25]利用大数据技术,收集和分析各种数据,包括社区基础设施、人口特征、社会经济指标、环境因素等,以评估社区的韧性能力。除此之外,学者在疏散方面研究较多。学者们在该方面的研究更多侧重于诸如海啸、飓风等自然灾害、火灾、交通方面。而系统一词更多是由于在此期间信息技术的迅速发展催生许多新兴技术的出现,如 Hung 等^[26]使用志愿地理信息技术来识别和传递风险信息。

3)2020—2023 年期间突现词较少,包括 human behaviour(人的行为)、urban(城市)、tsunami evacuation(海啸疏散)等关键词。在此期间,大数据、互联网、人工智能技术的高速发展,更多新型应急方法被广泛应用在紧急疏散、公共卫生等领域。如在新型冠状病毒肺炎等难以预测的突发情况下,基于人工智能的系统可以帮助管理人员和领导者做出有效的决策^[27]。

3 结论

1)从论文发表数据来看,学者对应急管理的研究逐渐深入,以 Ronchi Enrico 为代表的研究者对应急管理领域的研究最为深入,贡献最大。美国是应急管理领域的重要研究力量,且以美国的 State University System of Florida 为主要的研究机构。

2)从研究热点及其演进历程来看,2001—2023 年应急管理领域的研究历经3个演进阶段。2001—2009 年期间,学者主要是对应急预案、决策、风险感知等方面开展研究;2010—2019 年期间,随着灾害所带来的负面影响越来越大,应急管理受到学者们的高度关注,出现了韧性、疏散、系统等热点词;2019—2023 年期间,在信息技术高速发展的时代背景下,一些智慧应急技术被广

泛应用到应急管理领域。未来智慧应急可能将成为应急管理领域的主要发展方向。

3)本文研究所采用的数据来源于 WoS 庞大数据库,因此检索后可能存在一些遗漏的数据。其次所选择的时间跨度是从2001—2023年,研究范围较为广泛,仅对相对重要的信息进行分析,这可能导致分析的内容不够全面,未来可结合更全面的数据库、大数据手段进一步深入研究。

参考文献

- [1] 李湖生. 应急管理阶段理论新模型研究[J]. 中国安全生产科学技术,2010,6(5):18-22.
LI Husheng. Research on new model of the emergency management phase theory[J]. Journal of Safety Science and Technology,2010,6(5):18-22.
- [2] 高璐,李树刚,张天军,等. 我国应急管理体系研究团队与热点主题可视化分析[J]. 中国安全生产科学技术,2023,19(7):37-43.
GAO Lu, LI Shugang, ZHANG Tianjun, et al. Visualization analysis on research teams and hot topics of emergency management system in China[J]. Journal of Safety Science and Technology,2023,19(7):37-43.
- [3] 云小鹏. 基于 CNKI 和 CiteSpace 的应急管理研究进展与展望[J]. 中国安全科学学报,2022,32(8):185-193.
YUN Xiaopeng. Research progress and prospect of emergency management based on CNKI and CiteSpace[J]. China Safety Science Journal,2022,32(8):185-193.
- [4] DORASAM M, RAMAN M, KALIANNAN M. Knowledge management systems in support of disasters management: a two decade review[J]. Technological Forecasting and Social Change,2013,80(9):1834-1853.
- [5] MUKHOPADHYAY A, PETTET G, VAZIRIZAD S M, et al. A review of incident prediction, resource allocation, and dispatch models for emergency management[J]. Accident Analysis & Prevention,2022,165:106501.
- [6] HOUSTON J B, HAWTHORNE J, PERREAULT M F, et al. Social media and disasters: a functional framework for social media use in disaster planning, response, and research[J]. Disasters,2015,39(1):1-22.
- [7] DRABEK T L, MCENTIRE D A. Emergent phenomena and multi-organizational coordination in disasters: lessons from the research literature[J]. International Journal of Mass Emergencies & Disasters,2002,20(2):197-224.
- [8] 陈悦,陈超美,刘则渊,等. CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J]. 科学学研究,2015,33(2):242-253.
CHEN Yue, CHEN Chaomei, LIU Zeyuan, et al. The methodology function of CiteSpace mapping knowledge domains[J]. Studies in Science of Science,2015,33(2):242-253.
- [9] MURRAY-TUITTE P, WOLSHON B. Evacuation transportation modeling: an overview of research, development, and practice[J]. Transportation Research Part C: Emerging Technologies,2013,27:25-45.
- [10] LINDELL M K, PERRY R W. The protective action decision mod-

- el; theoretical modifications and additional evidence [J]. Risk Analysis: An International Journal, 2012, 32(4): 616-632.
- [11] TOLEDO T, MAROM I, GRIMBERG E, BEKHOR S. Analysis of evacuation behavior in a wildfire event[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2018, 31: 1366-1373.
- [12] WONG S D, PEL A J, SHAHEEN S A, CHORUS C G. Fleeing from hurricane Irma; empirical analysis of evacuation behavior using discrete choice theory [J]. Transportation Research Part D: Transport and Environment, 2020, 79: 102227.
- [13] LINDELL M K, PRATER C S, GREGG C E, et al. Households' immediate responses to the 2009 American Samoa Earthquake and Tsunami [J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2015, 12: 328-340.
- [14] ALAC R, HAMMAD A W, HADIGHEH A, OPDYKE A. Optimising egress location in school buildings using mathematical modelling and agent-based simulation [J]. Safety Science, 2023, 167: 106265.
- [15] KULIGOWSKI E D, MILETI D S. Modeling pre-evacuation delay by occupants in World Trade Center Towers 1 and 2 on September 11, 2001 [J]. Fire Safety Journal, 2009, 44(4): 487-496.
- [16] LACHLAN K A, SPENCE P R, LIN X, et al. Social media and crisis management; CERC, search strategies, and Twitter content [J]. Computers in Human Behavior, 2016, 54: 647-652.
- [17] HAYES P, KELLY S. Distributed morality, privacy, and social media in natural disaster response [J]. Technology in Society, 2018, 54: 155-167.
- [18] MARINCIONI F, FRABONI R. A baseline assessment of emergency planning and preparedness in Italian universities [J]. Disasters, 2012, 36(2): 291-315.
- [19] MCENTIRE D A. The history, meaning and policy recommendations of sustainable development; a review essay [J]. International Journal of Environment and Sustainable Development, 2005, 4(2), 106-118.
- [20] MCENTIRE D A. Understanding and reducing vulnerability: from the approach of liabilities and capabilities [J]. Disaster Prevention and Management: An International Journal, 2012, 21(2), 206-225.
- [21] MARGHERITA A, ELIA G, KLEIN M. Managing the COVID-19 emergency; a coordination framework to enhance response practices and actions [J]. Technological Forecasting and Social Change, 2021, 166: 120656.
- [22] CHIU Y C, ZHENG H, VILLALOBOS J, GAUTAM B, et al. Modeling no-notice mass evacuation using a dynamic traffic flow optimization model [J]. IIE Transactions, 2007, 39(1): 83-94.
- [23] GELDERMANN J, BERTSCH V, TREITZ M, et al. Multi-criteria decision support and evaluation of strategies for nuclear remediation management [J]. Omega, 2009, 37(1): 238-251.
- [24] TERPSTRA T, LINDELL M K, GUTTELING J M. Does communicating (flood) risk affect (flood) risk perceptions? Results of a quasi-experimental study [J]. Risk Analysis: An International Journal, 2009, 29(8): 1141-1155.
- [25] KONTOKOSTA C E, MALIK A. The resilience to emergencies and disasters index; applying big data to benchmark and validate neighborhood resilience capacity [J]. Sustainable Cities and Society, 2018, 36: 272-285.
- [26] HUNG K C, KALANTARI M, RAJABIFARD A. Methods for assessing the credibility of volunteered geographic information in flood response; a case study in Brisbane, Australia [J]. Applied Geography, 2016, 68: 37-47.
- [27] DWIVEDI Y K, HUGHES D L, COOMBS C, et al. Impact of COVID-19 pandemic on information management research and practice; transforming education, work and life [J]. International Journal of Information Management, 2020, 55: 102211.

(责任编辑:高婧琦)