

融合数字风险管理的 现代应急管理创新实践与理论建构^{*}

周利敏

摘 要 数字风险管理作为一种新的方法,在应对复杂多变的灾害风险中展现出独特的优势。它强调数据驱动的风险预防,通过运用大数据、人工智能与物联网等技术,可以有效提高风险防范的精准性和智能化水平。与数字应急管理相比,它更加强调前端预防。可以说,正是借助数字技术,推动公共安全治理模式向事前预防转型才有可能成为现实。在这种意义上,数字风险管理和数字应急管理共同构成了数字化时代公共安全治理的两种基本形态。在现实中,数据驱动的风险管理作为一种方法已经展现出一种广泛的应用前景,形成了丰富的实践积累,这为后续的理论创新奠定了基础。因此,构建一个包含风险识别、监控、响应、协同及学习等核心环节的创新的数字风险管理的理论框架,才能在实践中为提升风险预防的效率提供更有效的理论参照。

关键词 数字风险;风险管理;应急管理;大数据;数字技术;人工智能

中图分类号 D668;C916;D638 **文献标识码** A **文章编号** 1001-8263(2024)12-0073-11

DOI:10.15937/j.cnki.issn 1001-8263.2024.12.008

作者简介 周利敏,广州大学公共管理学院教授、博导 广州 510006

在当今社会,数字技术以前所未有的速度迅猛发展,与此同时,灾害发生频率和程度也显著提高,如全球大流行的新冠疫情、伊恩飓风事件、全球经济通胀及衰退问题、信息安全危机及频繁的网络攻击等,严重威胁了社会稳定、民众生活乃至国家安全,对全球治理构成了严峻挑战。这些新型危机具有数据量指数级增长、形式多样化且更新速度快等特征,使得依赖历史数据和统计预测的传统应急管理在处理复杂、多源与巨量数据时捉襟见肘,同时信息剧增、信息过载与信息整合等状况也使传统应急管理压力倍增,现代应急管理必须做出快速与精准应对,才能有效防范复合型危机导致的连锁反应。数字技术因此成为确保应急管理保持前瞻性、及时性与智能性的核心驱动

力,数字风险管理是在数字化背景下出现的对潜在风险进行识别、评估、监控与控制的综合管理模式,作为一种新兴的风险管理方法,它是随信息技术的广泛应用与数字化转型加速而兴起的,主要源于对传统风险管理理论的进一步扩展和深化,因此,它并非完全原创,而是基于现有文献中对大数据、人工智能和物联网等技术的应用研究进行整合与创新而形成的。数字风险管理强调通过数据驱动的方式,增强风险防范精准性与智能化水平,目的是应对日益复杂的灾害风险。由于数字技术的日新月异与新型风险的不断出现,这一理论也处于持续不断的动态发展过程中。

有关数字风险管理与应急管理的相关研究积累了一些成果,大致归纳为几类:一是注重理论与

^{*} 本文是国家社科基金重点项目“面向人工智能时代的灾害治理研究”(19ASH009)的阶段性成果。

模型创新的研究,主要致力于理论框架的整合、数学模型的创新设计及计算效能的提升研究,同时注重分析数字风险的独特属性与管理架构。^①二是研究技术革新与平台建设,探讨人工智能、大数据与物联网等技术在应急管理中的实际应用,尤其关注增强现实(AR)的数字孪生技术的应用研究,这些前沿技术的应用,大大提高了应急响应速度与效率。^②三是组织与政策层面的研究,主要探讨数字化转型对应急管理组织架构调整与政策法规修订的深远影响。^③四是风险管理策略数字化转型,分析数字化工具重塑了应急处置过程、信息流通机制及资源配置模式,促进应急管理组织形态、组织运作及组织互动的根本性变化。^④五是协同治理研究,主要评估数字技术对协同治理产生的实际成效,探索跨部门协同治理解决复合型风险挑战的路径与策略。^⑤

尽管数字风险管理与应急管理的融合研究已取得了一定进展,但仍然存在一些不足:首先,单一技术的应用研究相对较多,但在新兴技术集成与融合研究方面,如区块链和物联网融合的探讨仍不充分。其次,对应急管理模式及时更新以适应数字时代的新挑战的研究不足,人工智能与大数据等技术如何有效应对网络安全与数字风险等新型风险事件的研究也未展开。最后,案例研究相对不足,理论与实践的融合研究亟待加强,跨学科合作研究也有待提升,已有研究也多忽略了将风险行为与社会影响融入数字风险管理框架。基于此,本文主要探讨数字风险管理理论在现代应急管理中的融合应用与策略优化问题,主要包括:数字风险管理理论的构成要素及其特征是什么,其如何在应急管理全生命过程中创新应用,应用的效果与面临挑战是什么,如何通过数字风险管理理论优化应急管理以更有效应对新型风险的挑战。本文通过质性研究、案例分析与理论建构的方法进行深入探讨。

一、数字风险管理:主要内涵与基本特征

数字风险管理主要是识别、评估、应对与持续监控数字化转型和信息技术带来的风险,这一领域涵盖了技术风险与社会风险管理,如网络安全、

数据保护和信息系统应用等,目的是防御网络攻击、数据泄露、系统中断和社会安全等潜在威胁。在数字时代,确保技术安全性与可靠性非常重要,通过定期进行风险评估、跟踪漏洞和调整防护等策略,同时结合建立新型的数字应急响应机制,从而提高组织和个人应对复杂风险与社会环境的能力。

(一)数字风险管理、传统应急及数字应急的比较

数字风险管理与传统应急管理在策略识别、决策制定与技术应用等层面体现出显著差异,通过比较二者的异同,不仅展示了数字风险管理理念的发展逻辑,而且可以体现应急管理深层次变革的需求。

第一,在方法论层面,传统应急管理偏重于历史数据、专家判断与案例分析,应对风险的方式往往是被动性与应激性的,主要依赖已知模式来应对未来相似风险,人力资源与个人经验成为风险防控的关键因素。相反,数字风险管理则强调通过数据驱动加强风险防范,主要利用大数据分析 with 人工智能等数字技术,对风险进行实时、科学与精准的识别、分析、预防与预控,从而推动风险管理从被动性与应激性向主动性与创造性转变,也促进了风险管理数字化与智能化转型,从而增强了政府与民众危机应对能力。^⑥这一转变不仅体现了融合性、前瞻性与科学性的现代风险管理模式,而且帮助管理者及时发现潜在风险并采取及时措施加以应对。

第二,在决策逻辑层面,传统应急管理通常依赖专家判断和组织层级指示,决策过程相对集中、垂直与缓慢,而且常常因为信息不全而导致决策失误,严重影响了决策的准确性与科学性。数字风险管理则倡导数据驱动的决策逻辑,通过借助大数据分析与模型算法等,帮助管理者制定更为精确与迅速的风险决策。数字模型支持决策具有完整、可靠、即刻性与同步性等特征,使得决策者具有自动化决策能力,通过云计算与人工智能等技术评估与防范风险,提升了风险管理决策的科学性,^⑦有效减少了人为主观因素的干扰,从而提升了风险管理系统的准确性与灵活性。

第三,在应对策略层面,传统应急管理侧重于灾中应急及灾后重建,数字风险管理则强调风险预防与预控,重视预警系统建设与预案制订等前期性工作,强调通过事前的预防性工作尽量将灾害风险影响最小化。这一管理模式主张利用大数据与人工智能等新兴技术,革新风险管理的应对方案,同时强化在风险管理各个阶段民众参与的重要性,重视提升民众风险防范意识,^⑧风险管理数字化转型促进了形成全面且综合的应对模式,实现了由事后被动处置到事前主动风险预防为主导的现代综合风险管理模式的转变,也为应急管理关口前移和源头治理提供了重要工具。

第四,在资源配置层面,合理配置资源是灾害风险管理(DRG)的关键环节,其往往面临两大挑战,即资源总量稀缺及利益关系相互冲突,这二者使得资源分配的群体利益冲突错综复杂。传统应急管理主要依靠政府机构、非政府组织与志愿者渠道进行资源分配,分配方式往往是分散与单一的,不仅导致资源分配效率低,也导致了应急行动滞后。传统应急管理无法充分整合各方资源,抑制了应急管理的潜力。^⑨数字风险管理强调跨部门与跨领域资源整合,通过运用数字技术实现资源配置动态优化与高效整合。与传统方式相比,这一配置方式更加灵活与高效,在资源整合方面具有明显优势,^⑩更能适应现代应急管理的发展需求。

第五,在技术应用层面,传统应急管理对新兴技术的应用相对滞后,主要依赖传统手段与人力资源进行危机应对,而数字风险管理则主张积极采用前沿技术以革新应对模式,通过运用大数据、人工智能、云计算、物联网与无人机等技术强调有利于实现风险管理的精细化与自动化。例如,在新冠疫情中,数字技术在疫情精确监控和及时应对中的重要作用充分得到了体现。在此期间,发达国家与发展中国家均积极推行数字化战略,通过运用网站、社交媒体与聊天机器人等数字平台,显著提升了政府与民众的沟通速度与效率,^⑪也促进了应急管理水平的整体提升。

第六,在持续改进层面,传统应急管理反馈速度与变革进程较慢,往往难以及时反馈危机应对经验与调整危机应对策略,数字风险管理则通过大数据分析与其他数字技术及时进行反馈,不断优化资源配置与危机应对策略,使得风险管理更具灵活性与适应性,能更好适应复杂多变的现代风险治理要求。利用大数据与区块链等数字技术打造的信息平台,可以进行数字信息传递、风险评估与线上培训,不仅增强了风险防范的完整性与系统性,还形成了“预防-筛选-应对”全链条风险管理新模式,^⑫这一模式通过全国范围的数据模型支持自适应性管理与危机学习,同时可以与其他风险管理目标协同。

表 1 传统应急管理与数字风险管理比较

方面	传统应急管理	数字风险管理	应急管理转变
方法论	依赖历史数据、专家经验和案例分析	更注重数据驱动,利用大数据分析和人工智能等数字技术	历史经验→数据驱动
决策逻辑	依赖专家判断和组织层级指示,决策过程集中、垂直与缓慢	基于数据驱动的决策模式,利用数据分析和模型算法辅助决策	专家组织指示→数据辅助决策
应对策略	侧重于灾中应急与灾后重建工作	重视风险防范与风险减轻,包括预警系统建立与应急预案制定等前期性工作	侧重灾后→灾前预防
资源配置	依赖政府、非政府组织和志愿者途径,资源配置分散	更注重跨部门与跨行业资源整合,资源动态调配和优化配置	资源分散→资源整合
技术应用	技术应用相对滞后,主要依赖人力资源与传统手段	利用先进信息技术与智能化工具,实现精细化与自动化的风险防范	传统人力手段→信息智能工具
响应速度	响应速度相对较慢,依赖于人力和传统通信手段	响应速度快,通过实时数据建立的监测和预警系统,能够迅速响应	响应速度较慢→响应速度迅速
持续改进	改进速度相对缓慢,难以及时反馈和调整应对策略	通过大数据分析及其他数字技术实现持续改进,不断优化应对策略与资源配置	改进相对缓慢→反馈持续改进

数字风险管理与应急管理中的数字技术应用也存在着明显区别,数字风险管理中的数字技术应用侧重于预测、识别和控制潜在风险,目的是确保风险在可控范围内,而应急管理中的数字技术应用则主要关注突发事件发生后,如何利用数字技术快速应急响应、协调应急资源、减少灾害损失与加快恢复速度。这两者的主要区别在于前者是预防性的,而后者则是应对性的。尽管如此,数字风险管理与应急管理的数智化密切相关,二者是互为补充的关系,共同构建了全面的风险应对体系。

数字风险管理与应急管理数智化存在一定联系,也有明显的区别,数字风险管理是通过数据分析与人工智能等前沿数字技术手段,提前识别、预测和预防潜在风险,从而为应急管理提供了决策依据和预警支持。而应急管理则是在突发事件发生后,依托数智化技术快速响应、资源调配和灾后重建,以此提升应对效率与精确性。数智化技术贯穿于从风险预防到危机应对的全生命过程,形成了单一循环的应急闭环管理,确保了在风险发生前能提前干预,在危机发生后能迅速控制与恢复。^⑬

(二) 数字风险管理赋予应急管理新特征

我国高度重视国家安全体系和能力的现代化,这是实现中国式现代化的重要保障。在数字化背景下,防范化解重大风险对于促进国家安全尤为重要。因此,将前沿的数字风险管理理念与既有的应急管理框架融合,不仅是推动应急管理创新的重要步骤,还可以提升应急响应效率及应对复杂风险的适应力。

1. 数据驱动下的风险监测与智能分析。将数据驱动的核心理念引入传统应急管理框架中,有利于促进重视历史案例分析与专家智慧的传统模式向利用数字技术实时监测与智能分析的现代模式转变,通过整合智能监测系统、人工智能算法、物联网装置、遥感技术、在线服务平台及GIS等实现风险即时追踪、预测和评估。^⑭同时,基于数字技术构建的实时数据监测体系,可以收集与分析不同风险类型的巨量数据源以增强风险防范的精确性。数据驱动下的现代应急管理不再单一依赖传统案例、主观与经验判断,而是借助数据流进行精准的风险监测,同时建立高效的多源数据收集

与分析机制,将应急管理专业知识与数字化工具融合,从而实现风险苗头的快速识别与预判风险,为应急管理提供了科学的风险防范依据。

2. 数据驱动决策模式重塑与决策优化。将数据驱动的决策理念融入传统应急管理中,可以促进应急管理决策流程再造。传统应急管理决策依赖于专家直觉判断和科层指令,由于新型风险的不涌现,现代应急管理需要提升决策灵活性,数字化工具的运用就显得非常重要了。数字风险管理借助大数据分析、地理信息系统和模型算法等技术,可以帮助决策者作出更精准和更迅速的决策,大大优化了应急管理的决策过程,^⑮尤其是数据驱动的决策模型可以直接应用于风险防范,为应急管理提供了极大的助力。管理者需要充分运用大数据分析和计算模型等数字技术进行风险评估与预测,积极重构应急管理决策支撑体系,同时根据新型风险的不断出现而灵活调整应急管理决策。

3. 风险数字预防强化与社会韧性构建。在数字风险管理中,前瞻性风险防范策略居于核心位置,它不仅强调利用数字技术积极对潜在风险进行防范,还强调通过持续性风险监控以最大限度降低前端与后端风险的发生概率。传统应急管理虽然也涉及了事前的风险预防,但在实践中往往偏重紧急响应与灾后重建。数字技术驱动了传统应急管理模式转型,通过利用巨量数据深入分析风险不确定性、建立早期预警系统与制定风险防范计划以最大程度减少与避免风险,具有预防性、动态性与科学性特征。^⑯现代应急管理需要积极融合数字风险管理前沿理念,利用数字工具强化风险评估,同时建立高效风险预警体系,制定灵活的应急预案及通过社区教育提升民众风险意识等,从而整体提高社会风险防范能力与社会韧性。

4. 风险数字资源共享与应急行动协同。面对新型及复合型风险的挑战,推动跨部门资源整合与信息共享成为数字风险管理的核心,管理者需要与相关部门密切合作,共享应急资源与信息,形成协同应急的行动网络应对危机。^⑰数字技术因此成为提升风险沟通与信息共享的关键,基于数字技术建立的动态数据与资源整合平台,有助于

促进资源灵活配置与整体优化。传统应急管理常常面临资源分散与“信息孤岛”现象,容易形成应急资源重叠、浪费与各自为战的局面,数字技术的应用不仅提高了应急管理行动协同的能力,还促进了资源整合与信息共享,增强了风险感知与防范能力,从而促进了应急管理整体韧性的提升。

5. 风险数字管理智能技术应用与普及。在数字风险管理实践路径中,关键技术的推广与应用占据了核心地位,通过大数据分析、人工智能、物联网与云计算等前沿技术,建立高度精度化与自动化风险监控机制,为现代应急管理提供了强有力的技术支撑。^⑩因此,积极推进新兴技术的应用与智能化应急管理架构建设可以有效提高应急管理决策的精确性与紧急响应的高效性,部署物联网、传感器网络和无人机巡检系统也能实时监控灾害现场。智能算法不仅可以有效处理大数据,还能为应急管理决策提供科学的数据支撑与优化资源配置,集成的数字技术提升了风险管理的精准性,还为风险防范提供了多样化的应对策略,从而有效应对现代社会复合型风险带来的挑战。

6. 促进新型人才建设与公众参与。在数字风险管理理念中,构建高素质的复合型应急管理人才队伍成为当务之急,这样才能有效克服传统应急管理专业技能不足与跨学科合作困难的局限。培养专业人才不仅需要积极引进新型应急管理人才,还需要对现有人员进行继续教育,通过建立专门培训制度与优化培训课程,消除专业技能与新兴知识之间的隔阂。现代应急管理需要加大人才培养力度,确保管理团队能够将数字技术专长与应急管理智慧融合。同时利用社交媒体、无人机与移动通信等多种沟通渠道,增强民众之间的风险交流,提升社会风险认知水平、鼓励民众积极参与风险防范,从而促进社会参与应急管理效能提升。^⑪

通过将数字风险管理理念融入现有的应急管理体系中,不仅可以实现理论创新,还能为应急管理实践提供有效的应对策略。^⑫政府需要大力推进数据驱动应急管理的转型、深化多元主体合作、积极构建信息共享机制、强化新兴技术应用、推进智能化设备设施建设及加强数字人才培养等,才能满足应急管理数字化与可持续发展的需求。

二、数字风险管理在应急管理中的创新实践与案例分析

数字风险管理不仅仅是一个理论范式,还是一个强调通过技术创新与治理实践应对复杂多变风险挑战的实践范式。下文通过深入探讨 2018 年美国加州帕拉迪斯镇大火应急管理实践,^⑬探讨数字技术如何提高风险预警系统的敏锐性,推动应急调度的智能化、指挥的信息化及公众教育的深度化,对数字风险管理理念融入应急管理实践进行前瞻性探索。

(一) 案例背景介绍

美国是全球山火灾害频发的典型代表,山火灾害不仅严重威胁了民众生命财产安全,还对自然生态系统造成长远破坏。长期以来,美国在火灾应急管理实践中不断累积经验,逐步融入了数字风险管理理念与技术,显著增强了山火灾害应对能力。加州又是美国最易遭受山火侵袭的州之一,其应对措施具有典型意义。面对山火频繁爆发的挑战,加州必须在应急管理策略上不断探索,数字风险管理理念的出现则提供了有效路径。本文通过聚焦 2018 年加州发生的标志性山火灾害事件“天堂大火”(Camp Fire),深入探讨数字风险管理在火灾应急中的实际成效。

(二) 案例具体描述

2018 年 11 月,美国加利福尼亚州遭遇了一系列重大山火灾害,最为突出的是发生在帕拉迪斯镇的“天堂大火”,这场灾难性大火肆虐时间长达 17 天,吞噬了数千座建筑物,导致了 85 名无辜生命消逝,成为美国历史上伤亡最惨重的山火灾害之一。面对空前的灾难挑战,加州应急管理机构体现了数字风险管理的前瞻思维与实践能力,通过高效运用数字治理技术与策略,有效减轻了山火灾害带来的冲击。

1. 数字驱动的山火监测与预警系统创新。针对山火蔓延这一受地球物理及人为因素影响的复杂灾害,加州充分利用数字技术进行风险预防,整合了遥感技术、地理信息系统与气象大数据分析,打造了高效的山火监控预警系统,同时基于时空数据建立了风险评估模型,能够深入剖析不同因

素对山火规模的潜在影响。它还依托卫星数据不间断监控山火灾情, GIS 技术助力于山火现场特征分析, 包括地域扩散与风向变动速度等。加州通过对区域特定时空数据与标准化参数的集成运用, 同时结合了机器学习算法, 实现了山火风险尤其是初期火源点高达 92% 的精确预测率。当监控预警系统监测到异常状况时, 就会立即触发警报机制, 民众与应急部门能迅速获取山火信息并做好应对准备, 系统也可自动优化资源配置, 快速调度救援力量, 大大降低了山火灾害造成的损失。

2. 山火应急中的智能化巡逻与快速调度。在应对帕拉迪斯镇重大山火灾害时, 加州应急管理部门采取了创新化的智能巡逻与调度策略, 目的是迅速响应以遏制山火的扩散与升级。传统应急管理往往行动迟缓, 可能扩大了火灾规模与加剧了损失程度, 加州采用了无人机及遥控飞行器等高科技装备, 利用其携带的高清摄像头与红外线感应技术, 持续监控山火灾害动态, 同时将山火现场影像与关键数据实时传送到指挥中心, 为管理者提供了宝贵的现场情报支持。数字技术构建的风险精准分析与快速响应机制, 使得政府与民众在山火灾害发生前就能有效获取预警, 为潜在风险防范做好准备, 这也体现了智能化巡逻作为早期预警机制的核心价值。山火灾监控预警系统集成了智能算法能精准分析地形地貌与风向变化等关键因素, 增强了对山火灾害情况的敏锐洞察力, 优化了救援队伍的行动路径和灭火策略, 有效提升了灭火效率与民众生命财产的安全性。

3. 信息化转型下的应急协同与决策优化。美国农业部森林服务局是全球最大的山火管理实体, 2016 年率先推出了风险管理援助 (RMA) 计划, 加大先进科技手段与新兴管理工具应用力度, 这一计划的实施促进了风险信息内容的丰富、应急结构的优化和管理方式的变革, 还推动了应急管理信息化革命。加州因此建立了高度信息化的指挥中心, 汇聚了多元信息源与专业智囊团, 实现了指挥体系高度集中与高效运行。中心还强化决策过程中的大数据支撑, 通过数据驱动促进应急管理决策转型。同时, 中心利用集成自动化资源追踪系统与机器学习算法, 有效缩短了风险监测、

数据分析与决策执行之间的距离, 确保了信息流的无缝衔接, 实现了山火灾情监测与救援进度等关键信息的实时共享, 为决策者提供了火灾动态与救援实况, 从而提升了应急资源整合、人员快速调配与应急行动响应的能力。

4. 数字技术提升民众风险防范应对能力。在提升民众参与度与山火风险防范意识方面, 美国野火管理系统巧妙融合了特定社交媒体分析 (SMA) 指标, 强化了山火预测、监控和快速响应机制。社交平台 (如脸书与推特) 成为紧急沟通策略中关键的一环, 开辟了政府部门与民众沟通的新渠道。^② 系统还创新性采纳了“人类传感器”理念, 结合现场摄像头捕捉的第一手影像资料、消防人员与民众的直接反馈, 构建了涵盖多元主体的强大且敏捷的山火管理体系。系统特别强调民众参与的重要作用, 通过多元渠道 (如社交媒体和移动应用程序) 普及山火预防和应对知识。加州政府还不定期组织山火应急演练和虚拟现实 (VR) 的模拟训练, 模拟地震、台风、海啸及山火等各类灾害场景, 增强了民众与社区面对山火灾害时自救与互救的能力。

(三) 案例结构分析

在帕拉迪斯镇“天堂大火”的应急管理实践中, 通过实时监测与预警系统的建立、智能化巡逻与调度的实施、信息化指挥协同机制的创新及公众参与的风险意识的深化等数字化手段的综合运用, 显著增强了应急管理效果, 也表明了数字风险管理理念在减少灾害损失与保护民众生命财产安全的重要性。这一理论的应用有利于促进从单一的危机应对向涵盖事前风险评估、培训、灾后复盘、组织结构变革与系统性改进的全方位风险管理框架的转变。在数字时代, 管理者需要强化数字技术的引入与整合, 推动信息共享与跨组织合作, 增强民众风险防范意识与参与积极性, 从而推动科学、高效与韧性的现代应急管理体系的构建。为了系统整理与分析上述案例内容及通过政府官方网站、学术期刊网与新闻报道等渠道收集的案例资料, 论文运用了质性研究软件 NVivo20 和研究者自身的学术分析, 对收集的资料进行了相应处理: 首先, 对原始资料进行初步编码, 使用一个

词或短语来总结一段资料的基本主题,然后将一级编码进行归类,赋予相应的二阶主题。再次,进一步根据相关内容对二阶主题进行整合归纳,最后形成了五个聚合构念(如表2)。

表2 案例分析结构

一级编码	具体内容	二阶主题	具体内容	聚合构念
数字技术 在山火识别中的应用	数字风险管理工具集成	数字驱动 风险识别	数字工具驱动风险管理转型	风险数字 识别
	利用历史与现实数据分析与排查风险		高精度风险评估工具	
			风险识别与评估智能化	
数字技术 在山火监控中的应用	使用卫星和无人机等技术	数字驱动 风险监控	大数据分析技术促进风险监控智能化升级	风险数字 监控
	地面传感器网络监控		人工智能等新兴技术在风险监控中的有效应用	
	大数据分析和机器学习			
数字技术 在山火应急中的应用	运用 GIS 技术和实时数据	数字驱动 应急响应 创新	数字技术促响应速度提升	数字智能 响应
	火灾应急资源配置与优化		数字技术促进响应能力提升	
	火灾救援指挥信息化协同			
社交媒体 平台在山火管理中的应用	社交媒体在山火中应用	数字驱动 公众参与 创新	自救互救技能培养	数字共享 协同
	移动程序与设备的应用		公众意识与教育深化	
	民众扮演“人类传感器”			
	应急演练与模拟			
	公众风险意识的提升			
山火应急 中信息共享与协同	数字促进跨界协作	数字驱动 共享协同 创新	数字技术促进了信息共享	
	数字技术促进信息共享		数字技术促进行动协同	
	多渠道信息传播机制			
数字技术 在山火应对经验中的应用	遥感技术和人工智能学习	数字驱动 应急学习 变革创新	应急管理策略优化	数字危机 学习
	虚拟现实与增强现实技术		促进风险管理变革	
	火灾中民众参与平台		促进应急管理持续优化	
	火灾交互式教育体验			

通过上述步骤,论文构建了一个清晰的案例分析结构,不仅有助于理解数字风险管理理论如何在应急管理实践中发挥作用,理论与实践的互动如何提升应急管理的科学性、效率和韧性,而且为下文的理论框架建构提供了基本的分析维度。

三、构建融合数字风险管理的现代应急管理理论框架

上文探讨数字风险管理理论融入应急管理的实际成效后,为构建理论框架提供了实践基础,它不仅是案例研究的理论升华,也为未来的应急管理提供了策略优化与实践指导。这一框架根据上述案例分析形成的五个聚合构念构建而成,目的是为应急管理提供数字化与系统化的理论蓝图,确保在瞬息万变的数字时代,应急管理能够及时

与高效应对各类风险的挑战(如图1)。

(一)风险数字识别:风险精准识别与评估优化

数字风险管理的核心目标是系统识别与精确评估不同风险类型,包括传统风险,以及网络安全威胁、数据泄露与信息系统故障等新型风险。就应急管理而言,快速且准确地预判风险,同时及时采取措施减轻或降低潜在风险,对于防止危机爆发至关重要。然而,传统应急管理由于危机初期收集信息的困难,形成可靠的风险评估成为一大挑战。有效的风险评估还需要建立一套完善的评估机制,可以收集与分析历史数据、系统审查风险漏洞及定期进行风险排查等,才能确保风险评估的全面性和前瞻性。因此,应急管理亟需运用高效的风险评估工具,数字技术的兴起则为之提供了新的途径。例如,在洪水灾害风险评估方面,无

人机搭载的数字高程模型 (DEM) 技术已体现了其独特价值,它利用高精度空间大数据,为风险预防决策提供科学依据。^{②3}运用数字技术可以预设

风险监测指标,再根据实际情况周期性进行风险评估,由此有效提高风险识别与判断的精确性与时效性。

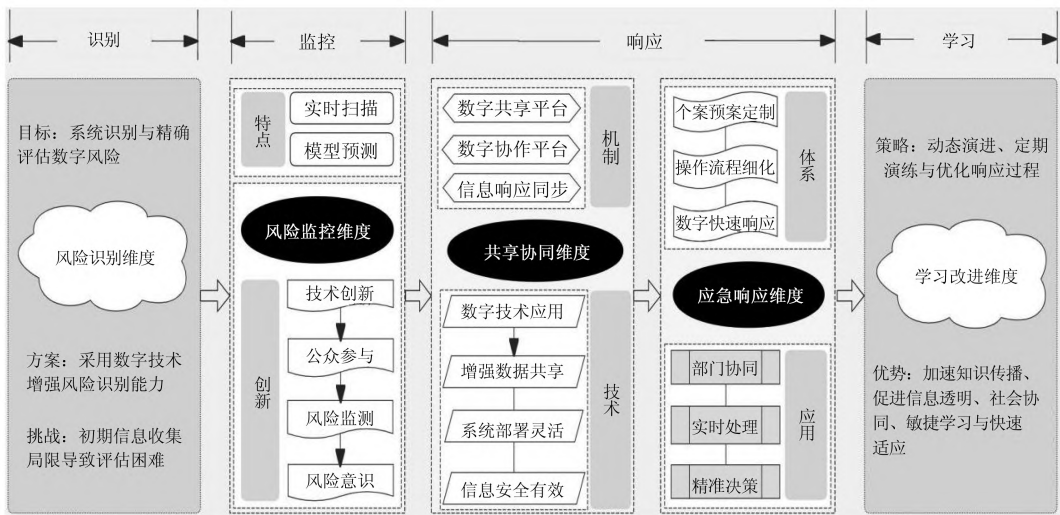


图1 数字风险管理理论融入应急管理的理论框架

(二) 风险数字监控:风险动态监控与智能预警

数字风险监控体系可以实时扫描不同时空存在的潜在风险点,通过大数据分析技术与算法模型,精准评估潜在风险的严重性和紧迫性,它不再仅限于数据的被动收集,还通过机器学习主动预测风险。例如,通过社交媒体平台实时分析情绪和信息流,能够及时捕捉社会对某一事件的早期反应及其潜在的危机苗头。数字孪生技术的引入为复杂系统风险仿真模拟及其预防预控提供了另一种新工具,它能有效模拟风险真实的状态以预测潜在风险。^{②4}在数字时代,还可运用网络化部署的便携式传感器、可穿戴设备与车联网等物联网技术,促进风险预警迈向智能化与精准化。数字风险管理强调民众参与风险防范的重要性,通过众包与人群智慧等形式,民众也能成为风险监控网络中的重要组成部分,民众通过个人移动设备而成为遍布各地的智能传感器,能够自发收集并上传风险数据。^{②5}这一参与式风险监控体系不仅增强了民众的风险感知,也促进了风险应对能力的提升。

(三) 数字应急响应:赋能高效响应与快速处置

应急响应计划是一个严密细致的体系,主要通过定制化的策略设计与实施流程覆盖危机应对全过程,它既包含了危机应对策略的制定,也包含了个性化预案的定制、应急工作流程的细化及应急人才队伍的培训等,从而确保应急人员具备快速响应与高效行动的能力。应急管理另一个重要环节是建立健全协同行动机制,需要促进跨部门与组织之间的协同合作,才能有效应对现代风险的冲击。传统应急管理由于缺乏统一协调机制,在非常态情境中难以迅速进行协同响应。数字技术的进步尤其是互联网设备与应急管理系统的深度融合(如紧急服务互联网),彻底改变了应急响应的行动规则,为应急协同提供了扎实的技术保障。例如,紧急服务互联网不仅能实时收集与分析大数据,还能有效提升非常态情境中信息处理的速度与精确性,为部门间的应急协同提供了技术支持。^{②6}总之,数字技术在应急管理中的深度应用,促进了紧急响应速度与部门合作效率质的提升。

(四) 数字共享协同:数字驱动协同与信息流通在复杂的现代风险应对过程中,确保将风险信息迅速且准确传达给民众,促进跨部门之间的

协同合作,这是现代应急管理面临的重要挑战,通过数字技术构建的风险管理与共享平台,促进了风险沟通、信息共享与应急协同。例如,通过物联网、图像处理、人工智能、大数据分析及智能手机等数字技术,尤其是云计算技术的应用,不仅提升了风险数据共享的便利性,也增强了应急管理系统部署的灵活性。在数字风险管理理念中,非常强调关键基础设施平台(PIC)扮演的信息枢纽的重要角色,这一平台作为跨部门信息共享与行动协同的战略核心,不仅保障了信息共享的安全性与高效性,还有效支持了风险的精确评估、实时监测与部门协同运作。^{②7}此外,在非常态情境中,社交媒体已成为信息传播与交流的快速通道,不仅可以有效引导民众进行紧急响应,也可以协助应急管理部门协同应对紧急状况。

(五)数字学习改进:后危机时代改革与持续优化

构建持续学习、反思与改革的机制,这是不断完善应急管理的关键部分。在数字时代,信息交流具有实时性、全球性、融合性、个性化与智能性等新特征,为应急管理敏捷学习提供了强大动力。例如,在新冠疫情中,敏捷学习模式展现了独特的优越性,学习者被置于真实情境中,构建了知识与现实之间的互动桥梁,实现了快速学习和行动反思的目的。^{②8}应急管理持续学习与改革的核心在于建立动态学习与演进机制,包括定期进行应急演练与模拟应急场景,通过类似实战的方式检验与强化应急管理应对能力。同时,运用数字技术深入剖析危机应对全过程,立足于实践中的及时反馈,识别与弥补应急管理中存在的缺陷与盲点。管理者还需要持续推动数字技术的迭代升级,确保应急管理技术系统持续优化。此外,社交媒体也扮演了持续学习与变革的重要角色,它不仅可作为信息传播的高效渠道,还能有效加强组织之间的风险沟通,可以促进深层次的组织学习与变革。

上述框架聚焦于风险识别、评估、监控、预警及控制等核心环节,这些实施步骤可以显著提高应急管理的效率和效果,为应急管理数字化转型提供了理论导向。这一框架有利于推动风险全面防范系统的构建,通过数字技术辅助风险评估、智

能预警、实时监控与数据共享,能有效加强信息共享与提升紧急响应速度。这一框架内嵌的反馈与学习机制,使得管理者在实践中具有不断提升自我学习与反思改革的能力,这对于构建科学与敏捷的应急管理体系具有重要意义。

四、结论

通过探讨数字风险管理与应急管理理论的深度融合,本文构建了一个包含风险管理全过程的创新框架,为应急管理提供了理论与实践借鉴。然而,由于数字时代技术迭代的加速及日益复杂的新型风险的出现,这一理论框架还需要进行持续的理论探索与实践优化,结论部分进一步从理论创新、实践应用和未来研究层面进行探讨。

在理论研究层面,文章深化了数字风险管理本质与特征的理解,强调了数字风险管理理论在应急管理中的特殊意义,为其数字化转型提供了理论基础。同时,文章融合了应急管理成熟的理论框架,探讨针对复杂风险的综合管理的数字策略优化模型,力图全方位提升风险识别、应急响应和灾后恢复的能力。这一框架强调了在复杂多变的现代风险环境中,需要高效利用数字技术和信息资源提升风险管理的灵活性与前瞻性。案例研究探讨了数字风险管理理论在应急管理中的典型实践,通过实时监控预警系统的运行、智能化调度与应急协同的创新实践,同时探讨了民众参与风险防范教育的数字化途径,展示了从理论到实践的应急管理的数字化转型。

在实践研究层面,提出了数字风险管理理论融入应急管理的策略优化路径,为现代应急管理提供了应对复杂风险挑战的实践视角。同时,通过深入剖析典型案例,验证了这一理论在实践中的可行性,为应急管理数字化转型提供了实践策略参考。由于数字化进程加速,新型风险日益涌现及其带来的挑战也逐渐凸显,如新型网络攻击、恶意软件侵扰、钓鱼诈骗和数据泄露等风险,同时面临电子技术误用、虚假信息泛滥、数字鸿沟加大、信息技术技能短缺与基础设施不健全等挑战,因此,需要建立综合性与整体性治理战略,识别数字风险威胁、分析系统脆弱性和评估风险干预措

施,才能有效降低人类面对数字风险威胁时的脆弱性。

在未来研究层面,论文仍然存在一些局限,一是研究虽然聚焦于数字风险管理理论与策略优化,但对新兴技术,尤其是人工智能与物联网等新兴技术如何重塑应急管理流程的探讨尚不够深入。二是尽管采用了案例分析法,但理论模型的精细构建与严谨验证仍有提升空间,还需要进一步的理论探索与实证检验。因此,未来研究可聚焦以下几方面:首先,深化新兴技术对数字风险管理影响的探索,新兴技术如人工智能(AI)和增强现实(AR)技术将在应急管理中发挥日益重要的作用,AI技术可以应用于自动化风险评估和预测,AR技术可用于模拟灾害场景和培训应急人员,区块链技术的应用能增强数据透明性和安全性,这些技术的结合将大大提升数字风险管理的深度和广度。其次,进一步完善数字风险管理理论融入应急管理的理论框架,构建更加全面与更为系统的理论模型。最后,倡导跨学科研究,通过融合公共管理学、社会学与信息技术学等多学科理论与方法,形成多维度与综合性的研究框架,为应急管理提供新的理论视角与实践启示。

在数字时代,管理者需要积极探索风险管理与应急管理深度融合的创新路径,不断推进应急管理的系统性整合、前瞻性布局及灵活性应对,才能有效推动现代应急管理数字化与智能化转型。展望未来,需要积极将数字风险管理理论与实践经验进一步转化为应急管理的操作指南与政策建议,这对于我国乃至全球构建韧性与敏捷的现代应急管理体系具有重要意义。

注:

- ①S. Manfreda, C. Samela, A Digital Elevation Model Based Method for a Rapid Estimation of Flood Inundation Depth, *Journal of Flood Risk Management*, No. 12, 2019, e12541.
- ②参见张海波、戴新宇、钱德沛、吕建《新一代信息技术赋能应急管理现代化的战略分析》,《中国科学院院刊》2022年第12期。
- ③参见周利敏、罗运泽《数字时代应急管理的理论基础与实践图景》,《广州大学学报(社会科学版)》2023年第6期。
- ④Y. S. AlHinai, Disaster Management Digitally Transformed: Ex-

ploring the Impact and Key Determinants from the UK National Disaster Management Experience, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, No. 51, 2020: 101851.

- ⑤C. Ciorra, Digital Technologies and Risk: A Critical Review, *Risk, Complexity and ICT*, 2007, pp. 23–45.
- ⑥A. G. Sokolov, V. M. Abramov, E. P. Istomin, et al., Digital Transformation of Risk Management for Natural – Industrial Systems While Climate Change//IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, *IOP Publishing*, Vol. 940, No. 1, 2020: 012003.
- ⑦M. Sahinoglu, F. Zengul, Hospital Bed – Capacity and Emergency – Physician Risk Management—Strategies to Design Pandemic Contingency Plans, *International Journal of Computer Theory and Engineering*, Vol. 15, No. 1, 2023, pp. 10–37.
- ⑧H. J., M. J. Henriksen, P. Roberts, van der Keur, et al., Participatory Early Warning and Monitoring Systems: A Nordic Framework for Web – based Flood Risk Management, *International Journal of Disaster Risk Reduction*, No. 31, 2018, pp. 1295–1306.
- ⑨参见李琼、肖立志《数智赋能社区应急治理:何以可能,何以可为?——基于上海市L街道“社区大脑”建设的案例分析》,《广州大学学报(社会科学版)》2024年第2期。
- ⑩X. B. Hu, M. Wang, T. Ye, et al., A New Method for Resource Allocation Optimization in Disaster Reduction and Risk Governance, *International Journal of Disaster Risk Science*, No. 7, 2016, pp. 138–150.
- ⑪O. Adeola, O. Evans, *Digital Technology and Emergency Risk Communications of African Governments: Experiences and Lessons from Covid – 19 Pandemic//Public Sector Marketing Communications, Volume II: Traditional and Digital Perspectives*, Cham: Springer International Publishing, 2023, pp. 105–129.
- ⑫J. GAO, Digital Transformation of Corporate Compliance Mechanisms from the Perspective of Digital Financial Risk Prevention and Control, *American J Sci Edu Re: AJSER – 137*, 2023.
- ⑬参见周利敏、邓安琪《数字平台赋能下的应急管理创新》,《贵州社会科学》2023年第6期。
- ⑭参见卢良栋、魏玖长《基于数字平台的社会风险协同治理模式研究》,《广州大学学报(社会科学版)》2023年第6期。
- ⑮C. A. Iglesias, A. Favenza, Á. Carrera, A Big Data Reference Architecture for Emergency Management, *Information*, Vol. 11, No. 12, 2020, p. 569.
- ⑯C. Papanagnou, A. Seiler, K. Spanaki, et al., Data – driven Digital Transformation for Emergency Situations: The Case of the UK Retail Sector, *International Journal of Production Economics*, No. 250, 2022: 108628.
- ⑰参见刘智勇《协同综合的战略和模式——我国公共卫生应急管理的选择与实现》,《风险灾害危机研究》2023年第1期;

- 林雪、陈钰雯《风险灾害危机连续统中的行为应急管理研究》，《广州大学学报（社会科学版）》2024 年第 2 期。
- ⑮S. A. Argyroudis, S. A. Mitoulis, E. Chatzi, et al., Digital Technologies Can Enhance Climate Resilience of Critical Infrastructure, *Climate Risk Management*, No. 35, 2022: 100387.
- ⑯参见陈武、张海波《社交网络中灾害信息传播的“脱嵌”现象初探——以 2021 年南通风灾为例》，《风险灾害危机研究》2023 年第 1 期。
- ⑰参见周利敏、邓安琪《数字平台赋能下的应急管理创新》，《贵州社会科学》2023 年第 6 期。
- ⑱本文引用的加州“天堂大火”案例资料来源与出处主要参见 T. Breen, C. Kroll, Digital Tools and the Camp Fire: How Technology Was Used to Fight California's Deadliest Wildfire, The Conversation, 2019, <https://theconversation.com/digital-tools-and-the-camp-fire-how-technology-was-used-to-fight-californias-deadliest-wildfire-122489>。
- ⑲参见周利敏、钟娇文《应急管理中社交媒体的嵌入：理论构建与实践创新》，《中国行政管理》2022 年第 1 期。
- ⑳L. Hashemi - Beni, J. Jones, G. Thompson, et al., Challenges and Opportunities for UAV - based Digital Elevation Model Generation for Flood - risk Management: A Case of Princeville, North Carolina, *Sensors*, Vol. 18, No. 11, 2018, p. 3843.
- ㉑E. Zio and Miquel L. Digital Twins in Safety Analysis, Risk Assessment and Emergency Management, *Reliability Engineering & System Safety*, 2024: 110040.
- ㉒参见周利敏、童星：《数字包容视角下的灾害治理创新：基本原理、典型案例与指标体系》，《政治学研究》2024 年第 5 期。
- ㉓R. Damaševičius, N. Bacanin, S. Misra, From Sensors to Safety: Internet of Emergency Services (IoES) for Emergency Response and Disaster Management, *Journal of Sensor and Actuator Networks*, Vol. 12, No. 3, 2023, p. 41.
- ㉔参见周利敏、罗运泽：《数智赋能：智慧城市时代的应急管理》，《理论探讨》2023 年第 2 期。
- ㉕T. Korhonen, F. Magnacca, O. Heino, et al., Agile Learning and Management in Times of Crisis in the Digital Age: Actor - Reality Construction in the COVID - 19 Pandemic//Agile Learning and Management in a Digital Age, Routledge, 2022, pp. 159 - 176.

[责任编辑：若 谷]

Innovation and Theoretical Construction of Modern Emergency Management Integrating Digital Risk Management

Zhou Limin

Abstract: Digital risk management, as a new approach, demonstrates unique advantages in addressing complex and variable disaster risks. It emphasizes data-driven risk prevention, leveraging technologies such as big data, artificial intelligence, and the Internet of Things to effectively enhance the precision and intelligence of risk prevention. Compared to digital emergency management, it focuses more on proactive prevention. It is through digital technology that transforming public safety governance towards preemptive prevention becomes a reality. In this sense, digital risk management and digital emergency management together form the two fundamental modes of public safety governance in the digital age. In practice, data-driven risk management has already shown a broad application prospect, accumulating rich practical experience, which lays the foundation for subsequent theoretical innovation. Therefore, constructing an innovative theoretical framework for digital risk management, encompassing core elements like risk identification, monitoring, response, collaboration, and learning, is essential to provide a more effective theoretical reference for enhancing risk prevention efficiency in practice.

Key words: digital risk; risk management; emergency management; big data; digital technology; artificial intelligence