

“技术—制度—空间”三维框架下的 应急科普优化路径研究

李 冲 王义保

[中国矿业大学公共管理学院（应急管理学院），徐州 221116]

[摘 要] 以线性知识生产、信息同质化传递、单一物理场域为核心的传统应急科普模式难以适配动态灾害风险演化、公众感知异质性需求与场景覆盖局限性的挑战，亟须对其进行系统性优化。本研究基于社会技术系统理论，运用 LDA 主题建模方法对应急科普文本进行主题挖掘，提炼出“技术—制度—空间”三维框架下的应急科普发展模式。研究发现，技术驱动维度通过动态知识生产实现灾害风险演化的实时适配；制度创新维度以规范化的传播体系破解资源分散供给与信息同质化困境；空间融合维度依托“物理—社会—信息”三元空间融合构建全域覆盖网络。三重维度形成了多维度、全覆盖、高效的应急科普模式。基于此，本研究提出强化数智技术应用，健全应急科普资源支撑体系，推进全方位、跨区域、多尺度传播等方面的优化路径，以期破解应急科普供需失衡、提升全民灾害风险防范能力提供理论框架与实践路径，助力我国应急管理体系和能力现代化转型。

[关键词] 应急科普 LDA 主题建模 技术—制度—空间 空间融合

[中图分类号] G315; D63 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2026.01.009

增强全民安全防范意识，是应对复杂灾害风险变化、推动公共安全治理向事前预防转型的迫切需求。习近平总书记强调：“科技创新、科学普及是创新发展的两翼，要把科学普及放在与科技创新同等重要的位置。”^[1] 2020 年，应急管理部等五部门联合印发《关于进一步加强突发事件应急科普宣教工作的意见》（以下简称《意见》），就加强突发事件应急科普宣教工作作出部署^[2]。2024 年新修订的《中华人民共和国科学技术普及法》（以

下简称新修订《科普法》）明确将突发公共事件的科普工作纳入法律范畴，充分体现了国家对提升公众应急处置能力和自我保护意识的重视^[3]。根据第十四次中国公民科学素质抽样调查结果，我国公民具备科学素质的比例为 15.37%，尽管全民整体科学素质逐步提升，但在地理空间和社会属性方面仍存在差异^[4]，特别是 2024 年江苏南京“2·23”重大火灾事故、2025 年贵州毕节“5·4”重大游船倾覆事故等造成的严重后果，暴露出公众应急

收稿日期：2025-06-13

基金项目：国家社会科学基金重大项目“新时代公共安全应急框架体系研究”（23ZDA117）。

作者简介：李冲，中国矿业大学公共管理学院（应急管理学院）博士研究生，研究方向：城市公共安全、应急管理，E-mail: lich1011@cumt.edu.cn。王义保为通讯作者，E-mail: kdwyb@163.com。

知识储备的“存量”不足。可见，在动态变化的气候系统、链式叠加的复合灾害背景下，依赖物理传播媒介，以线性、同质、单向知识灌输为主的应急科普模式难以及时、有效地普及应急知识，从根本上降低灾害风险，亟须引入新的模式以优化我国应急科普的发展路径。

中国是世界上自然灾害最为严重的国家之一，灾害种类多、分布地域广、发生频率高、造成损失重，提高全社会的灾害风险防范能力是应对灾害的现实需求。当前应急科普的研究脉络主要围绕3个层面展开：（1）制度设计层面，以政府为核心的系统论传播和考虑受众灾时需求与反应的控制论传播等传统单向传播模式^[5]在应对复杂风险环境时的效果有限^[6]，逐渐向政府、媒体、公众等多主体参与的应急科普模式转变^[7]。例如，钱洪伟等将应急科学与工程教育体系和马斯洛需求层次理论相结合，提出了系统化的公共场所应急科普教育体系^[8]；李华强提炼出了自然灾害防灾减灾社会化中公众参与的“四川路径”，包括知识普及方式、风险沟通模式、评估思维转变、态度意向的示范效应引领以及演练培训模式变化^[9]。（2）技术应用层面，数字时代的技术嵌入重塑了科普内容生产和灾害教育模式^[10]，提升了公众对应急科普信息的理性认知^[11]，但也引发了突发事件谣言频发和快速传播等新的挑战^[12]。（3）空间传播层面，实体空间（如安全示范区、应急科技馆等）在应急科普中具有宣传教育多样化、灾害模拟场景化等独特价值^[13]。现有研究已围绕应急科普的制度、技术和空间等方面进行了探讨，但多聚焦在单一维度，缺乏将制度设计、技术应用、空间传播等进行系统化整合，使得应急科普体系在多主体协同、复杂风险适配和跨空间融合等方面的理论解释

不足，难以回应灾害风险的非线性演化特征与公众认知的异质性需求。

鉴于此，本研究基于社会技术系统理论，针对“如何优化我国应急科普发展路径，增强全民安全意识，提高全民灾害风险防范能力”这一关键问题，构建以应急科普政策文件、相关学术文献为基础的应急科普研究数据库，引入潜在狄利克雷分配（Latent Dirichlet Allocation, LDA）主题建模方法，提炼“技术—制度—空间”三维发展逻辑，提出应急科普的优化路径，以期为增强我国全民安全防范意识提供理论启示。

1 传统应急科普发展面临的多维挑战

1.1 线性模式与动态灾害风险演化的冲突

传统的知识生产模式（模式Ⅰ）聚焦于个体认知能力和社会文化情景的二元互动，遵循线性累积逻辑，其有效性依赖于常态、有序的社会情境，往往将灾害风险等情境视为非常态、无序的干扰项加以排斥。随着风险社会中常态、有序与非常态、无序之间转换加速，该模式已不能满足风险社会的知识需求，无法快速且有效地应对突然发生的灾害和风险^[14]。英国学者迈克尔·吉本斯（Michael Gibbons）等在《知识生产的新模式——当代社会科学与研究的动力学》（*The New Production of Knowledge: The Dynamics of Science and Research in Contemporary Societies*）中指出，遵循线性积累逻辑的模式Ⅰ正在向具有“异质性”与“非线性协同”的模式（模式Ⅱ）演进，模式Ⅱ强调知识需要在动态风险场景与社会需求的耦合情境中构建^[15]。当前，应急科普普遍存在专业知识储备不足、风险生成机理的深层次理解欠缺、新兴风险认知有限等问题，反映出应急科普仍受限于“经验驱动”的模式Ⅰ。因此，应急科普需向风险驱动、知识

整合的非线性模式Ⅱ转型,以提升公众对复杂风险的适应与响应能力。

1.2 同质化内容生产与公众异质性需求的失衡

传统科普常以传播者为中心,通过传播媒介自上而下、命令式地向公众普及知识^[16],难以适配公众风险感知在空间、群体与场景上的异质性。例如,低学历群体需要通俗易懂的减灾指南,而高学历群体更关注灾害风险的生成机理;青少年乐于在游戏互动中提升防灾技能,老年人则依赖社区对防灾知识的权威解读。这种异质性凸显了应急科普内容供给从“普适化”向“差异化”转型的迫切性。

当前,应急科普主要面临3种结构性失衡困境:(1)科普形式化与专业化的双重束缚。自媒体时代,科普流于形式,越来越多的应急科普短视频趋于同质化。高门槛的专业术语与公众认知之间存在落差,难以激发共鸣。(2)权威信息真空与虚假信息过载并存。社交媒体的开放性滋生谣言和伪科学,公众面临虚假信息负荷和权威性信息短缺的矛盾。(3)资源库运营滞后加剧“知识悬浮”。现有科普资源库普遍存在知识碎片化^[17]、更新维护滞后和资源转化效率低等问题^[18],公众难以系统地获取应急科学知识,使得整体科普效能降低,凸显出应急科普模式变革的紧迫性。

1.3 单一物理空间场域与全域覆盖的矛盾

信息时代催生的“物理—社会—信息”三元空间结构,重构了风险传递的底层逻辑^[19]。在三元空间框架下,灾害风险的演化同时受到物理环境、社会关系和数字信息等共同影响^[20]。单一物理风险能够跨空间传递,社会网络与数字平台成为风险放大的关键节点,个人和社会

群体则成为风险放大的传播载体。在此背景下,依赖物理空间的传统应急科普模式表现出明显的局限性。一方面,在自然灾害频发的山区、乡镇,公众对科普的需求较高,但对科普知识的接收度相对不足,空间断裂现象显著。另一方面,物理空间科普多聚焦于灾前预防环节,缺乏对灾中信息披露和灾后心理救援等环节的知识普及,形成知识断层。相反,郑州“7·20”特大暴雨期间出现的“救命文档”则依托数字平台实现灾情信息的动态更新,有效引导救援力量,提升了整体救援效率,凸显了三元空间融合在应急科普中的优势。可见,应急知识的有效普及需跨越传统物理空间的局限,实现三元空间融合与全域覆盖。

2 研究设计

2.1 研究思路及方法

2.1.1 研究思路

本研究以应急科普为研究对象,按照“数据收集—数据处理—LDA建模及主题挖掘—模式提炼—路径优化”的逻辑展开研究(见图1)。首先,根据国家及地方应急科普政策文件和相关学术文献,构建应急科普研究数

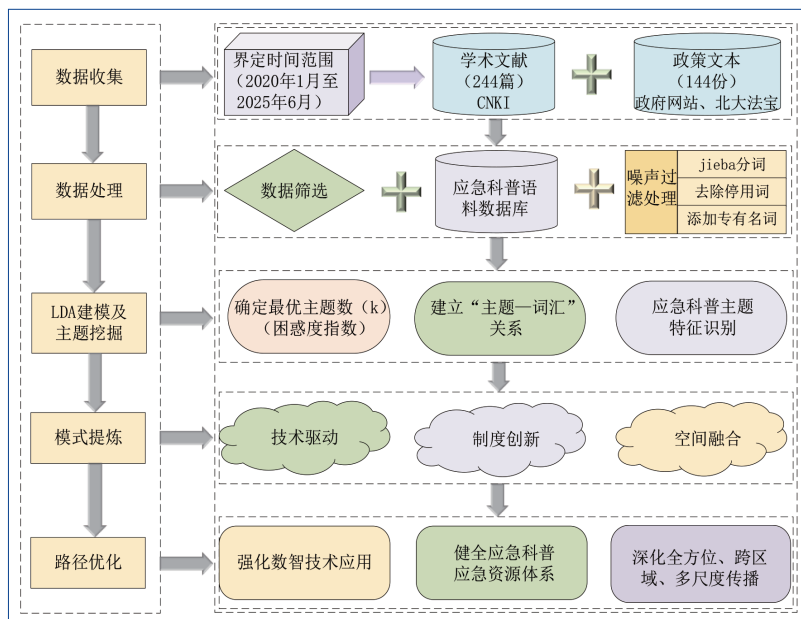


图1 应急科普的研究思路

数据库，并对文本数据进行预处理；其次，运用 LDA 主题建模识别文本隐含语义结构，结合困惑度确定最优主题数并将其可视化，挖掘“主题—词汇”关系以揭示应急科普的核心主题，在此基础上提炼应急科普的模式特征；最后，基于应急科普的核心主题、政策缺口和现实矛盾，提出应急科普的优化路径，以期推动应急科普向长效治理转型。

2.1.2 研究方法

LDA 是一种用于挖掘文本集合主题结构的概率模型，其核心假设为“文档是潜在主题的概率分布，而主题则是词汇的概率分布”。LDA 可从非结构化文本中自动识别隐含的语义结构，构建“文档—主题—词汇”三层概率网络^[21]。相较于传统文献计量方法（如共词分析、引文网络），LDA 的核心优势体现在无监督学习、隐形语义捕捉和非结构化文本适应能力，无需事先确定主题内容，自动发现文本数据中的主题，尤其适用于语义边界模糊、逻辑结构粗糙文本的挖掘。该方法广泛应用于挖掘国内外突发事件应急管理主题^[22]、公众灾害风险认知^[23]，跨区域合作模式^[24]等领域，在应急管理领域体现出较强的适用性。

2.1.3 数据收集与处理

本研究选取 2020 年 1 月至 2025 年 6 月国家及地方发布的应急科普政策文件、相关学术论文等文本数据，构建应急科普研究数据库。主要原因有两点：一是风险治理与技术赋能的现实需求，2020 年全球突发公共卫生事件的爆发，不仅凸显了公众风险沟通中应急科普的重要性，更加快了区块链、人工智能（Artificial Intelligence, AI）等技术在应急场景中的深度应用^[25]；二是制度创新的政策窗口期，随着《意见》和新修订《科普法》的发布，国家层面对应急科普体系化建设的顶层设计加速落地。

应急科普数据库包括政策文本和学术文献。（1）考虑文本的权威性、规范性和强相关性，选取国家及各级政府颁布的应急科普相关政策文件作为文本对象开展量化研究，数据来源于北大法宝、各级政府开放数据网站政策文件。对采集后的政策文本进行人工筛选，剔除与本文主题关联不大、重复的政策文本等，最终选取 144 份政策文本。（2）以 CNKI 为数据源，搜索关键词“应急 / 突发事件 / 安全 / 灾害 / 防灾减灾 + 科普 / 科学传播”，期刊来源限定为 AMI、北大核心及 CSSCI 期刊，剔除与研究主题不符的论文、书评、无作者论文、会议、报纸等，最终选取 244 篇学术文献。

LDA 主题建模是基于 Python 环境实现的，因此，需要对 388 份文本数据进行预处理。构建政策文件文本和学术文献摘要语料数据库，将其保存为 txt 格式文件并导入 Python 工具，运用 jieba 分词对文本进行切分，运用修改后的哈工大停用词表（hit_stopwords.txt）、中文停用词表（cn_stopwords.txt）等，删除文献中对研究无意义的停用词（虚词、符号、地名、数字等无实际意义的词语），设置与主题相关的专有名词，如“事前预防转型”“公共卫生事件”等，确保分词准确性。

2.2 应急科普的主题挖掘

2.2.1 确定最优主题数量

为准确评价 LDA 主题建模的拟合优度与最优主题数，本研究采用困惑度（Perplexity）指标进行评估。困惑度与拟合程度成反比，困惑度值越低，模型拟合效果越好。借助 Python 对困惑度进行计算，理论上通过困惑度图中最低拐点确定文本集合主题数，此拐点表示模型在该主题数下的性能最佳。结果显示，政策文本困惑度和学术文献困惑度分别在 9 个主题和 3 个主题下，对应急科普文本的拟合效果最佳，能够有效揭示文本的核心议题（见图 2）。

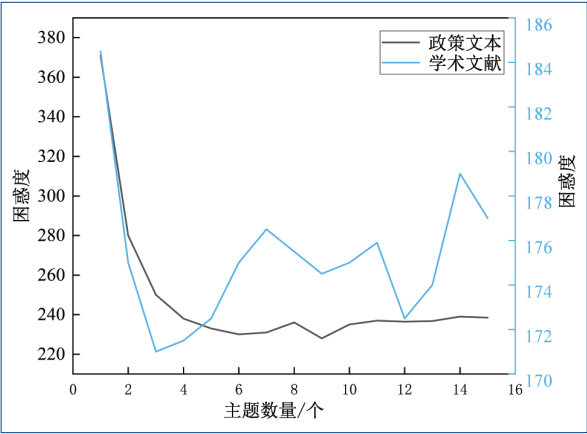


图2 应急科普文本困惑度

2.2.2 建立“主题—词汇”关系

在设定主题数量后，采用无监督机器学习方法对应急科普政策文本和学术文献进行主题挖掘，通过 LDA 主题模型提取高频词

汇，构建“主题—词汇”关系矩阵用以揭示主题间的关联性，随后对各主题下的高频关键词进行差异化命名（见表1）。例如，学术文献 Topic_001 关键词包括“传播”“新媒体”“应对”“机制”等，反映了媒体传播与传播策略，将该主题命名为“新媒体传播与应急响应”；而政策文本 Topic_01 关键词“应急演练”“安全知识”“隐患排查”等凸显了政府对科普教育的重视，将该主题命名为“安全宣传教育与应急演练”。对比分析发现，政策文本主题多聚焦能力培养，学术文献则倾向应急科普体系和能力的理论探讨，但二者在风险防范、技术赋能科普等方面存在显著交叉。

表1 应急科普 LDA 主题建模结果

文本类型	主题数排名	关键词（前20个）	核心主题
学术文献	Topic_001	传播、公众、疫情、信息、健康、内容、新媒体、公共卫生事件、防控、科学、媒体、平台、社会、视频、工作、影响、网络、应对、机制、主体	新媒体传播与应急响应
	Topic_002	应急、服务、建设、提升、教育、发展、创新、能力、体系、科学、实践、国家、应急管理、构建、社会、科技、知识、资源、机制、突发事件	应急科普体系和能力
	Topic_003	地震、防震减灾、灾害、社区、公众、需求、居民、意识、气象灾害、预警、防灾减灾、影响、知识、教育、能力、科普宣传、调查、培训、因素、信息	社区防灾减灾与公众应急能力培育
政策文本	Topic_01	警示、宣传教育、作业、整治、学习、应急演练、安全知识、力度、隐患排查、案例、自救、从业人员、渠道、曝光、专项、应急避险、联动、经验、新闻媒体、应急处置	安全宣传教育与应急演练
	Topic_02	应急广播、终端、系统、传输、广播电视、覆盖、播发、预警、主动、技术、接收、信息发布、区域、部署、调度、日常、传送、政策、信号、控制	应急信息传播技术
	Topic_03	生命通道、畅通、疏散、五进、警示、安全知识、举报、堵塞、电动、标识、治本攻坚、员工、燃气、火灾、安全意识、讲解、安全隐患、海报、现场、案例	公共场所安全与应急疏散
	Topic_04	科学、科技、队伍、作品创作、基地、科普活动、示范、素质、体系、共建共享、需求、场馆、应急避险、开发、专业、融合、政府、考核、机构、专家	应急科普资源开发
	Topic_05	体系、监测、工程、预警、技术、业务、救援、科技、公共服务、现代化、防治、合作、评价、开放、系统、基础、数据、产品、精准、预报	科技赋能与精准防治
	Topic_06	消防安全、宣传教育、消防救援、火灾、疏散、学生、五进、制度、校园、自救、联合、基地、宣传栏、公共安全、实践、标识、中小学、隐患、队伍	校园消防安全与应急教育实践
	Topic_07	健康、科普宣传、科学、常态、卫生、生活、防护、解读、渠道、预防、联动、信息员、沟通、倡导、平战结合、动员、素质、政策、主管部门、报刊	常态化健康科普与风险沟通
	Topic_08	防灾减灾救灾、自然灾害、处置、综合、工程、隐患排查、救援力量、设施、森林、风险隐患、化解、第一时间、一线、地质灾害、会商、城乡、整治、应急预案、易发、储备	自然灾害综合防控与应急响应
	Topic_09	森林、公安、防灾、广播电视、应急信息、事件、系统、数据、设备、资料、警示、网络安全、处置、巡查、技术、规范、制度、法律法规、机构、违规	网络安全与技术规范

2.2.3 构建“主题—维度”映射关系

社会技术系统（Socio-Technical Systems，

STS）理论由英国学者特里斯特（Trist）^[25]提出，强调技术系统与社会系统相互依存、动

态交互^[26]。该理论揭示了技术并非孤立存在，其功能实现需依托社会系统的制度规则、主体协作与环境适配，有效弥补了“技术决定论”和“社会决定论”两种观点的分歧^[27]。因其兼顾技术和社会的互动关系，被广泛应用于公共治理^[28]、科学技术^[29]等领域，为理解技术与社会在治理中的相互作用、促进跨部门协作、推动系统效能提升等方面提供了理论支撑。在应急科普领域，单个主题维度难以应对动态风险演化、公众异质性需求和场景碎片化带来的多元复杂性挑战。本质上讲，应急科普是技术工具革新、社会制度重构与空间场景融合的交互过程，不仅受制于技术系统层面的高效信息传递，还受到社会需求与制度环境的影响，建构应急科普“主题—维度”映射关系符合技术与社会系统的互构逻辑。

在借鉴相关研究的基础上^[30-31]，结合LDA主题建模结果和STS理论，构建应急科普“主题—维度”映射关系（见表2）。（1）根据LDA建模及主题挖掘提取核心主题，分

析其聚焦的研究范畴。（2）阐释研究范畴及其在技术驱动、制度创新和空间融合3个维度的核心内涵并判断其与3个维度的语义契合度。（3）结合政策验证映射关系的合理性。Topic_001、Topic_02、Topic_05 和 Topic_09 主题聚焦在媒体及信息传播、网络技术、监测预警等方面，体现了技术赋能应急科普的核心价值，这与技术驱动维度驱动动态适应的知识生产相适应。Topic_002、Topic_003、Topic_01、Topic_07 主题聚焦在教育实践、能力培养、政策解读等方面，体现了应急科普中的制度设计，这与制度创新维度推动科普效能的提升相契合。Topic_03、Topic_04、Topic_06、Topic_08 主题聚焦在公共场所安全、校园安全、城乡安全等方面，体现了应急科普的多空间覆盖尺度，这与空间融合维度通过“物理—社会—信息”三元空间的有机整合实现应急科普全域覆盖相关联。由此构建“技术—制度—空间”三维框架下多维度、全覆盖、高效率的应急科普发展模式。

表 2 应急科普“主题—维度”映射关系

维度	核心内涵	主题映射	政策表征
技术驱动	数字技术提升应急科普知识生产的动态性和灵活性	Topic_001; Topic_02; Topic_05; Topic_09	新修订《科普法》《“十四五”国家防震减灾规划》等
制度创新	多主体、跨部门协同规范推动应急科普效能提升	Topic_002; Topic_003; Topic_01; Topic_07	《关于进一步发挥应急广播在应急管理中作用的意见》《“十四五”防震减灾科普规划》等
空间融合	整合“物理—社会—信息”三元空间的应急科普资源，实现差异化、多尺度的传播需求	Topic_03; Topic_04; Topic_06; Topic_08	《推进安全宣传“五进”工作方案》《河南省全民应急素质能力提升行动方案》等

3 “技术—制度—空间” 应急科普模式

3.1 技术驱动维度：知识生产的生成逻辑

应急科普知识更新滞后的根源在于知识生产与风险演化的动态失衡，需要构建“基础层—技术层—应用层”的技术体系以实现知识生产的动态更新。首先，基础层将卫星遥感、物联网传感器、社交媒体舆情、基础地理数据、社会经济发展数据、历史灾情等

不同来源与类型的数据进行融合，将多源异构融合的数据作为应急科普的支撑底座^[29]。其次，技术层依托区块链、机器学习、大语言模型等新兴技术，对多源异构数据进行分析、提取与挖掘，生成灾害动态感知与精准预警的算法模型^[31]。然而，现有算法模型仍局限于文本、图像等符号化知识生成，难以实现具身化与态势感知，需融合人机交互技术，推动符号感知与具身感知的协同。最

后，应用层是将数据层整合的多源异构数据与技术层生成的动态知识深度融合^[32]，通过多模态交互平台为政府部门的决策者、社区工作者和公众提供精准化、场景化的科普信息。

3.2 制度创新维度：精准科普的规范化体系

制度创新的核心是通过规范化的传播体系解决应急科普领域长期存在的“分散化资源供给与公众异质性需求”失配的问题，同时激发多元主体协同效能^[33]。在制度建设方面，着力构建多层次、跨领域的应急科普体系，为科普信息传播提供制度保障。例如，《“十四五”防震减灾科普规划》提出将日常科学传播与应急宣传相结合，整合行业资源，打造防震减灾科普资源库，扩大优质科普内容的传播范围，进而提升公众的防震意识和灾害应对能力；再如，《关于进一步发挥应急广播在应急管理中作用的意见》提出要根据不同灾害类型、影响范围和受众特点，细化科普的传播标准和流程，实现分类、分区、分群体的精准传播。在多元主体协作方面，通过规范性的制度设计明确政府不同部门、科研机构及高等院校、社会力量等多方参与主体在应急科普过程中的权责界限，优化参与主体行为规范，强化社会协同。例如，政府部门通过日常协同联动整合科普资源，统筹企业、科研机构及高等院校积极部署具有时效性、准确性和权威性的应急科普公益和教育活动^[34]。这种制度上的创新有助于推动应急科普从单向灌输到双向赋能，并促使公众从信息接收者转变为共治参与者。

3.3 空间融合维度：全域覆盖的实现路径

数字技术的发展打破了时空界限，使人类社会进入“物理—社会—信息”三元空间交融时代^[35]。应急科普需突破单一场域局限，

构建三元空间融合的立体化科普网络。在物理空间层面，数智技术正在重塑应急科普的应用场景。依托数字孪生、物联网、虚拟现实（VR）技术动态模拟灾害环境，搭建虚实结合的数字科普场馆，突破了传统意义上的时空边界，强化了应急知识的转化效能。在社会空间层面，社区网格化管理借助社交媒体平台，推动应急知识从“单向灌输”转向“多向交互”^[36]。在信息空间层面，基于AI灾害预警系统，整合卫星遥感、社会经济发展、人口流动等多源数据，动态生成风险可视化规律和知识图谱。“物理—社会—信息”三元空间通过人（公众参与）、机（系统平台）、物（科普资源）的深度交互，拓展了应急科普的时空边界，通过虚实场景联动、多源数据驱动、多主体协同，推动应急管理从“被动响应”向“主动防御”转型。

3.4 “技术—制度—空间”应急科普模式的发展逻辑

基于STS理论，技术驱动、制度创新、空间融合3个维度并非独立演进，而是通过动态适应、交互融合的方式形成“技术—制度—空间”发展逻辑，构建“技术—制度—空间”应急科普模式（见图3），共同破解传统应急科普中知识生产滞后、资源分散与场景割裂的困境。技术驱动维度作为底层支撑，通过“基础层—技术层—应用层”的适配架构，实时捕捉灾害风险，为制度创新提供数据基础支撑。制度创新维度作为应急科普的刚性基础，通过规范化应急科普体系界定主体职责，为多尺度的空间信息传播划定制度边界。空间融合维度则通过多场景交互反哺技术更新与制度优化。这种正向协同逻辑的本质是以最低成本的动态适应减少灾害造成的损失，体现了应急科普从政府主导到社会参与、多元互动的现代化路径转型。

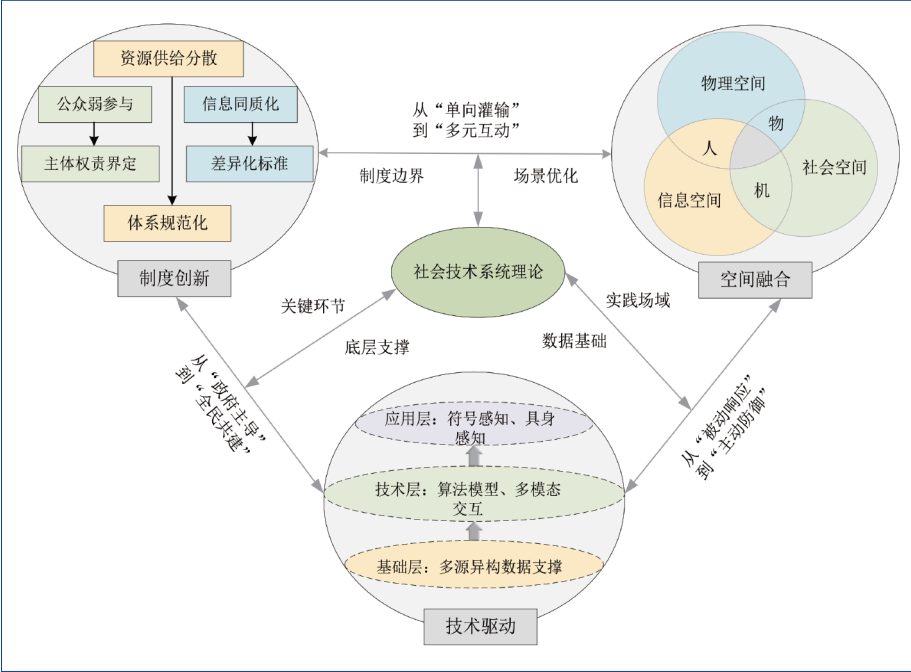


图 3 “技术—制度—空间” 应急科普模式

4 我国应急科普的优化路径

4.1 强化数智技术应用

新时代应急科普需要以动态风险演化规律和公众的多样化需求为关键切入点。

首先，应急科普政策内容的制定及监管部门要建立科普内容的动态调整机制。基于灾害事件演化的时序特征，依托大数据舆情监测技术，捕捉时事热点、舆论关切和灾害事故发生的窗口期，并基于用户地理位置、行为特征与认知水平，实现应急科普知识的精准推送，增强内容的时效性，引发公众共鸣。

其次，技术平台运营方应联合气象监测、交通、应急管理等部门和第三方机构，构建边缘计算网络，及时获取灾情特征、演化趋势和公众需求，解决灾害信息缺失分散导致救援行动效率低下等问题^[31]。同时，搭建具身感知式虚拟仿真训练平台，例如，针对高层建筑火灾开展逃生模拟演练，以突破传统应急培训的时空限制，通过 VR/AR、体感交互等技术提供沉浸式体验，提升公众在真实灾害场景中的应对能力。

最后，政府相关部门应借助数智技术持续优化应急科普数字资源库和开放共享平台建设^[37]。整合卫星遥感、社交媒体舆情、历史灾情等多源数据并接入数字化平台，形成结构化知识体系，实时呈现风险灾害传导路径，为公众提供直观、可视化的灾害认知图谱；同步优化平台界面设计，简化检索流程，增设语音交互、适老化和无障碍

操作功能，降低公众使用门槛；按灾害类型、受众群体和应用场景，对国内外典型案例进行分类储存，构建结构化的科普网络。同时，协调通信运营商与主流媒体平台（如微博、微信、短视频平台等）开展公益传播，借助算法推荐技术，将应急科普知识精准推送至目标群体。尤其是在谣言治理方面，需以权威信息抢占舆论先机，形成“真相先行”的传播优势。借助大数据、云计算、AI 等技术实现对谣言的识别与溯源，通过对不实信息的自动捕捉、研判与预警，提升公众的应急响应速度。

4.2 健全应急科普资源支撑体系

新时代应急科普需以制度保障为前提，从供需匹配、内容优化、效能提升等方面健全资源支撑体系。

首先，以政府部门牵头，专业科普研究机构及社会力量参与，推动完善公众应急科学素质评估体系。通过问卷调研和数据分析，深入了解公众对灾害风险认知的需求偏好、情绪态度和认知误区，使应急科普内容更贴近真实灾害场景需求。根据应急科普内容的传播范围、公众接受程度、实际效果等开展

公民科学素质测评^[38]。鼓励公众参与应急科普内容的创作和评价。以典型案例为抓手,通过事故还原、过程推演与决策复盘,提炼出可迁移的应急知识框架,从而提升公众在灾害场景中自救、互救的能力。

其次,科普内容要简洁、实用、明确、易懂。科普内容生产者要尽量减少对抽象复杂的理论知识进行冗长论证过程的阐述,采用公众更易接受的表达方式和呈现方式,既要形式新颖多样,具有较强的创造性、趣味性和互动性,又要通俗易懂,具备普适性。

最后,应急科普效能的系统性提升离不开专业科普队伍和资源保障等建设。一方面,强化应急科普人才队伍激励机制。依托全国高等院校设立应急科普交叉学科,建立应急科普研究院智库,系统培养兼具灾害学、智慧应急等学科能力的复合型人才。完善科普专兼职人员的激励机制,将应急科普工作成效纳入职称评定、业绩考核体系。另一方面,完善应急科普的经费保障机制。坚持应急科普的公益属性与市场驱动并重,在保障政府财政专项投入的基础上,鼓励构建多元化科普投入机制。专项经费向资源转化、科普推广和平台运维倾斜,重点支持场景化科普产品开发、偏远地区传播渠道建设等关键环节。对于兴办应急科普产业的社会力量,应拓宽其融资渠道、加大税收优惠政策力度。

4.3 推进全方位、跨区域、多尺度传播

新时代应急科普应通过差异化技能培训、深化跨域协同与构建传播共同体等多维路径共同推动空间融合。

首先,鼓励应急科普专业团队结合不同区域的灾害类型与分布特征、不同受众对象,针对性地开展应急科普技能培训。例如,中国矿业大学联合中国灾害防御协会科普教育培训分会,以及全国设有安全应急相关学科专业的高校,持续组织开展“全国应急科普

万里行”活动,将专业知识转化为生动的实践,精准覆盖青少年、老年与高危从业人员等群体。通过实地演练和互动体验,提升公众参与感和实操能力,将抽象安全知识转化为可感知、可操作的实用技能。

其次,政府应深化区域协同机制,打造跨区域协同的应急信息传播平台。以知识普及为核心,构建应急科普知识平台,依据不同灾害类型、受众认知水平和地域风险特征,进行应急知识的分类、分层、分区宣传普及。借鉴“科普中国智库——粤港澳大湾区研究中心”“长三角应急科普共建共享协议”等经验,搭建跨区域应急科普平台,充分整合和发挥区域安全科普资源优势和行业专业优势,实现资源共建共享。

最后,打造全媒体、多元化、全覆盖的传播联盟共同体。一方面,让科普“看得见”。应急科普创作者需突破传统传播形式的局限,充分利用短视频、直播等新兴媒介的非语言符号传播优势,推动科普话语传播从文字、图片双模态向多模态转变。例如,在“5·12”全国防灾减灾日、全国安全生产月等重点时段前后,利用“互联网+科普”形式,邀请各行业领域专家、网络名人,发挥“名人效应”,通过网络直播、短视频等多元化方式科普,实现科普“潮流化”。另一方面,科普也要“摸得着”。政府部门及社会力量应着力构建“线上+线下”相结合的传播体系,完善更新应急科普场馆设施,深化“五进”科普力度,重点围绕农村、贫困山区、灾害多发区、老旧小区、“九小场所”等区域,定期开展灾害预防和应急避险知识宣传,从而有效提升全社会的风险防范和应对能力。

5 结语

在数智时代与风险社会交织背景下,本研究以 STS 理论为视角,系统揭示了应急科

普发展中的现实挑战,提炼出应急科普从单一碎片化向“技术—制度—空间”系统化发展的新模式,旨在通过构建技术驱动的应急知识生产、多元主体协同的制度支撑及全域覆盖的空间融合,推动应急科普从知识传播模式向全民参与转变。这一转变旨在提高全民的安全防范意识,为应急科普的政策设计

与宣传提供理论观照和实践启示。然而,本研究是在限定时期内,依赖文本和文献资料对应急科普发展模式进行提炼,尚未对全社会应急科普的现状展开大规模调查,对应急科普的现实复杂性捕捉不足,未来研究需要通过持续性的全民调查与事故案例分析,明确该模式的动态变化与适用边界。

参考文献

- [1] 习近平. 为建设世界科技强国而奋斗——在全国科技创新大会、两院院士大会、中国科协第九次全国代表大会上的讲话 [M]. 北京: 人民出版社, 2016.
- [2] 关于进一步加强突发事件应急科普宣教工作的意见 [EB/OL]. (2020-09-25) [2026-01-26]. https://www.cast.org.cn/kp/TZGG/art/2020/art_748755e63e5d48eb891ec207f8909503.html.
- [3] 中华人民共和国科学技术普及法 [EB/OL]. (2024-12-25) [2026-01-26]. https://www.gov.cn/yaowen/liebiao/202412/content_6994555.htm.
- [4] 高宏斌, 任磊, 胡俊平, 等. 我国公民科学素质的发展现状与特征——第十四次中国公民科学素质抽样调查报告 [J]. 科普研究, 2025, 20(2): 5-14, 105.
- [5] 石国进. 公共突发事件应对中的科学传播机制研究 [J]. 科技进步与对策, 2009, 26(14): 23-25.
- [6] 侯蓉英, 郑念, 尹霖, 等. 疫情下的中国应急科普建设与发展 [J]. 科技导报, 2020, 38(13): 129-134.
- [7] 刘彦君, 吴玉辉, 赵芳, 等. 面向突发公共事件舆论引导的应急科普机制构建的路径选择——基于多元主体共同参与视角的分析 [J]. 情报杂志, 2017, 36(3): 74-78, 85.
- [8] 钱洪伟, 黄宇茜. 公共场所应急科普教育体系研究 [J]. 中国应急管理, 2020(1): 30-31.
- [9] 李华强. 自然灾害防灾减灾社会化中的公众参与: 一个阶段化路径模型 [J]. 中国行政管理, 2021(6): 128-135.
- [10] 田兵伟, 赵一燃, 李文秋, 等. 基于具身认知理论和 VR 技术的滑坡灾害应急科普教育模式 [J]. 灾害学, 2024, 39(2): 178-184.
- [11] 黄楠楠, 周庆山. 网络热点事件应急科普传播用户利用效果实证分析 [J]. 出版广角, 2020(14): 63-67.
- [12] 王明. 公共突发事件的科学辟谣机制比较研究 [J]. 科普研究, 2023, 18(2): 47-53, 82.
- [13] 蔡文东, 庞晓东, 陈健, 等. 在中国特色现代科技馆体系中开展应急科普工作的研究 [J]. 科普研究, 2016, 11(4): 53-56, 62.
- [14] 张海波. 专栏导语: 面向风险社会的知识生产 [J]. 公共行政评论, 2016, 9(1): 1-7.
- [15] 迈克尔·吉本斯, 卡米耶·利摩日, 黑尔佳·诺沃茨曼, 等. 知识生产的新模式: 当代社会科学与研究的动力学 [M]. 陈洪捷, 沈文钦, 译. 北京: 北京大学出版社, 2011.
- [16] 董纪昌, 祝魏玮, 张超, 等. 科学传播模式演变与科技创新交互机制的探析和思考 [J]. 中国科学院院刊, 2024, 39(2): 358-366.
- [17] Liu J, Fu Z, Song Y, et al. How to Improve the Effectiveness of the Cooperation Networks of Emergency Science Communication for Public Health Emergencies[J]. Humanities and Social Sciences Communications, 2024, 11(1): 1-15.
- [18] 刘赋, 张英, 尚甲. 应急科普产品供需现状调查分析 [J]. 科普研究, 2023, 18(3): 88-96.
- [19] 巩宜萱, 史益豪, 刘润泽. 大安全观: 超大型城市应急管理的理论构建——来自深圳的应急管理实践 [J]. 公共管理学报, 2022, 19(3): 46-57, 168.
- [20] 王秉. 安全 4.0 时代的重大安全科学问题展望 [J]. 灾害学, 2022, 37(2): 6-11.
- [21] 何伟林, 谢红玲, 奉国和. 潜在狄利克雷分布模型研究综述 [J]. 信息资源管理学报, 2018, 8(1): 55-64.
- [22] 张柳, 王慧, 相蕊蕊. 基于 LDA 的突发事件应急管理主题热度与演化分析 [J]. 情报科学, 2023, 41(6): 182-191.
- [23] 范雅婷, 李超凡, 涂伟, 等. 社交媒体数据支持的城市承灾体脆弱性评估——以深圳极端天气为例 [J]. 城市规划, 2024, 48(8): 101-113.
- [24] 李月. 突发公共卫生事件中公共政策主题演化研究——以国家中心城市官方微信为例 [J]. 情报杂志, 2020, 39(9): 143-149.
- [25] 薛晓源. 数字全球化与数字伦理学 [J]. 国外社会科学, 2021(5): 31-38, 157.
- [26] Trist E L, Bamforth K W. Some Social and Psychological Consequences of the Longwall Method of Coal-Getting[J]. Human Relations, 1951, 4(1): 3-38.

- [27] 张宁, 高鹏程. 生成式人工智能情感模拟的伦理风险与治理路径: 基于技术—社会互构理论框架的分析 [J]. 科学决策, 2025(2): 123–134.
- [28] 鞠京芮, 孟庆国, 林彤. 社会技术系统理论视角下城市智能治理变革的要素框架与风险应对——以城市大脑为例 [J]. 电子政务, 2022(1): 66–76.
- [29] 李猛. 深度合成技术的社会安全风险: 样态表征、生成机理与敏捷治理 [J]. 中国科技论坛, 2024(5): 149–159.
- [30] 张宗嘉, 胡泽安, 刘琪玉, 等. 基于多源信息融合的超大城市极端暴雨易涝区识别——以深圳市福田区为例 [J]. 灾害学, 2025, 40(2): 65–70.
- [31] 孙钦莹, 刘思彤, 马海群. 基于区块链与端边云架构的应急情报治理体系构建 [J]. 情报理论与实践, 2024, 47(4): 134–142.
- [32] 于峰, 樊博. “情景—结构—要素”视角下复杂灾害治理的情报协体重构 [J]. 情报理论与实践, 2024, 47(6): 154–165.
- [33] 王明, 宋黎阳, 郑念. 应急科普的法律规制: 现状特征、实践困境与未来进路 [J]. 中国科技论坛, 2024(5): 13–21, 43.
- [34] 马睿宁, 刘纪达, 安实. 突发事件应急科普中政府和公众的演化状态与博弈关系 [J]. 科技管理研究, 2025, 45(6): 165–174.
- [35] 王秉, 史志勇, 徐方廷. 安全信息视域下的三元空间安全事件链防控 [J]. 情报杂志, 2023, 42(6): 119–123, 169.
- [36] 施生旭, 周晓琳, 郑逸芳. 韧性社区应急治理: 逻辑分析与策略选择 [J]. 城市发展研究, 2021, 28(3): 85–91.
- [37] 肖甜甜, 张志, 王毅, 等. 我国应急能力提升信息化建设初探 [J]. 灾害学, 2025, 40(1): 135–139, 152.
- [38] 周华清, 郑淇佳, 贺嫁姿. 基于受众需求的科普期刊新媒体科普传播路径探析 [J]. 编辑学报, 2024, 36(6): 612–616.

(编辑 颜 燕 马 赫)

2024 年度全国科普统计数据发布

根据科技部官网发布的 2024 年度全国科普统计数据, 2024 年全国各地区、各部门围绕《“十四五”国家科学技术普及发展规划》目标任务, 扎实推进科普工作全面发展, 为“十四五”收官奠定坚实基础。

全国科普经费投入稳步增长。2024 年全国科普工作经费筹集额 222.20 亿元, 比 2023 年增长 3.32%。其中, 各级政府部门拨款 171.22 亿元, 比 2023 年增长 2.46%。全国人均科普专项经费 5.60 元。科普活动、科普场馆基建、科普展品设施支出分别占当年科普经费使用额的 37.97%、13.96% 和 11.32%。

科普人员队伍规模持续壮大。2024 年全国科普专、兼职人员 221.27 万人, 比 2023 年增长 2.62%。其中, 科普专职人员 29.70 万人, 科普兼职人员 191.57 万人。中级职称及以上或本科及以上学历的科普人员数量 144.18 万人, 比 2023 年增长 6.81%。注册科普志愿者数量 761.50 万人。

科普场馆等基础设施布局不断优化。2024 年全国科技馆和科学技术类博物馆 1 890 个, 比 2023 年增加 111 个; 展厅面积 689.66 万平方米, 比 2023 年增加 4.49%。其中, 科技馆 789 个, 科学技术类博物馆 1 101 个。全国范围内共有青少年科技馆站 494 个, 城市社区科普(技)活动场所 4.55 万个, 农村科普(技)活动场所 13.57 万个, 科普宣传专用车 1 106 辆, 流动科技馆站 928 个, 科普宣传专栏 25.69 万个。

线上线下科普传播统筹发力。2024 年全国科普类网站建设 2 102 个; 科普类微信公众号建设 1.02 万个, 关注数 11.81 亿个; 科普类微博建设 1 372 个, 粉丝数 2.82 亿个; 发布网络科普视频 51.10 万个, 播放量达 249.71 亿次。电视台、广播电台播出科普(技)节目分别为 20.32 万小时、27.82 万小时。科普图书、科普期刊、科技类报纸发行册(份)数分别为 4 139.14 万册、7 489.06 万册和 1.18 亿份。

特色科普活动惠及更广泛人群。2024 年全国组织线上线下科普(技)讲座、科普(技)专题展览、科普(技)竞赛、青少年科技夏(冬)令营活动、科普国际交流流动分别为 144.23 万次、10.92 万次、4.16 万次、1.12 万次、1 655 次, 建设青少年科技兴趣小组 12.19 万个, 科研机构 and 大学向社会开放 9 680 个, 累计吸引超 27 亿人群参与。2024 年全国科技活动周举办线上线下各类科普专题活动 12.03 万次, 共有 3.85 亿人次参加。

(School of Journalism and Communication, Chongqing Normal University, Chongqing 401331)³

(School of Primary Education, Chongqing Normal University, Chongqing 401331)⁴

Abstract: Science popularization is an important approach to improving public scientific literacy, and science posters have become a significant means of science popularization. However, current research on science posters mainly focuses on design-level discussions and lacks systematic studies on the relationship between visual presentation and communication effects. Based on visual framing theory, this research explores how the denotative and stylistic levels of visual framing in science posters influence the effects of science popularization. The results show that at the denotative level, technology-knowledge posters are more conducive to alleviating cognitive load and enhancing the communication effectiveness of science popularization, whereas image entropy, as a measure of image content complexity, does not exert a positive effect on communication outcomes and may even increase cognitive burden. At the stylistic level, surreal and warm-toned poster designs can promote science popularization by building trust and empathy, while cartoon designs, due to oversimplification of knowledge and the loss of scientific professional objectivity, fail to improve communication effectiveness. Accordingly, this research proposes the following strategies and recommendations: (1) Poster design should consider audiences' cognitive and emotional responses, select appropriate forms according to the complexity of scientific knowledge, and reduce image content complexity; (2) In designing science posters, surreal styles should be adopted when appropriate, and the proportion of warm tones should be moderately increased to enhance communication effectiveness.

Keywords: visual framing; science popularization; science posters; visual design; computation communication

CLC Numbers: N4; G206.2 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673-8357.2026.01.008

Research on Optimising Emergency Science Popularization Pathways within a Three-Dimensional Framework of Technology-Institution-Space

Li Chong Wang Yibao

(School of Public Policy and Management & School of Emergency Management, China University of Mining and Technology, Xuzhou 221116)

Abstract: Conventional models of emergency science popularization, characterized by linear knowledge production, homogenized information dissemination, and reliance on single physical settings, are increasingly inadequate for addressing the evolving nature of disaster risks, heterogeneous public perception, and limited scenario coverage. Systematic optimization of emergency science popularization is therefore urgently required. Drawing on socio-technical systems theory, this study employs Latent Dirichlet Allocation (LDA) topic modeling to analyze emergency science popularization texts, extracting a novel development paradigm driven by “technology-institution-space”. Research indicates that the technology-enabled dimension achieves real-time adaptation to evolving disaster risks through dynamic knowledge production; the institutional innovation dimension resolves the challenges of

fragmented resource allocation and homogenized information dissemination via a standardised precision communication system; while the spatial integration dimension establishes a comprehensive coverage network by leveraging the convergence of ‘physical–social–informational’ triadic spaces. These three dimensions collectively form a multidimensional, comprehensive, and efficient emergency science popularization paradigm. Based on these findings, this study proposes several optimization pathways, including strengthening the application of digital and intelligent technologies, improving the resource support system for emergency science popularization, and promoting comprehensive, cross–regional, and multi–scale dissemination. The study provides a theoretical framework and practical insights for addressing the imbalance between the supply and demand of emergency science popularization and for enhancing public disaster risk awareness and preparedness, thereby supporting the modernization of China’s emergency management system and governance capacity.

Keywords: emergency science popularization; LDA topic modeling; technology–institution–space; spatial integration

CLC Numbers: G315; D63 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673–8357.2026.01.009

How to “Strive for Extensive Reach” in Science Popularization: A Study on the First National Conference of Activist Workers in Science and Technology Popularization

Liu Yang Ye Siran

(School of Marxism Studies, University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049)

Abstract: In response to the Communist Party of China’s call to “March Toward Modern Science,” the All–China Association for the Dissemination of Scientific and Technical Knowledge and the All–China Federation of Trade Unions jointly convened the National Conference of Activist Workers in Science and Technology Popularization in Beijing in late October 1956. The aim was to foster closer collaboration between scientists and industrial workers while expanding the reach of science popularization. The conference, distinguished by its high–level organization, prolonged preparatory phase, and extensive participation, effectively galvanized workers’ enthusiasm for science popularization by recruiting activist employees into working groups and engaging them in the nationwide conference. During the preparatory phase, grassroots research helped formulate a guiding principle for science popularization—“integration with production, alignment with practical needs, and pursuit of broad outreach”—along with a methodology emphasizing “small–scale, diverse, easily understandable, and voluntary participation.” This landmark conference in the history of New China’s science popularization established the historical experience of mobilizing active participants to “strive for extensive reach” in science popularization, which continues to offer valuable insights for enhancing national science popularization capacity building in the new era.

Keywords: All–China Association for the Dissemination of Scientific and Technical Knowledge; science popularization; activists

CLC Numbers: N4 **Document Code:** A **DOI:** 10.19293/j.cnki.1673–8357.2026.01.010