

系统科学在突发公共卫生事件下群体恐慌中的研究综述

刘 军

上海理工大学管理学院, 上海

收稿日期: 2024年11月20日; 录用日期: 2024年12月17日; 发布日期: 2024年12月23日

摘 要

本研究通过系统梳理国内外关于突发公共卫生事件背景下群体恐慌的相关研究, 从系统科学的视角综述了情绪传播机制、行为影响及干预策略等方面的核心进展。重点聚焦于经典传染病模型(如SIS、SIR)、双层网络模型及社会力模型等其它系统科学中的方法的应用, 分析其在模拟恐慌情绪传播动态过程中的适用性及局限性。研究还探讨了恐慌情绪在应急疏散、物资抢购等实际场景中的传播规律及其对群体行为决策的深远影响。综述表明, 现有研究虽在特定领域取得一定进展, 但对恐慌情绪的多层次动态传播过程及其系统干预手段的研究仍有不足。未来研究应进一步优化模型结构, 整合多学科方法, 以揭示群体恐慌的复杂机理, 为突发公共卫生事件的群体行为管理和政策制定提供理论支持与实践指导。

关键词

群体恐慌, 突发公共卫生事件, 系统科学

Review of Research on System Science in Group Panic during Public Health Emergencies

Jun Liu

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Nov. 20th, 2024; accepted: Dec. 17th, 2024; published: Dec. 23rd, 2024

Abstract

This study systematically reviews domestic and international research on group panic in the context of public health emergencies from a system science perspective. It highlights key advancements in

understanding emotional transmission mechanisms, behavioral impacts, and intervention strategies. Special attention is given to the application of classical epidemic models (e.g., SIS, SIR), multi-layer network models, and social force models, analyzing their suitability and limitations in simulating the dynamic processes of panic emotion transmission. The study also explores the propagation patterns of panic emotions in real-world scenarios, such as emergency evacuations and hoarding behavior, as well as their profound impacts on group decision-making. The review reveals that, despite progress in specific areas, existing research falls short in addressing the multi-level dynamic transmission processes of panic emotions and the development of systematic intervention methods. Future research could benefit from optimizing model structures and further integrating multidisciplinary approaches to uncover the complex mechanisms of group panic. These efforts could offer valuable theoretical insights and actionable guidance for managing group behavior and devising effective policies during public health emergencies.

Keywords

Group Panic, Public Health Emergencies, System Science

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

近年来,全球频繁爆发的突发公共卫生事件,由于其突如其来、迅速传播、范围扩散、感染致死等显著特征,引发了全球公众的广泛恐慌。这些突发事件的爆发不仅对人类生命和财产造成了巨大损失,同时也限制了国家经济的发展步伐,破坏了社会的和谐稳定。与此同时,群体恐慌在这些事件中表现为对社会心理的不安全感和不信任感的外显性体现。这种恐慌情绪的唤起受到多种因素的影响,而其强度则对群体的认知图式和行为决策产生进一步的影响。特别值得关注的是,潜在的群体恐慌情绪还可能引发一系列“次生灾害”,包括群体焦虑、群体非理性行为等,从而阻碍国家疫情防控进程。因此,突发公共卫生事件背景下群体恐慌正日益成为国内外政府、专家和公众高度关注的焦点。这一问题的解决将需要综合各方面的努力,以制定有效的政策和措施,确保社会的稳定和人们的安全。

2. 文献搜索方法

本文的文献检索分为两大部分。在第一部分中,本文使用主题词=(群体恐慌)OR 主题词=(社会恐慌)在中国知网进行检索,时间范围为2020年1月1日至2024年1月1日,共查询到351份文献。通过仔细阅读标题和摘要,本文筛选出与主题相关的文献,并最终下载了53份文献。在第二部分中,本文使用Topic=(mass panic)OR Topic=(social panic)在Web of Science进行文献精准检索,时间范围为2021年以后,总计查询到916份文献。通过仔细审阅标题和摘要,本文进一步筛选出与主题相关的文献,并最终下载了19份文献。同时,本文也在Google Scholar中利用相同的搜索词补充文献,文献检索过程的流程图见图1。最后,本文精读每一份文献,成功获取了关于系统科学在突发公共卫生事件下群体恐慌中的研究主题相关的文献31份,其中包含13篇硕士学位论文,17篇期刊论文,如图2所示。

这一系统的文献检索方法确保了对群体恐慌和社会恐慌主题的全面研究,提供了多个数据库的综合信息,有助于全面理解相关领域的研究动态。这份文献综述为读者提供了清晰、详尽的检索方法和结果,为后续的研究提供了有力的文献基础。

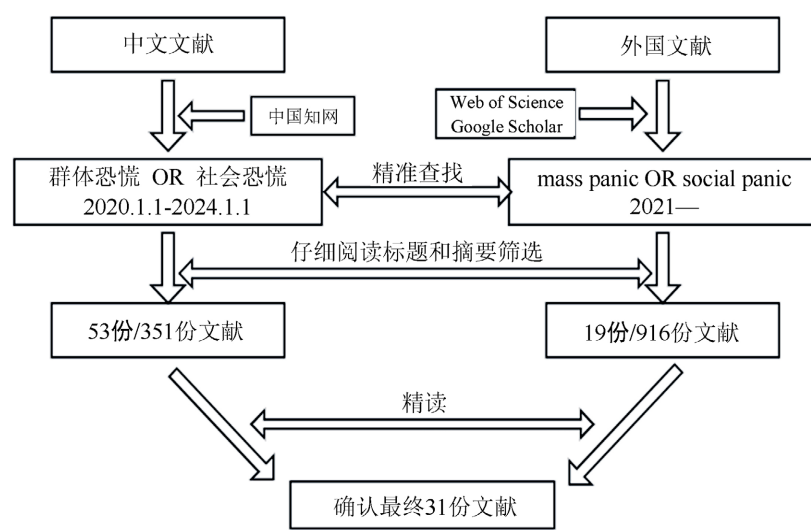


Figure 1. Literature search flowchart
图 1. 文献搜索流程图

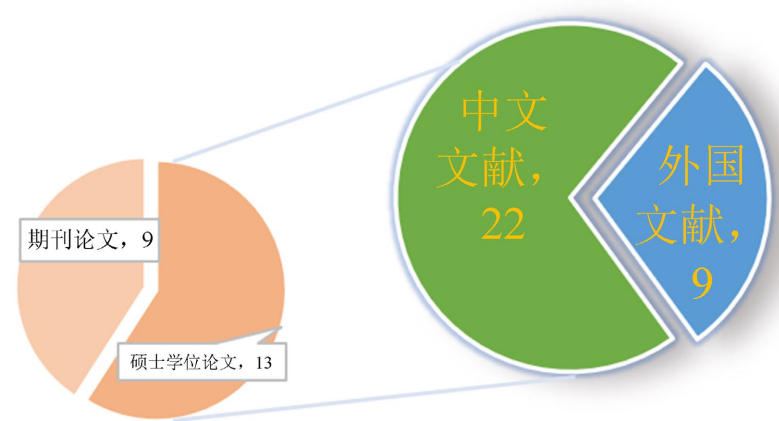


Figure 2. Final literature proportion chart
图 2. 最终文献比例图

3. 文献分析

3.1. 研究内容

在文献检索的过程中，了解到目前专家学者对群体恐慌的研究主要集中在特定场所的突发情况下，关注带有恐慌情绪的行人的应急疏散行为(>28 篇)，或者是研究 VIX 恐慌指数与股市、经济之间的联系(>30 篇)。然而，这些研究并非本主题的核心方向。在已获取的文献中，还有一些未利用系统科学方法的研究。此外，大部分文献聚焦于突发公共卫生事件下群体恐慌情绪的传播机理，同时少部分文献采用系统科学的方法研究在突发情况下带有恐慌情绪的行人在特定场所的应急疏散。这一文献综述表明，尽管已有一些研究在特定领域进行了深入探讨，但对于群体恐慌的全面理解仍然存在空白。未来的研究可以考虑整合系统科学的方法，以更全面、深入地揭示群体恐慌的多层次动态过程。研究内容的词云图如图 3 所示。



Figure 3. Research content word cloud
图 3. 研究内容词云图

3.2. 研究方法

3.2.1. 经典传染病模型

突发公共卫生事件下恐慌情绪的传播在某种程度上与传染病的传播具有相似性, 这种相似性使得传染病动力学模型成为研究恐慌情绪传播的重要工具。经典传染病模型如 SIS 模型、SIR 模型等, 在恐慌情绪传播研究中得到了广泛应用。对于 SIS 传染病模型, 游磊[1]等人结合元胞自动机和 SIS 传染算法, 提出了一种适用于恐慌状态下的行人疏散模型, 该模型揭示了恐慌情绪在疏散过程中的传播机制。张宇[2]基于 SIS 传染模型, 引入视野半径构建恐慌情绪传播算法, 研究避让行为和抢行行为对疏散效率的影响, 定量评估了这些行为对疏散结果的作用。孙华锴[3]将心理学 OCEAN 个性模型与 SIS 模型的易感-感染状态结合, 探索初始行人数量、恐慌衰减速率及阈值对人群疏散的影响, 为个体化疏散策略的制定提供了理论依据。此外, 赵传淼[4]提出了 GP-SIS 情绪传播模型, 相较传统模型更加贴合人群疏散场景下的情绪传播特性。对于 SIR 传染病模型, 罗福周[5]从灾害链的视角, 利用系统动力学方法对经典 SIR 模型进行改进, 构建了包括疫情传播与社会恐慌的链式灾害应急模型。李建宇[6]将 SIR 模型引入到恐慌情绪传播的研究中, 通过结构方程模型模拟疏散行为, 揭示了恐慌情绪在不同疏散情景中的影响机制, 为优化疏散决策提供了数据支持。此外, 针对其他经典传染病模型, 李文倩[7]在 SIRS 模型中考虑了延迟效应和人员流动因素, 分析了心理素质对恐慌情绪传播的调控作用, 并构建了基于 Holling-II 型功能反应的传播模型。Nie Q [8]等人结合信息熵, 提出改进的 SEIR 动态模型, 该模型在疫情预测中展现了良好的适应性, 为类似模型在情绪传播中的应用提供了借鉴。综上所述, 这些研究为基于传染病模型探讨恐慌情绪传播的研究提供了丰富的理论依据与方法参考, 进一步明确了相关模型在情绪传播研究中的适用性与局限性, 为后续深入研究提供了重要的文献支持。

3.2.2. 双层网络

双层网络模型作为研究多传播机制交互的重要工具, 为分析恐慌情绪在复杂网络中的传播提供了有

力支持。于凯[9]等人结合个体犹豫机制、自净率与停止率等特征,构建了 SEIR 双层传播模型,明确了虚假信息与恐慌情绪的传播阈值及其影响因素。王佳佳[10]等通过建立谣言与恐慌情绪并行传播的双传播模型,研究了两者在双层网络中的传播规律与交互机制,为抑制谣言传播和控制恐慌提供了理论依据。景白露[11]在融合线上线下双层网络的基础上,结合 SIR 模型,研究了群体抢购行为的传播规律,揭示了个体需求对恐慌情绪的驱动作用。Guo L [12]等利用双层网络模拟离线疫情传播和线上社区交流,探讨了社会距离政策对情绪传播的影响,为公共政策优化提供了定量支持。通过双层网络模型的应用,研究者能够多维度地解析恐慌情绪的传播特性,特别是在虚拟与现实传播场景交互中的情绪扩散机制方面,提供了深入的分析视角和理论支持。

3.2.3. 其它系统科学中的方法

系统科学方法在复杂场景下的恐慌情绪研究中具有显著优势,通过跨学科的理论与技术结合,有效提升了模型的解释力和适用性。刘顺利[13]引入社会力模型,结合恐慌度与情绪传播因子,提出了动态疏散路径优化算法,为大规模疏散场景的规划提供了实用方法。马玲[14]优化了恐慌动力学模型,并应用于购物中心恐慌传播的场景分析,为应对突发事件提供了理论指导。Yang Y [15]结合情绪分析与扎根理论,研究了疫情阶段性恐慌情绪的演化规律,利用潜在 Dirichlet 分布模型进一步验证恐慌情绪传播机制。Xu M [16]等将情感传染模型与 RVO 模型结合,构建了情感互易速度障碍模型,首次实现了情感与行为之间的联动模拟。Li J [17]基于社会力模型改进了疏散时间校正方法,为高效疏散策略的设计提供了新思路。此外,凤四海[18]结合热力学原理,提出情绪感染模型与元胞自动机结合的方法,探讨恐慌情绪对疏散过程的影响。董姗姗[19]基于 J-A 模型,分析了内部与外部因素对公众恐慌情绪的影响,为优化物资调配与政策制定提供了参考。王亚澜[20]从复杂系统中的临界转变理论出发,揭示了网民恐慌情绪的演化规律,为理解突发事件中的情绪传播机制提供了新思路。董苏雅拉图[21]结合人口流动性特征,研究证券市场中恐慌情绪的传播模式,进一步分析了流动性对传播过程的调节作用。Alsalat G Y [22]等提出基于传感器和深度学习技术的实时检测模型,为大规模集会场景中异常行为的监控与预警提供了技术支持。系统科学方法的引入,为更全面地解析恐慌情绪传播的微观机制与宏观动态提供了重要支持,同时为相关模型的优化与实际应用开辟了新的研究方向。

3.3. 数据来源

本文所收集的 31 篇文献中,大多数采用模拟仿真的方式验证模型的正确性和稳定性,通过仿真方法结合理论模型和实验数据,对恐慌情绪的传播机制进行了深入探索。此外,部分研究利用网络爬虫技术从微博、BBC News、央视新闻等平台获取数据验证模型性能。例如,景白露[11]在新浪微博上爬取了两个时间段内有关石家庄疫情安全和物资相关的新闻话题,定量探讨突发疫情下恐慌性购买行为的形成与传播机制;Guo L [12]等从中国互联网上获取了 8 万多条关于新冠肺炎的评论数据,结合情绪分析提取规律,以此建立基于智能体的模型,分析情绪传播过程;董姗姗[19]通过爬取微博上“疫情期间口罩匮乏”这一热点话题,研究公众恐慌度及物资需求变化,为恐慌传播模型参数的调整提供了依据。部分研究还采用了实验采集和问卷调查的方式获取数据。Alsalat G Y [22]利用佩戴腕带的 89 名受试者数据生成 1054 个样本,用于实时检测恐慌情绪下的人群异常行为;马玲[14]通过纸质问卷调查,基于购物中心疏散特点,从人员特性、环境因素及他人影响等多角度设计调查问卷,并结合恐慌心理量表的结果,为后续恐慌动力学模型的参数设置提供了可靠支持。综上所述,本文所引用的文献数据来源广泛,涵盖模拟仿真、网络爬虫、实验采集和问卷调查等多种方式,这些研究成果为后续深入探讨恐慌传播机制提供了重要的数据支持和理论借鉴,对未来相关研究具有重要的指导意义。

4. 文献评述和总结

现有文献表明, 针对突发公共卫生事件中群体恐慌情绪传播机理的研究仍处于初步探索阶段。目前研究多集中于经典传染病模型(如 SIS 模型、SIR 模型)的应用, 例如用于模拟行人应急疏散或群体情绪传播动态。这些模型在情绪传播路径和动态演变的分析上提供了一定的理论支持, 但在揭示恐慌情绪传播的复杂性、非线性和多维交互特性方面仍存在明显不足。一些学者尝试将经典传染病模型与其他方法结合, 例如构建双层网络模型, 以更全面地模拟虚拟空间与现实场景交互中的情绪传播动态, 从而提升研究的准确性和适用性。此外, 系统科学方法在恐慌情绪研究中的应用也逐渐增多, 包括社会力模型、热力学原理、情感传染模型和基于深度学习的实时检测等。这些方法通过跨学科融合, 显著增强了对情绪传播复杂性和行为响应的解释能力与预测能力。例如, 社会力模型能够优化动态疏散路径, 热力学原理揭示情绪能量变化, 深度学习技术则实现了情绪状态的实时监测与预警。然而, 这些方法在实际应用中仍存在一定局限, 如数据来源的不足和模型参数设置缺乏统一标准, 未来需在理论与实践层面进一步优化和完善。

在数据来源方面, 现有研究主要通过模拟仿真技术验证模型的稳定性, 同时结合网络爬虫技术从社交媒体(如微博)和新闻平台获取真实数据。这些数据为模型的构建和验证提供了实证支持。例如, 一些研究通过分析新浪微博和疫情相关新闻评论, 探讨恐慌性购买行为的形成与传播机制, 丰富了情绪传播研究的数据基础, 并为实际应用提供了定量参考。此外, 部分研究采用实验采集和问卷调查的方式获取数据, 例如利用传感器技术实时监测情绪行为, 或通过问卷评估恐慌心理特征及其动态变化。尽管数据来源的多样性为相关研究提供了重要支持, 但现有数据在代表性、长期性以及与模型结合的深度方面仍有待改进, 以进一步提升模型的实用性与预测能力。

基于现有文献的分析, 未来研究可在以下几个方面进一步深入: 第一, 整合多种模型方法, 优化现有模型的适用性与解释力, 以更加精准地刻画群体恐慌情绪传播的复杂机制; 第二, 系统性挖掘恐慌情绪传播的多维影响因素及其动态特征, 特别是在不同社会场景和文化背景下的传播规律; 第三, 基于改进的模型框架, 深入研究情绪传播与个体行为决策(如恐慌性购买和疏散行为)之间的交互作用; 第四, 开发具有更高预测能力和干预指导意义的模型框架, 以支持实践中的科学决策。在数据方面, 未来研究需注重提升数据的多样性和代表性, 结合长期追踪数据与多维实证研究, 进一步强化模型验证的科学性和可靠性, 从而增强研究成果的适用性和普遍性。

参考文献

- [1] 游磊, 罗熙越, 刘旭等. 基于元胞自动机和 SIS 传染算法的恐慌状态下行人疏散模型[J]. 成都大学学报(自然科学版), 2020, 39(1): 51-54.
- [2] 张宇. 考虑竞争力系数的人员疏散元胞自动机模型研究[D]: [硕士学位论文]. 武汉: 武汉理工大学, 2021.
- [3] 孙华锴. 考虑恐慌情绪的人群疏散行为模型研究[D]: [硕士学位论文]. 长沙: 中南大学, 2022.
- [4] 赵传淼. 面向人群疏散的群体情绪识别及传播方法研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东师范大学, 2023.
- [5] 罗福周, 巨绍炜, 王腊银. 重大疫情衍生社会恐慌链式灾害应急策略研究——基于 COVID-19 疫情的 SD 分析[J]. 灾害学, 2021, 36(1): 183-191.
- [6] 李建宇. 基于 CA-SIR 模型的综合枢纽人员疏散仿真[D]: [硕士学位论文]. 重庆: 重庆交通大学, 2021.
- [7] 李文倩. 基于流行病理论的恐慌情绪传播模型研究[D]: [硕士学位论文]. 南京: 南京航空航天大学, 2020.
- [8] Nie, Q., Liu, Y., Zhang, D. and Jiang, H. (2021) Dynamical SEIR Model with Information Entropy Using COVID-19 as a Case Study. *IEEE Transactions on Computational Social Systems*, 8, 946-954.
<https://doi.org/10.1109/tcss.2020.3046712>
- [9] 于凯, 宿天睿. 恐慌情绪与虚假信息双传播网络建模与仿真[J]. 新疆大学学报(自然科学版) (中英文), 2023, 40(1): 79-86.

-
- [10] 王佳佳, 邱小燕. 网络谣言与恐慌情绪并行传播相互影响研究[J]. 情报杂志, 2021, 40(4): 200-207, 199.
- [11] 景白露. 突发公共卫生事件下群体恐慌抢购行为的涌现原理及其干预机制研究[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江工商大学, 2022.
- [12] Guo, L., Li, Y. and Sheng, D. (2021) Modeling and Simulating Online Panic in an Epidemic Complexity System: An Agent-Based Approach. *Complexity*, **2021**, Article ID: 9933720. <https://doi.org/10.1155/2021/9933720>
- [13] 刘顺利. 考虑瓶颈效应和恐慌情绪传播的人群疏散社会力模型及其仿真研究[D]: [硕士学位论文]. 桂林: 广西师范大学, 2021.
- [14] 马玲. 考虑恐慌情绪传播的购物中心人群疏散仿真[D]: [硕士学位论文]. 天津: 天津理工大学, 2022.
- [15] Yang, Y., Zhang, Y., Zhang, X., Cao, Y. and Zhang, J. (2022) Spatial Evolution Patterns of Public Panic on Chinese Social Networks Amidst the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, **70**, Article ID: 102762. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102762>
- [16] Xu, M., Xie, X., Lv, P., Niu, J., Wang, H., Li, C., et al. (2019) Crowd Behavior Simulation with Emotional Contagion in Unexpected Multihazard Situations. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, **15**, 1567-1581. <https://doi.org/10.1109/tsmc.2019.2899047>
- [17] Li, J., Zhang, F., Li, M. and Li, J. (2022) An Evacuation Time Correction Method for Passenger Ships Fire Considering Passenger Panic. *IEEE Access*, **10**, 112433-112443. <https://doi.org/10.1109/access.2022.3216962>
- [18] 凤四海, 王志杰, 邓捷, 等. 引入恐慌因素的元胞自动机应急疏散模型[J]. 中国安全科学学报, 2022, 32(4): 148-154.
- [19] 董姗姗. 突发灾害下应急物资调度网络级联故障建模与恐慌情绪对公众物资需求的影响[D]: [硕士学位论文]. 杭州: 浙江工商大学, 2021.
- [20] 王亚澜. 公共卫生事件下网民恐慌情绪临界转变的识别与预测[D]: [硕士学位论文]. 大连: 大连理工大学, 2021.
- [21] 董苏雅拉图. 证券市场中具有流动性人口特征的恐慌情绪传播模型[J]. 系统科学与数学, 2021, 41(10): 2919-2931.
- [22] Alsalat, G.Y., El-Ramly, M., Aly, A. and Said, K. (2018) Detection of Mass Panic Using Internet of Things and Machine Learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, **9**, 320-329. <https://doi.org/10.14569/ijacsa.2018.090542>