

# 危化品道路运输事故应急响应协同机制研究

韩 雪 (上海市安全生产科学研究所, 上海 200233)

**摘要:** 近年来危险化学品(以下简称“危化品”)道路运输量持续攀升,事故率随之上升,给人民群众生命财产安全带来巨大风险。为研究危化品道路运输事故应急响应协同机制,本文以2020年浙江温岭“6·13”液化石油气运输槽罐车爆炸事故(以下简称“6.13事故”)为例,运用文本挖掘与社会网络分析法,提炼出67个响应主体,构建网络拓扑结构,分析发现应急响应协同网络存在粘性弱、跨层级联动不足、压力分布不均等问题,并提出针对性优化对策建议。

**关键词:** 应急响应协同; 危险化学品; 社会网络分析; 文本挖掘

**中图分类号:** X931 **文献标识码:** A **文章编号:** 1674-5167(2026)005-0159-03

## Research on the Collaborative Mechanism for Emergency Response in Road Transport Accidents Involving Hazardous Chemicals

Han Xue (Shanghai Institute of Work Safety Science, Shanghai 200233, China)

**Abstract:** In recent years, the volume of road transportation of hazardous chemicals has continued to rise, accompanied by an increase in accident rates. This phenomenon posed substantial risks to public safety and property. To study the collaborative mechanism for emergency response to transportation accidents of hazardous chemicals, this paper takes the Zhejiang Wenling tanker explosion as an example. By employing text mining and social network analysis methods, it identifies 67 response entities, constructs a network topology, and reveals issues such as weak cohesion, insufficient cross-level coordination, and uneven pressure distribution within the emergency response collaborative network. Targeted optimization strategies and recommendations are then proposed.

**Key words:** Emergency Response Collaboration; Hazardous Chemicals; Social Network Analysis; Text Mining

### 1 研究背景

#### 1.1 危化品道路运输现状

随着工业化进程的推进,我国危化品运输总量近年来保持稳步增长的趋势。其中,危化品道路运输在整体运输方式中占据主导地位,占比高达70%<sup>[1]</sup>。危化品道路运输货物日渐多样化,除了易燃易爆、有毒有害、腐蚀品等传统化工产品,还有锂电池、钠电池和生物燃料等新兴工业产品。这不仅增加了危化品道路运输的风险性,也给相关事故的应急响应工作带来了挑战。

#### 1.2 我国应急响应机制现状

2018年我国机构改革后,应急响应机制随之调整<sup>[2]</sup>。2024年新修订的《中华人民共和国突发事件应对法》对“管理与体制指挥”加以界定,要求完善“党委领导、政府负责、部门联动、军地联合、社会协同、公众参与”的治理体系,意味着我国的应急响应机制正从分散管理、单一应对向综合协同治理转变。

本文基于文本挖掘和社会网络分析法,结合实际案例,对危化品道路运输事故应急响应协同机制展开分析,并给出对策建议。

### 2 实例分析

#### 2.1 事故简述

2020年6月13日16时41分许,浙江温岭沈海

高速温岭段温州方向温岭西出口下匝道处,一液化石油气运输槽罐车过弯道未及时制动侧翻,罐体解体,液化石油气泄漏、气化、扩散后发生蒸汽云爆炸,致20人死亡、24人重伤,直接经济损失9477.815万元<sup>[3]</sup>,这是一起重大生产安全责任事故,造成严重负面影响并引发广泛关注。事故发生后,国务院、浙江省、台州市、温岭市四级政府迅速响应,公安、建设、消防、卫生等多部门协同,专业救援队伍、社会力量广泛参与。

#### 2.2 分析方法

文本挖掘是一种能够从大量原始文本中提取出重要信息的数据挖掘技术<sup>[4]</sup>。本文应用文本挖掘技术,深入分析“6.13事故”调查报告、政府公告、新闻报道、社会宣传等文本资料,提炼出危化品道路运输事故应急响应过程中的响应主体67个,分别用单位或组织名称字母缩写代表,如表1所示。

运用社会网络分析方法,将应急响应过程看作一个网络模型<sup>[5]</sup>,响应主体为网络中的“节点”。响应主体之间的指令传递、情报流通以及物资传输等互动关联,为网络中的“边”,基于Python软件构建网络拓扑结构,如图1,分析危化品道路运输事故应急响应协同机制。

#### 2.3 应急响应网络整体结构分析

①网络粘性分析。网络粘性体现了网络中各个节

表1 “6.13事故”应急响应主体及其组织简称(部分)

| 序号 | 组织名称  | 组织简称 | 序号  | 组织名称      | 组织简称   |
|----|-------|------|-----|-----------|--------|
| 1  | 国务院   | SC   | 8   | 浙江省应急管理厅  | ZJDEM  |
| 2  | 应急管理部 | MEM  | 9   | 温岭市消防救援大队 | WLFRC  |
| 3  | 公安部   | MPS  | 10  | 浙江省卫生健康委  | ZJHC   |
| 4  | 交通运输部 | MOT  | 11  | 台州医院      | TZHC   |
| 5  | 浙江省政府 | ZJPG | 12  | 温岭市蓝天救援中心 | WLBSRC |
| 6  | 台州市政府 | TZPG | ... | ...       | ...    |
| 7  | 温岭市政府 | WLPG | 67  | 良山村志愿者    | LSZYZ  |

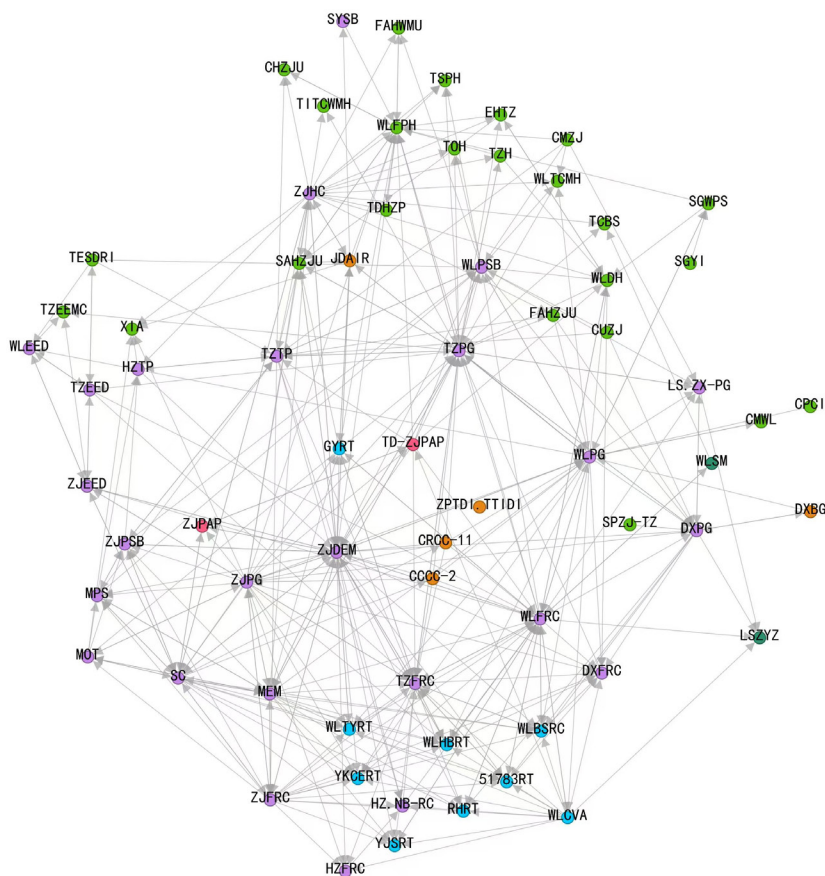


图1 “6.13事故”应急响应协同网络可视化效果图

点彼此依赖、相互作用的强弱程度,可由网络密度、捷径距离和网络凝聚力三项指标衡量。其中,网络密度用于评估节点之间联结的紧密状况,其数值越大,各个组织之间的互动就越频繁;捷径距离指的是网络中任意两个节点之间的最短路径长度,该数值越小,表明节点间的沟通效率越高、响应速度越快;凝聚力是在捷径距离的基础上,对网络整体凝聚状况进行衡量的指标。

“6.13事故”应急响应协同网络密度为0.0900,接近于0,这说明整体网络较为松散,仅有9%的节点存在直接连接,各主体之间的协作程度较低。网络捷径距离为2.4219,这说明在应急响应协同网络中,任意两个节点平均需通过2.42个中间节点才能建立联系。平均聚类系数为0.3353,说明任意节点的邻居节

点之间有平均33.53%的概率存在直接连接,网络中存在一定局部聚集,但整体凝聚力较弱。

②度中心性分析。度中心性能够反映与节点直接连接的邻居数量,通常用来表示网络中节点的重要性。在应急响应协同网络中,度中心性高的节点通常承担信息汇聚与分发、资源调配等核心职能。度中心性分为入度中心性和出度中心性。入度中心性较大表明,在协同网络中节点较多地从其他节点获取资源、接受命令、接收信息。出度中心性较大表明,在协同网络中节点较多地向其他节点输送资源、发送命令、传递信息,在协同网络承担指挥、协调的角色。

在“6.13事故”应急响应协同网络中,浙江省应急管理厅、台州市政府、温岭市消防救援大队入度中心性位列前3,数值分别为5.959%、5.181%和5.181%。这说明地方基层组

织在实际应急响应、灾害救援和医疗救治中承担重要任务。浙江省应急管理厅、浙江省政府、浙江省卫生健康委出度中心性位列前3,数值分别为6.995%、5.959%、5.440%。这一结果与我国重特大事故应急响应实际情况相符,此类突发事件通常由国务院及地方政府组建应急救援指挥中心,在应急响应中担任主导性角色。而台州市级医院、电信公司、志愿者、保险公司等节点出度中心性或入度中心性为0.000%,表示这些响应主体处于响应网络的末端,仅与其他节点存在单向关联,未形成多向协作关系。

③中介中心性。中介中心性能够衡量节点控制信息或资源流动的能力。若一个节点频繁出现在其他节点对的最短路径上,则该节点对网络连通性的控制能力越强,介数中心性越高。

浙江省应急管理厅节点中介中心性分值最高(18.173%%),说明其在全省应急响应网络中占据绝对核心枢纽地位。作为省级应急管理部门,它不仅是跨区域、跨部门应急资源与信息的中转站,更是统筹协调全省应急行动的关键节点。台州市政府的中介中心性分值位列第二(15.530%%),说明其在台州市域应急响应中承担关键协调角色,是连接省级应急资源与基层执行单元的重要桥梁。温岭市消防救援大队的中介中心性分值排名第三(11.891%%),表明其在基层应急响应中是专业救援力量的核心,直接参与一线事故处置与生命救援。民间救援队伍、市县级医院和部分参与救援的企业组织中介中心性低于1%%,说明这些单位和组织处于本次应急响应行动结构的边缘位置。

## 2.4 存在的问题

当前,我国应急响应协同机制在法律体系和组织架构上已基本形成政府主导、多部门联动的基本框架,但依据实例分析结果,仍存在应急响应协同效率不足的问题:一是跨层级联动不足。在应急响应过程中,省级政府组织处于响应的关键节点,而属地政府参与度相对薄弱。跨层级、跨区域单位之间仍存在沟通壁垒,应急响应结构扁平化程度不足;二是应急响应压力分布不均。从专业领域来看,应急、消防、医疗等核心节点承担主要协调功能,但过度集中可能导致局部节点任务职责过重,形成信息、物资和指令的传播瓶颈,增加了局部节点失效导致整个协同网络瘫痪的风险性。而有应急救援能力的企业、专业救援团队、志愿组织等社会救援力量处于响应网络的边缘位置,未充分与政府组织建立紧密合作关系,专业技能未得到充分发挥。

## 3 应急响应机制提升建议

### 3.1 推动矩阵式模块化应急队伍建设

加强矩阵式应急响应协同组织架构建设,缩短指令传递、信息沟通、资源调配的路径,从而提升整体响应效率与资源利用效能。纵向职能线以应急指挥中心为核心,设立人员搜救与医疗急救、物资保障、交通管制、环境污染防控与监测、专家决策等专业化模块,确保应急响应的职能分工明确。横向工程线按事故类型或危化品类别划分工程任务组,每个任务组由跨职能人员组成,负责特定场景的应急处置。定期开展联合推演与实战演练,强化协同默契。

### 3.2 数字化赋能应急响应协同体系

以城市安全风险综合监测预警平台建设为契机,坚持数字赋能,构建跨部门数据共享机制。通过制定统一的数据接口标准与安全规范,打通交通、应急、消防、卫健、气象等行业部门信息壁垒,实现风险数

据实时汇聚与动态更新。依托数据共享平台,可在突发事件发生时直接向所有相关应急成员单位同步下达指令,省去跨部门协调、逐级报告等中间环节,实现应急响应的扁平化指挥与快速应对,进而提升应急响应协同网络的凝聚力。

### 3.3 促进多元化社会力量共同参与

建议推动具备专业能力的社会救援力量深度融入政府应急管理网络。鼓励优质企业、专业救援机构及志愿组织等社会力量与政府应急管理部门签订战略合作协议,建立常态化的应急响应联动机制,实现专业人员互通互援、技术装备互补共享的协同格局。多元化力量协同参与不仅能够有效分散应急压力,降低局部节点的任务负载,更能依托社会资源的灵活性与专业性,形成“政府主导+社会补充”的应急响应合力,构建与经济社会发展相匹配、高效合理的应急响应体系。

## 4 结论和展望

本文以“浙江温岭6.13事故”为分析案例,应用社会网络分析方法对应急响应协同网络展开分析,系统探讨危险化学品道路运输应急响应协同机制存在的问题,并提出了对策建议。但本次研究仅考虑了危化品的单一影响,未考虑相关的次生衍生灾害。实际上,若危险化学品事故与高温、暴雨、大风等气候灾害同时发生,泄漏的危险化学品将迅速扩散,加剧对周边人员、环境的影响,导致事故后果严重性进一步提高。未来,可在“事故—气候灾害—次生污染”复合型风险模型框架下进一步开展研究,系统评估多灾种叠加下的应急资源调配、信息共享及跨部门联动效能。

### 参考文献:

- [1] 胡小敏,张欢. 化工企业危险化学品运输储存安全管理及事故应急管理措施[J]. 产品可靠性报告,2025,(10):204-205.
- [2] 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):pp.135-139, 152.
- [3] 郭旭. 关于危险化学品道路运输承包商安全管理的探讨[J]. 化工安全与环境,2024,37(06):48-49+55.
- [4] 郑秀梅,田晓康,柳青等. 通用航空事故致因文本挖掘和社会网络分析[J]. 安全与环境学报,2024,24(2):pp.602-609.
- [5] 汤敏,刘斌,李仕明等. 基于社会网络视角的突发灾害应急响应合作者关系网络分析——以“6·24”叠溪滑坡灾害为例[J]. 运筹与管理,2021,30(4):103-108.

### 作者简介:

韩雪(1990-),女,江苏扬州人,上海市安全生产科学研究所,硕士,研究方向:城市安全风险评估与城市安全大数据分析。