

· 研究进展 ·

“非常规突发事件应急管理研究” 重大研究计划结题综述

范维澄^{1*} 霍红² 杨列勋^{2*} 翁文国¹ 刘铁民³ 孟小峰⁴

(1. 清华大学公共安全研究院, 北京 100084; 2. 国家自然科学基金委管理科学部, 北京 100085;
3. 中国安全生产科学研究院, 北京 100012; 4. 中国人民大学信息学院, 北京, 100872)

[摘要] 本文综述了国家自然科学基金委员会“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划的系统研究成果。重点涵盖了在“非常规突发事件的信息处理与演化建模”、“非常规突发事件的应急决策”、“紧急状态下个体和群体的心理与行为反应规律”等3个方面所取得的突破性创新进展。简要展望了中国社会应急管理领域发展态势与前景, 特别是应当发挥学科交叉的优势, 在管理机制、应对模式以及技术革新上实现跨越式发展, 开辟韧性社会研究的新方向。

[关键词] 重大研究计划; 非常规突发事件; 应急管理; 综述

突发事件是指在短时间内突然发生, 对社会与公众生命财产产生严重负面影响的事件, 可以表现为自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件等, 而非常规突发事件特指事件发生前兆不充分, 并表现出时间稀有性、时间紧迫性、后果严重性等明显的复杂性特征, 采用常规管理方式难以应对处置的突发事件。现代文明社会是由人类与自然组成的耦合系统, 呈现出复杂巨系统的典型特征, 越复杂的系统往往越脆弱, 近年来非常规突发事件呈高频次、多领域发生的复杂态势更突显出现代社会对科学的应急管理的迫切需求。同时, 政府的职能转型要求提升对突发事件的应急管理能力, 科学的应急管理有助于提高政府的执政能力, 是实现现代化建设的快速发展条件下社会安全和稳定的必要保障。因此, 非常规突发事件应急管理研究的发展涉及国家安全与国家应急管理决策, 是基于公共安全战略的提升, 转变政府职能、提高执政能力的重大需求。

1 项目实施情况

1.1 立项背景

我国处于经济高速发展的社会转型期, 人口众

多和经济发展不平衡, 使得社会利益关系错综复杂, 社会不稳定因素增多, 新情况新问题层出不穷。计划立项前发生的突发事件, 如2003年SARS的首次出现和蔓延、2008年中国南方雨雪冰冻灾害的意外广泛影响、2008年中国汶川特大地震及其后续影响、2008年中国三鹿奶粉事件产生的社会冲击、2008年西藏拉萨3.14事件; 计划实施中出现的突发事件, 如2009年新疆乌鲁木齐7.5事件、2011年利比亚撤侨、2011年温州动车事故、2012年北京特大暴雨灾难、2014年上海外滩踩踏事件、2015年天津滨海新区爆炸事故等体现出频发的突发事件使得应急管理研究成为国家的重大需求, 迫切需要针对非常规突发事件应急管理的创新思考。党的十六大以来, 我国政府全面加强了应急管理工作, 2006年1月, 《国家突发公共事件总体应急预案》公布, 全国应急预案体系基本形成, 2007年8月, 国家颁布了《突发事件应对法》, 逐步形成了以该项法案为核心的应急管理法律体系框架, 2007年党的十七大报告中要求“坚持安全发展, 完善突发事件应急管理机制”, 2008年政府工作报告指出“要加强应急体系和机制建设, 提高预防和处置突发事件的能力”。计划立项前相关研究主要部署在技术和工程层面, 对应急管

收稿日期: 2018-01-31; 修回日期: 2018-02-27

* 通信作者, Email: yanglx@nsfc.gov.cn

理的科学问题研究较少,针对“预测-应对”型研究较多,对“情景-应对”型没有给予高度重视,缺乏支撑应对决策环节的应急管理科学系统研究,且针对跨学科的研究比较薄弱。本研究计划的立项以应急决策环节为核心组织交叉学科研究,将“国情特征”作为非常规突发事件应急管理研究的基本参量,并考虑特殊的研究约束条件:实时性、极端环境、资源紧张、信息缺失或过载、心理压力、利益冲突、系统结构复杂,将多学科的研究成果综合集成到非常规突发事件应急管理体系之中,为国家应急管理决策提供坚实的科学基础。

1.2 总体科学目标

“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划通过相关多学科的观测、实验和理论创新与综合集成,着重研究非常规突发事件的信息处理与演化规律建模,非常规突发事件的应急决策理论,紧急状态下个体和群体的心理反应与行为规律,总体科学目标为^[1]:

(1) 集成多学科的观测、实验和理论成果,形成对应急管理中的核心环节——监测预警与应对指挥——的客观规律的深刻科学认识,并提供科学方法;

(2) 在非常规突发事件应对方式上有所突破,构建“情景-应对”型非常规突发事件应急管理的理论体系,增强应急管理科技的自主创新能力;

(3) 提高国家应急管理体系(包括应急平台/预案体系)的科学性,为国家高效有序应对非常规突发事件提供决策参考;

(4) 构建应急管理交叉学科,培养应急管理创新型人才,在国际应急管理科学领域居于重要地位。

1.3 总体布局和实施思路

根据本研究计划的研究目标和科学问题,共资助培育项目 91 项,重点支持项目 25 项,集成项目 4 项,资助项目共计 120 项。其中,重点项目和培育项目围绕 3 个关键科学问题划分:非常规突发事件的信息处理与演化规律建模,非常规突发事件的应急决策理论,紧急状态下个体和群体的心理与行为反应规律。

鼓励不同项目间开展实质性的多学科交叉,设立 4 项集成项目:(1) 非常规突发事件动态仿真与计算实验系统集成研究,重点突破非常规突发事件动态仿真与计算相关的科学和技术问题,构建人工社会模型、优化算法进而开展仿真推演;(2) 突发事件应急预案与应急准备集成研究,重点突破应急预

案体系与应急准备体系的相关的理论和科学问题,提供应急预案编制及修订指南以及完成相关的决策理论、系统和实践验证;(3) 国家应急平台体系基础科学问题集成升华研究,重点围绕模型推演、数据融合、案例推演、心理行为演化,构建“情景-应对型”应急决策理论方法,围绕网络集成、计算集成、应用系统集成三个方面进行数据集成、模型集成和心理行为集成研究;(4) 非常规突发事件应急管理总集成升华研究,在三个集成项目成果的基础上,建立了一个总集成平台,可与国家应急体系的相关平台进行对接,如国家应急平台体系、国家应急预案体系等,该集成平台能研发、集成、验证最新的基础研究成果,直接服务于国家应急体系。

2 项目研究取得的主要成果

在该计划实施的 8 年期间,参研人员获得国家奖励 5 项,其中国家科技进步一等奖 1 项,国家科技进步二等奖 4 项;国际学术奖 3 项;省部级奖励 30 项,其中一等奖 12 项,二等奖 18 项。共发表期刊文章 2 952 篇,其中包括国际期刊论文 1 143 篇,国内核心刊物 1 433 篇,申请国内发明专利 98 项,授权 72 项,申请国外发明专利 4 项,授权 1 项。参研人员中 1 人当选为国家自然科学基金创新研究群体负责人;5 人成为长江学者特聘教授,6 人获得国家杰出青年科学基金资助。组织国际会议 73 次,国内会议 150 次;在国际会议做特邀报告 47 次,在国内重要会议做特邀报告 152 次。

该计划实施过程中认真贯彻“有限目标、稳定支持、集成升华、跨越发展”的指导思想,以国家公共安全发展形势与需求为导向,紧密结合国家安全和公共安全的重大战略规划,着力解决非常规突发事件的共性关键科学问题,突出基础研究的特点和对国家战略需求的支撑作用;分别在三个核心科学问题的相关研究方向上,取得了创新成果和重要影响力,同时,总集成项目的设立和成果实施,制度政策与技术手段结合,实现了发散成果的集成创新升华;为未来应急管理研究的深化和拓展,为国家公共安全治理体系和治理能力现代化提供了科学支持。

2.1 非常规突发事件的信息处理与演化建模

(1) 大规模应急云服务体系。提出了三元世界概念,形成了信息-物理-社会融合的信息分析构架,完成面向非常规突发事件应急管理的云服务体系和关键技术的研究,并从食源性疾病应急管理典型

案例需求出发,研究了适应应急管理的云服务体系的层次结构、各层次的构成、核心组件及其关系等,形成了适合我国国情的完整应急管理云服务体系理论和方法,支持应急管理决策的共性需求;突破了云-端应急数据快速感知、海量应急信息的柔性可扩展云处理、支持应急决策的集成式时空分析与可视化、云服务平台中应急管理系统快速构建等关键技术的研究;形成了非常规突发事件应急管理云服务平台的建设(图1),支持快速汇聚移动信息、网络舆情以及跨部门数据的获取,应急模型的动态部署和特定应急管理系统的快速构建^[2-7]。研究成果将提升应急管理中海量信息管理与决策支持能力,为集成升华平台提供新的技术解决方案和应急管理应用模式。

(2) 主动感知与应急指挥的物联网方法。基于应急物联网数据存储、情报深度挖掘、统一应急指挥调度技术的革新,构建面向非常规突发事件主动感知与应急指挥的物联网技术与系统,重点突破异构传感器流式时空相关数据的统一数据库模型、物联网海量传感器数据存储、基于物联网的突发事件分布式主动感知、应急资源统一时空管理、基于时空逻辑的统一指挥等关键技术,研制相应的应急物联网实验系统并部署典型应用^[8-11]。研究成果对于在第一时间内探测非常规突发事件的发生、迅速整合合理的应急资源并进行一体化的应急指挥与调度、最大限度地降低灾难的后果具有重要的意义。

(3) 重大传染病事件演化规律建模。提出人工系统与计算实验相结合的“情景-应对”型应急管理方法——基于人口与社会网络的计算建模,结合传染病时空传播及社会动力学等模型(图2),采用多智能体技术构建人工系统。建立公共卫生事件与舆情事件相互诱导、衍生及耦合 SAT-GERTS 网络转化模型并设计其求解算法,在此基础上,开发一类公共卫生事件与舆情事件相互诱导、衍生、转化等的情景推演软件,包括舆论传播中的 Agent 模型、舆论传播中的信息描述模型、舆论传播仿真模型、以及提供统计性个体属性数据、网络舆论事件数据等能够支持舆论模型的参数设置,达到理论与实践、方法与技术相结合,发挥舆论的社会预警与应急管理等功能^[12-18]。利用涌现的计算实验方法来研究非常规突发事件中社会网络的结构演化规律及其应急处置策略的影响。

(4) 重大网络舆情事件在线监测预警模型。突破非常规突发事件在线应急感知、预警与危机情报

导航的社会计算方法,全面完成了在线危机情报的抽取与标准化技术、多源危机情报智能分析与态势研判技术、动态危机情报网上一网下交互机制、在线异常探测与预警、动态危机情报导航与在线协作、在线危机指挥控制的组织设计与优化等技术的研究任务,并对提出的各种方法理论和原型以高校网络舆情作为应用示范进行了实践和验证^[19-24]。

2.2 非常规突发事件的应急决策

(1) 应对决策预评估系统。构建非常规突发事件应急处置的全过程动态评估模型,研究原生事件、次生事件和衍生事件链的演变机理和突变条件。围绕气象灾害的应对,提出了一种结合先验知识和观测数据的气象因子时空分布估计与危险性分析方法,并针对气象灾害防御方案,提出了基于场景元的表达和推演模型,并提出了以方案执行行为和效果

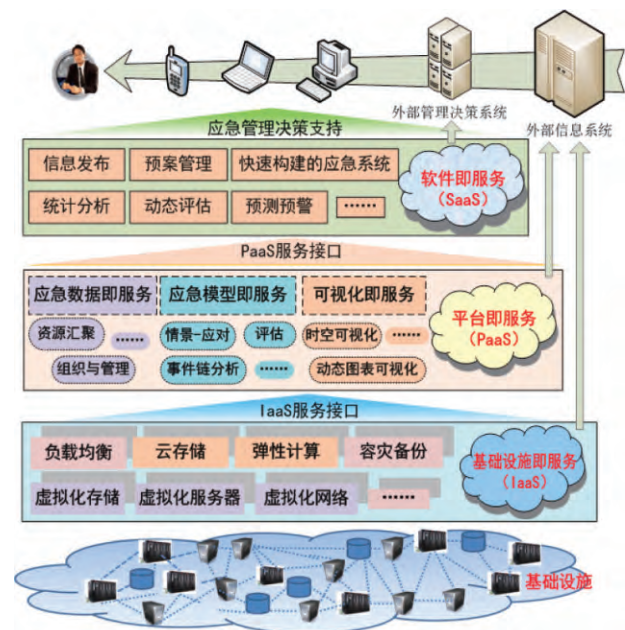


图1 应急管理云服务体系架构

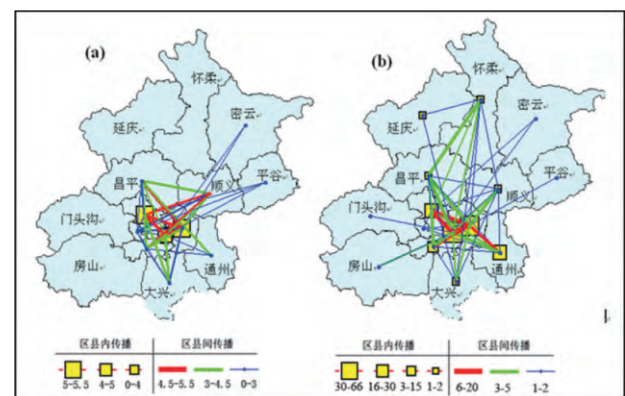


图2 北京市甲流疫情-网上网下映射

为导向的应急方案预评估模型^[25-27]。突破快速灾情评估方法、多源信息共享交换与融合方法、实时信息和数据挖掘的多阶段多目标应急方案的动态生成方法、应急方案效果评估与动态调整方法,为集成升华平台的研究提供理论支撑^[28-30]。

(2) 应急群决策模型。突破多部门应急决策协调机制、协作规划的理论与方法和应急协同决策模拟系统的关键技术,建立多属性智能应急决策理论,构造多阶段智能动态应急决策理论^[31],构建不确定性多准则智能应急决策模型,解决了不完整信息下多准则应急决策问题;利用多准则群决策思想,构建了基于距离的多人多准则群决策模型(图3),并从协调机制层、协作规划层、综合模拟层三个层面的研究,形成和检验合理的非常规突发事件应对方案,大大丰富和发展决策理论与技术,为应急管理决策部门提供有益借鉴^[32]。以三峡区域洪水灾害应急响应为背景开发综合防洪应急协同决策原型系统。

(3) 中国应急管理体系顶层设计。综合运用系统论、现代组织理论和制度变迁理论,揭示了影响制度演变的事件推动模式和技术推动模式,实证调研发现应急管理体制运行现状及问题,初步构建了比较完整的应急预案体系,并逐步开始预案更新和升级的探索,提出了下一代应急管理体系的顶层设计和模式重构的思路与建议(图4)。设计和建立了政府应急办以及安全生产应急机构建设情况数据库和主要应急管理人员个体对应急工作评价的数据库、案例搜索引擎网站和演练平台以及报警和电子足迹数据库,解决了不确定性极高的应急管理需求和较为确定的组织模式之间的矛盾^[33-34]。

(4) 应急管理运作优化方法。基于应急预案管理的应急决策优化与协同机制研究,对应急预案管理中关键应急运作决策进行动态优化,并构建应急协同机制促进协同执行;确立了非常规突发事件应急决策的总体框架,得到了应急决策科学模型与应急协调的系列机制,促进了地方应急管理的科学化,解决了应急预案启动、动态应急方案形成、应急协同机制等科学问题。

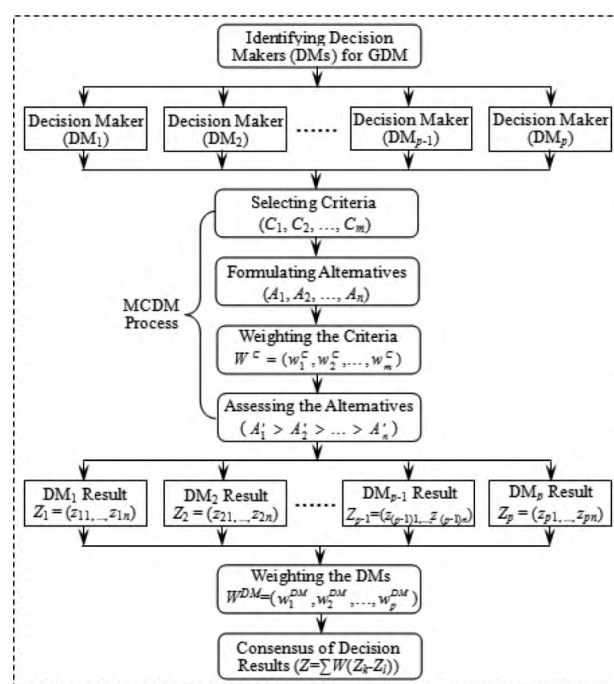
(5) 基于情景推演的决策支持。建立历史案例和事件实时信息的融合机制及事件特征信息挖掘的技术方法,设计面向应急决策者需求的案例推演流程及案例库效用评估模型,揭示人机交互条件下基于案例推理的“提示-顿悟”机理,以人工智能技术方

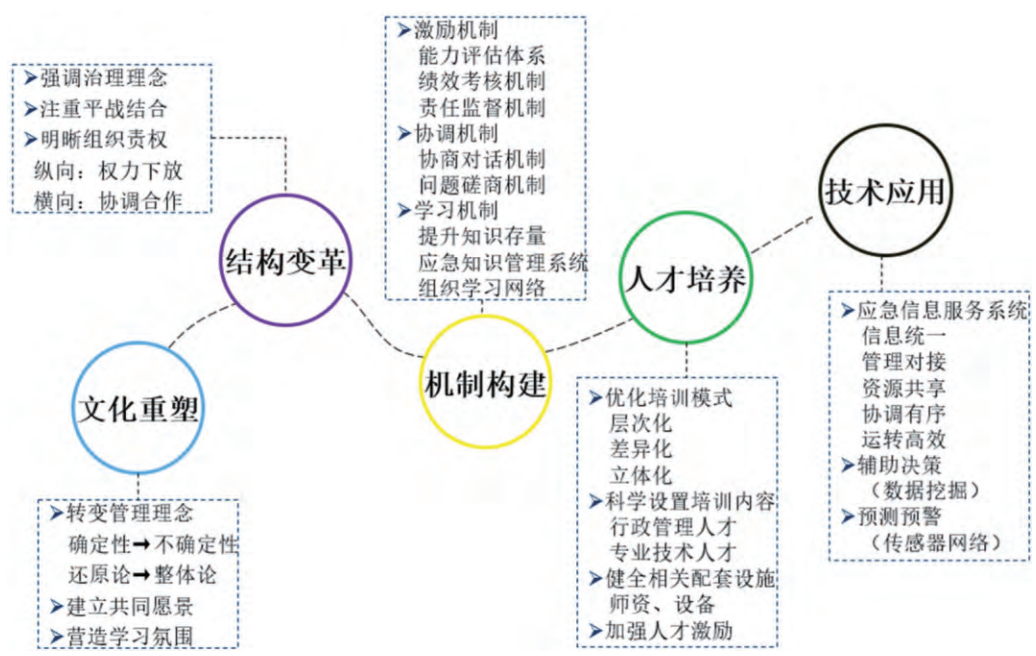
式实现应急平台决策需求和案例推理过程的动态交互,实现基于案例推理的应急决策支持系统与应急平台的功能整合。

(6) 应急资源保障与协调优化模型。完成基于组群信息刷新的非常规突发事件资源配置优化决策研究,构造非常规突发事件资源配置优化决策模型,并评估各配置优化模型的效率及其社会公平性^[35]。选取随突发事件演化而变化的、影响应急资源配置决策的关键信息作为决策模型的组群信息,设计具有 GIU 特性的随机运筹优化方法,分析比较各应急资源配置优化模型的可行性、效率与公平性,为非常规突发事件应急资源配置体系的建立与实施提供依据和政策启示^[36]。

2.3 个体/群体行为反应

(1) 危机环境中身心互动效能模型。探讨在应激与耗竭条件下个体心理系统的变化规律,并分析心理系统对生理系统的某些特定的影响路径,构建危机情境中个体与群体的身心互动效能模型(图5),为研究危机下个体及群体心理问题提供了一个新视角,发现并验证了“利他的自激励效应”、揭示了危机情境中认知与行为的特殊规律;从事先干预的视角,以全新思路提升民众危机应对的能力,尤其对于解决危机中因利己动机引发的冲突、慢性疼痛等问题有新的突破,可为国家非常规突发事件应急管理平台建设标准化工具库提供直接支持^[37]。





(2) 基于生理-心理-行为耦合的风险认知。创新性地提出了“氛围-个体-群体”和“生理-心理-行为”三个层面形成耦合与交互关系，研究非常规突发事件下个体的认知与情绪过程，揭示群体行为规律，形成模块化干预方法。探讨从众和反从众的神经机制，以及基于多 agent 计算仿真的口碑传播机制，形成面向实际管理应用的干预模块，通过模块组合达到有效疏导群体，预防次生灾害、化解危机的目的^[38-39]。

(3) 突发事件的群体心理反应特征、演化规律。结合突变理论和情绪控制理论，提出了常规事件演化为非常规事件的突变理论构建；在个体处于紧急情景时，前额叶无法控制杏仁核的情绪反应，是使得个体转向非理性行为的认知神经机制；在群体水平，控制变量中的某些因素会促发群体事件中的主体由非暴力向暴力对抗转变^[40-41]；充分分析了人群行为规律和风险特点，并对此提出了一系列干预措施，包括疏导标识的优化和拥堵防控标准的制定，对于重点区域进行风险分析，并编制突发事件人群疏散预案，最终开发人群疏散智能控制系统。

(4) 大规模的群体行为检测及干预策略。系统地研究非常规突发事件中大规模人群的三个关键要素：信息、心理、疏散行为及三者的相互作用。建立了体现大规模人群特征的元胞自动机模型、跟驰模

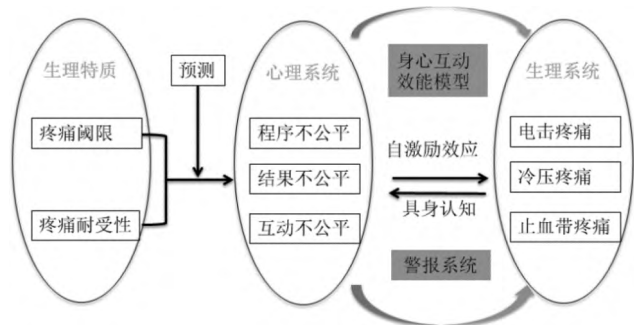


图 5 身心互动效能模型

型和力学模型，定量考虑了自驱动力、视野信息、出口条件、交通拥挤等因素，并开发了基于地理信息系统的人群疏散模拟平台。研究了危机环境下的人群合作行为以及个性特征对行为的影响及其神经机制，发现非匿名情况下，人更容易表现出的利他行为，即更可能倾向于合作互助。分析了人群运动状态，发现了人群由拥塞流到湍流的相变特征，结合人群运动的团簇特征，提出了监测人群运动状态的聚类分析方法，形成了基于人群情景模型(CCM)的人群跟踪及异常判定方法(图 6)^[42-43]。发展了大规模人群的多目标监测、预测和干预方法，形成“虚实空间协作系统”的方法体系和验证平台，在省级应急平台上开展了试用研究，为重大研究计划集成项目提供了数据库和模型库。

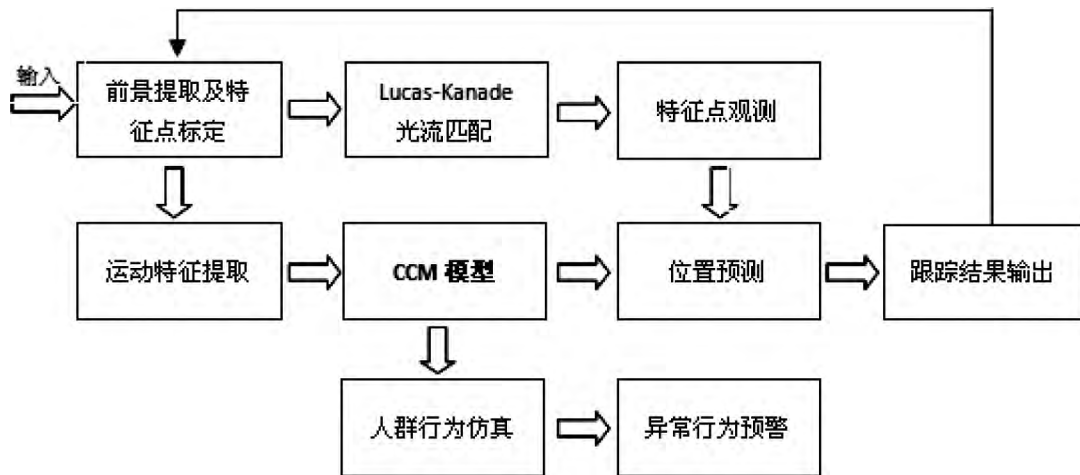


图6 基于人群情景模型的人群行为分析系统框架

2.4 集成升华平台

在信息集成、应急预案和应急平台体系三个层面分别构建集成平台,进而构建了体现国情的预防准备-模拟仿真-决策支持型总集成平台,为我国应急预案和应急平台体系壳资源提供了科学内涵,并在我国一系列重大突发事件应对和重大活动保障中发挥出重要作用。

聚焦信息处理与演化建模、应急决策、个体与群体行为反应三大科学问题,系统运用管理、信息、心理等相关学科的理论方法,通过多学科观测、实验和理论创新与综合集成。在信息处理与演化建模方面,形成面向平行应急管理的动态模拟仿真与计算实验平台,通过计算实验为总平台的决策提供特定情景的演化过程,配合总平台进行应用案例(疫情、舆情等)研究,同时也探索了与总平台集成的途径;在应急预案方面,完善我国的应急预案体系,形成了应急准备规划理论框架,构建了应急准备规划文件体系,提高了我国应急预案体系的实用性、针对性和有效性,提升了我国应急体系规划建设的科学性;在应急平台方面,主要集成多渠道(新闻、微博、社会网络)信息监控和多阶段预警(潜在事件和虚假信息识别、事件演化和关键点预警)的应急信息管理模型,构建“情景-应对型”应急决策理论方法,形成了初具规模的面向非常规突发事件的研究集群,构建了新的理论、概念,积累了新的知识、工具(图7)。

在上述3个方面研究的基础成果上,进行总集成升华,形成非常规突发事件应急管理基础科学问题与“情景-应对”型总集成升华平台,在风险理论、预测预警方法与机制、安全管理决策、应急管理方案等方面取得丰硕成果。推进了中国非常规突发事件

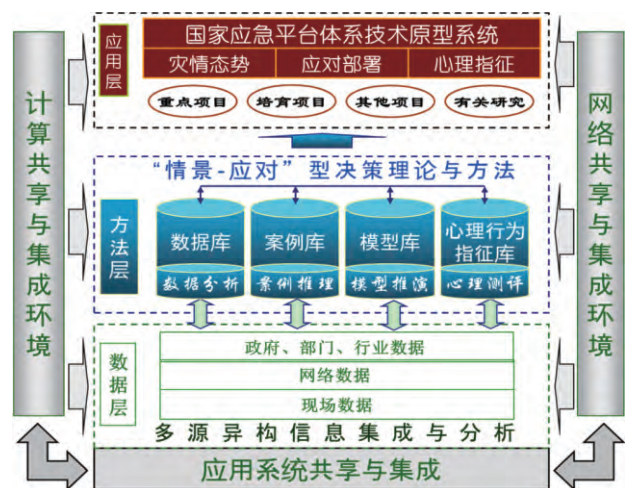


图7 “情景-应对”型应急平台集成成果

应急管理领域的跨越式发展:

(1) 在应对方式上,实现了从预测应对到情景应对的方式转变,为基于底线思维构建公共安全网络注入了科学内涵;

(2) 在应急模式上,由专注抗灾和救援走向韧性和能力提升实现了应急响应到应急准备的转变,为突发事件应急体系建设规划编制实施提供技术支持,提升了中国应急体系的科学性;

(3) 在管理机制上,提出应急决策技术支持系统集成原理与方法,实现由简单行政管理向数据驱动的复杂系统治理转变,为国家应急平台提供支撑;

(4) 在影响范围上,实现了中国方案到全球治理的转变,为世界卫生组织提供应急平台方案,牵头制定应急能力评估国际标准,为厄瓜多尔、委内瑞拉等国设计建设公共安全系统平台,提升了中国在国际应急管理中的制度性话语权。

3 展望与建议

当前,我国仍处在公共安全事件易发、频发阶段,公共安全事件总量居高不下,公共安全问题复杂性加剧,潜在风险和新隐患增多,突发事件防控与处置救援难度不断加大,维护公共安全的任务重要而艰巨。随着上述工作的开展,在非常规突发事件演变规律、风险治理理论与方法、应急准备理论与方法、监测预警技术体系与模型、典型事件的监测预警方法、灾害心理行为规律、应急指挥决策理论方法、典型事件的应急处置策略等方面取得了一系列具有重大影响的突破性研究成果。总集成平台的设立和成果实施,制度政策与技术手段结合,实现了成果的集成创新升华,增强了重大研究计划服务国家战略需求的现实可能性。本重大研究计划大幅提升了我国在非常规突发事件应急管理领域的基础研究水平。

未来的公共安全科技发展趋势是更全面的准备更准确的预测、更科学的响应和更迅速的恢复。同时公共安全科技发展将更加重视预防、应对和韧性理念,推动公共安全保障向风险可控化、预测智能化、应对高效化和保障一体化发展,针对未来发展需求,重大研究计划提出如下研究建议:

(1) 突出强调常规、未知风险识别和评估。对常规、未知风险识别和评估是实现公共安全风险预防主动管理、超前实施的发展理念及执行思路的前提和基础。一方面,针对已知和可预测的风险,从突发事件、承灾载体、应急管理三方面进行综合分析,推动风险评估的定量化和规范化,将已知灾害或风险的危险性和潜在致灾程度控制在最低限度;另一方面,针对未来新材料、新工艺、新技术的革命性发展,基于物联网、大数据、云计算、人工智能、模拟仿真、情景推演等技术构建风险预测预判工具,要在产业规划、工艺设计、政策发布、技术推广之前引入安全风险评估,考虑其与人类、环境、社会进行碰撞融合所产生的未知、模糊风险,进行理念颠覆性的预先性风险评估与预防管理

(2) 监测预警向主动感知、智能预测和预警应急联动发展。伴随现代信息技术的迅猛发展,智能化、网络化的监测预警技术和信息发布技术不断发展完善,公共安全监测预警科技将在信息技术的支持下向自动化监测判识、预警应急联动方向发展,从工程科技的发展趋势方面来看,国际上近年来公共安全监测预警科技发展的前沿问题是公共安全监测大数据应用、监测评估预警模式开发(突发事件诱导

因子识别预警)以及预警应急联动模式形成。数据分析和计算技术的提升推动公共安全监测预测预警向主动感知、智能预测、预警应急联动方向发展,基于大数据分析和大规模快速计算的预警应急联动体系成为国际趋势。

(3) 应急平台和应急装备向智能化、自动化方向发展。为应对人工智能、万物互联、信息泛在和国家战略实施对公共安全的重大需求,需构建智能硬件、平台软件和高端智库为一体的新型公共安全应急平台,建立自动化、智能化、一体化现场保障、生命救护、高机动多功能应急救援等大型或特种应急装备;建立多层次、多维度、高内聚、低耦合、自适应、自学习、安全可靠运行的平台软件系统;建立具有科学性、专业性、系统性和前瞻性公共安全智库,科学地预测、预警、预判中长期大势大局,对可能出现的危机及预期影响进行先导性分析,为公共安全提供全局性、方向性和制胜性战略。

(4) 智能化新兴技术推动公共安全与应急管理向系统性和协同性发展。随着人工智能等新技术的发展,未来智能终端为人类塑造万物互联、人机合一、全景式的数字化生活,实现人、机、云端无缝交互和全面情景感知,公共安全需求的重心由建立连接和实现语音沟通,转变为实时获取各种形式的信息内容和服务;信息泛在和无限带宽实现政府-社会-公众高度协同,引导公共安全向创新活跃、协同发展、联动融合、开放共治转变。

(5) 突发事件应对由单一化向多元协同和高效化发展。随着全球化和区域合作的发展,公共安全的国际化、地区化趋势日益明显。面向国家重点战略部署,特别是“一带一路”的提出和推进,安全的国际化、地区化趋势日益明显。“一带一路”沿线国家安全与公共安全耦合的立体化保障机制,统筹多元力量促进“一带一路”沿线国家在信息化领域的深度合作,形成利益、责任、命运共同体,实现资源深度共享,研究建立“一带一路”沿线国家安全与公共安全耦合的信息策略库、应急资源库、快速远程应急响应与救援平台体系,以“一带一路”战略部署为突破和示范,形成面向重大国家战略的系统化风险识别、分析与预警技术,形成技术与政策耦合优化的推进模式,保障国家战略的高效实施。

(6) 基于全生命周期理念的安全保障与韧性城市成为发展趋势。基于公共安全科技三角形框架(突发事件、承载载体和应急管理)和城市复杂巨系统全局观,采用全生命周期的理念对城市危化品、重

要能源和关键设施进行管控,保障城市危化品、重要能源和关键设施的持续稳定安全运行,实现公共安全的关联诊断、自动反应、自主保护、主动服务和快速恢复,全面提升城市韧性与安全保障能力应用物联网和互联网技术,将公共安全应急管理流程(风险评估与预防、监测监控预警、应急处置与救援和安全综合保障)与全生命周期管理(生产、进口、储存、运输、销售、使用和废弃)深度融合,保障城市危化品、重要能源和关键设施的持续稳定安全运行,实现城市危化品、重要能源和关键设施潜在致灾因子和运行状态全面准确监测预测预警;事故现场危险要素快速监测检验和救援以及事故后的勘验与事故重构等。

(7) 公共安全与应急管理向多行业大整合、高共享、深应用发展。随着网络信息技术日新月异,互联网+促进我国打破“信息孤岛”和“数据烟囱”,加速推进互联网与各行业的深度融合,特别在当前信息化和国际化快速推进时期,物联网、大数据、云计算等新技术助力公共安全科技发展,但也催生了新的风险隐患,给公共安全科技工作提出了新的挑战。在此背景下,公共安全单打独斗难以满足跨界融合形势下的安全需求。通过广泛采用物联网、云计算、人工智能、数据挖掘、虚拟现实等技术,整合交通、电力、水利、通信、危化品、生命线、社会舆情等行业资源,实现多元化、智能化、一体化的生活、交通、卫生、医疗、灾害等信息实时获取和共享;以及在交通安全、危化品安全、水安全、电网安全等方面实现应急联动和防控,最终实现公共安全电力、水利、通信、危化品、生命线、社会舆情等行业资源大整合、行业信息高共享和行业保障深应用。

参 考 文 献

- [1] 国家自然科学基金委员会管理科学部. “非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划规划书(研究报告).
- [2] Guo D, Zhou H, Zou Y, et al. Geographical analysis of the distribution and spread of human rabies in china from 2005 to 2011. *Plos One*, 2013, 8(8):e72352.
- [3] Li JH, Zhou YC, Shang W, etc. A cloud computation architecture for unconventional emergency management. *WAIM 2013 Workshops ((EMBD'2013))*, LNCS 7901, 2013, 6, pp. 187—198.
- [4] Zhu TG, Zhou YC, Zhang Y, etc. An Efficient Strategy of Building Distributed Index Based on Lucene. *WAIM 2013 Workshops (HardDB 2013)*, LNCS 7901, 2013, 6, pp. 40—45.
- [5] Wang YW, Zhou YC, Liu Y, etc. A grid-based clustering algorithm for wild bird distribution. *Frontiers of Computer Science*, 2013, 7(4):475—485.
- [6] Xhou YC, Tang MJ, Pan WK, Li JY, Wang WH, Shao J, Wu L, Li JH, Yang Q, Yan BP. Bird flu outbreak prediction via satellite tracking. *IEEE Intelligent Systems*, 2014, 29(4):10—17.
- [7] 黎建辉,杨风雷,崔建业,周园春,张波,巩晓东,赵红新. 全球食品安全信息监控与分析云平台架构研究. *计算机应用研究*, 2014, 31(8):2361—2379.
- [8] Pan X, Xu J, Meng X. Protecting location privacy against location-dependent attacks in Mobile Services. *IEEE Transactions on Knowledge & Data Engineering*, 2011, 24(8):1475—1476.
- [9] Ding Z, Xu J, Yang Q. SeaCloudDM: a database cluster framework for managing and querying massive heterogeneous sensor sampling data. *Journal of Supercomputing*, 2013, 66(3):1260—1284.
- [10] 丁治明, 刘奎恩. 海—云计算数据管理技术. *金融电子化*, 2013(2):36—39.
- [11] 刘兵兵, 孟小峰, 史英杰. CloudBM:云数据管理系统测试基准. *计算机科学与探索*, 2012, 06(6):504—512.
- [12] Chen H, Zeng D, Yan P. *Infectious Disease Informatics*. Springer, 2010, 21(2):418.
- [13] Wang FY, Zeng D, Hendler JA, et al. A Study of the human flesh search engine: crowd-powered expansion of online knowledge. *Computer*, 2010, 43(8):45—53.
- [14] Zheng XL, Zhong YG, et al. Social influence and spread dynamics in social networks. *Frontiers of Computer Science*, 2012, 6(5):611—620.
- [15] Luo Y, Zeng D, Cao Z, et al. Using multi-source web data for epidemic surveillance: A case study of the 2009 Influenza A (H1N1) pandemic in Beijing. *IEEE International Conference on Service Operations and Logistics and Informatics*. IEEE, 2010:76—81.
- [16] Cui K, Cao Z, Zheng X, et al. A geospatial analysis on the potential value of news comments in infectious disease surveillance. *Intelligence and Security Informatics*. Springer Berlin Heidelberg, 2011: 26—28.
- [17] Wang JJ, Cao ZD, Wang QY, et al. Using spatial prediction model to analyze driving forces of the Beijing 2008 HFMD epidemic. *Intelligence and Security Informatics*. Springer Berlin Heidelberg, 2011:94—100.
- [18] Tan Z, Li X, Mao W. Agent-based modeling of netizen groups in Chinese internet events// *Pacific Asia Conference on Intelligence and Security Informatics*. Springer-Verlag, 2011:43—53.
- [19] 方滨兴. 在线社交网络分析. 电子工业出版社, 2014.
- [20] Fang BX, Jia Y, Han Y, Li SS, Zhou B. A survey of social network and information dissemination analysis. *Chinese Science Bulletin*, 2014, 59(32):4163—4172.
- [21] Han Y, Fang B, Jia Y. Predicting the topic influence trends in social media with multiple models. *Neurocomputing*, 2014, 144(1):463—470.
- [22] Ding ZY, Zhang JF, Yan J, He L, Zhou B. Detecting spammers in microblogs. *Journal of Internet Technology*, 2013, 14(2): 289—296.
- [23] Zhang L, Yan J, Xiang Z, et al. User-level sentiment evolution analysis in microblog. *China Communications*, 2015, 11(12):152—163.
- [24] Chen Z, Yang S, Tan S, et al. A new fragment re-allocation strategy for NoSQL database systems. *Frontiers of Computer Science*, 2015, 9(1):111—127.

- [25] Bao Q, Tang L, Zhang Z X, et al. Impacts of border carbon adjustments on China's sectoral emissions: Simulations with a dynamic computable general equilibrium model. *China Economic Review*, 2013, 24(1):77—94.
- [26] Zhang X L, Su G F, Yuan H Y, et al. Modified ensemble Kalman filter for nuclear accident atmospheric dispersion: prediction improved and source estimated. *Journal of Hazardous Materials*, 2014, 280:143—155.
- [27] Zhang X L, Su G F, Chen J G, et al. Iterative ensemble Kalman filter for atmospheric dispersion in nuclear accidents: An application to Kincaid tracer experiment. *Journal of Hazardous Materials*, 2015, 297:329.
- [28] Ergu D, Kou G, Peng Y, et al. Estimating the missing values for the incomplete decision matrix and consistency optimization in emergency management. *Applied Mathematical Modelling*, 2015, 40(1).
- [29] Peng M, Peng Y, Chen H. Post-seismic supply chain risk management: A system dynamics disruption analysis approach for inventory and logistics planning. Elsevier Science Ltd, 2014.
- [30] 尔古打机, 寇纲, 杜义飞. 不完全信息下非常规突发事件应急决策缺失数据处理模型. *系统工程理论与实践*, 2015, 35(3):702—713.
- [31] Yu L, Lai K K. A distance-based group decision-making methodology for multi-person multi-criteria emergency decision support. *Decision Support Systems*, 2011, 51(2): 307—315.
- [32] Tang P, Wang HW, Chao Qi. Anytime heuristic search in temporal HTN planning for developing incident action plans. *Ai Communications*, 2012, 25(4):321—342.
- [33] Lu X, Zhong K. The Chinese emergency management system. *Crisis Response Journal*, 2012.
- [34] 薛澜. 顶层设计与泥泞前行: 中国国家治理现代化之路. *公共管理学报*, 2014(4):1—6.
- [35] 文仁强, 钟少波, 袁宏永等. 应急资源多目标优化调度模型与多蚁群优化算法研究. *计算机研究与发展*, 2013, 50(7): 1464—1472.
- [36] 王喆, 王红卫, 唐攀等. 考虑资源分配的 HTN 规划方法及其应用. *管理科学学报*, 2013, 16(3):53—60.
- [37] Lu J, Xie X. To change or not to change: A matter of decision maker's role. *Organizational Behavior & Human Decision Processes*, 2014, 124(1):47—55.
- [38] Chen M, Ma Q, Li M, et al. Cognitive and emotional conflicts of counter-conformity choice in purchasing books online: an event-related potentials study. *Biological Psychology*, 2010, 85(3):437.
- [39] Chen M, Ma Q, Li M, et al. The neural and psychological basis of herding in purchasing books online: An event-related potential study. *Cyberpsychology Behavior & Social Networking*, 2010, 13(3): 321—328.
- [40] Duan H, Yuan Y, Yang C, et al. Anticipatory processes under academic stress: an ERP study. *Brain & Cognition*, 2015, 94:60.
- [41] Carciofo R, Du F, Song N, et al. Chronotype and time-of-day correlates of mind wandering and related phenomena. *Biological Rhythm Research*, 2014, 45(1):37—49.
- [42] Wang J, Lo S, Wang Q, et al. Risk of large-scale evacuation based on the effectiveness of rescue strategies under different crowd densities. *Risk Analysis*, 2013, 33(8):1553—1563.
- [43] Lv W, Song W G, Ma J, et al. A two-dimensional optimal velocity model for unidirectional pedestrian flow based on pedestrian's visual hindrance field. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 2013, 14(4): 1753—1763.

Review of the achievements of major research plan on “Study on Unconventional Emergencies Management”

Fan Weicheng¹ Huo Hong² Yang Liexun² Weng Wenguo¹ Liu Tiemin³ Meng Xiaofeng⁴

(1. *Research Institute of Public Safety, Tsinghua University, Beijing 100084*; 2. *Department of Management Sciences, National Natural Science Foundation of China, Beijing 100085*; 3. *China Academy of Safety Science and Technology, Beijing 100012*; 4. *School of Information, Renmin University of China, Beijing, 100072*)

Abstract In this paper, the process of the Major Research Plan by National Natural Science Foundation of China entitled “Study on Unconventional Emergencies Management” is reviewed. Major achievements and breakthrough are summarized in the following three areas: “Information processing and evolution modeling for unconventional emergencies”, “Emergency decision of unconventional emergencies”, “Psychological and behavioral responses of individuals and groups in a state of emergency”. The future direction and perspective of China's social emergency management is briefly discussed, particularly on how to take advantage of the interdisciplinary research to further promote management mechanism, coping style, and technological innovation, as well as to open up a new area in the research of Resilience Society.

Key words major research plan; unconventional emergency; emergency management