

4 基金 FOUNDATION

中国科学报

编者按

关于突发事件,你记得什么?回答这个问题可能是一件暴露年龄的事。我们要说的是2008年,那一年北京举办奥运会大概是人们记忆中美好又值得骄傲的事。而同样在那一年发生的南方雨雪冰冻灾害、汶川地震、三鹿奶粉食品安全事件及西藏打砸抢烧事件,即使今天再提及,大概也会触碰到很多人心中的痛点。

而作为一群用理性思考的人,科学家看待这些突发事件时,除了被唤起的个人记忆外,也坚信这些看似毫不关联的突发事件背后一定存在一套固有规律。他们认为,在中国目前的发展目标下,如何提高对现代条件下灾害事故特点及科学规律的理解和认识,从而加强预防和处置突发事件的能力与防灾减灾能力是保障国家管理正常运行以及社会良性发展亟待解决的重要问题。

为解决上述问题,2009年2月,国家自然科学基金委员会正式启动“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划,共资助项目120余项,包括培育项目91项,重点支持项目25项,集成项目4项,资助总经费12000万元,全部资助项目已于2017年底顺利结题。

8年里,在多个学科的科学家共同努力下,该重大研究计划面向国家公共安全与危机管理重大战略需求,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,通过相关多学科的观测、实验和理论创新与系统集成,取得了系列创新性研究成果,推进了中国非常规突发事件应急管理领域的跨越式发展,为国家应急管理决策提供了坚实的科学基础。本期基金版将总结该重大研究计划取得的经验和突破性进展。



该重大研究计划成果被用于厄瓜多尔城市安全综合指挥系统(E-CU-911)。清华大学公共安全研究院供图

“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划 为国家应急管理决策提供科学基础

面向国家重大需求

2000年以后,我国进入经济高速发展的社会转型期,社会不稳定因素增多,新情况新问题层出不穷。仅2008年一年,就发生了诸如南方雨雪冰冻灾害、汶川特大地震、三鹿奶粉食品安全事件、西藏拉萨“3·14”事件等突发事件。

上述事件被科学家定义为“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。

回顾历史,从新中国成立到2003年,我国应急管理反应机制是典型的“撞击—反应”模式,现代意义的全过程应急管理体系建设处于空白状态。直到SARS的出现与蔓延让2003年成为我国应急管理体系建立的里程碑。当年,国务院办公厅专门成立了“突发公共事件应急预案工作组”,重点推动突发公共事件“一案三制”工作,“一案”指制定修订应急预案,“三制”是指建立健全应急的体制、机制和法制。

清华大学公共安全研究院教授、中国工程院院士范维澄向《中国科学报》记者介绍,到党的十六大后,我国在国家层面全面加强应急管理。例如,《国家突发公共事件总体应急预案》《突发事件应对法》、党的十七大报告等都强调了完善突发事件应急管理机制。

科学家看到,仅有顶层设计还不足以满足从根本上对非常规突发事件应急管理面临的挑战。2009年2月,自然科学基金委正式启动了“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划。启动之初,该重大研究计划便以国家需求导

向、做顶天立地的研究为理念,旨在通过多学科观测、实验和理论创新与系统集成,研究非常规突发事件的信息处理与演化规律,为非常规突发事件的应急管理提供科学理论支撑。

“过去的哪一年没有一些突发事件?自然的、社会的、政治的、经济的,所以公共安全建设对于构建和谐社会、推动全面小康建设,乃至于中华民族的伟大复兴都具有非常现实和深远的意义。”习近平总书记曾在视察清华大学公共安全研究院时的重要讲话,让作为该重大研究项目专家组组长的范维澄感到肩负沉甸甸的责任。

历时8年,该重大研究计划于2017年年底举行了结题评估会。“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。”范维澄强调。

为“壳资源”注入科学内涵

“我们的工作为国家应急平台和预案体系的‘壳资源’注入科学内涵,直接辅助中国应急管理实践。”范维澄这样总结该重大研究计划的意义。

据介绍,该重大研究计划立项前,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。

如何从实践问题归纳出科学问题,成为该重大研究计划面临的重大挑战。

对此,范维澄在结题评估会的总结报告中介绍,基于非常规突发事件应急管理这一现实问题,科学家首先提炼出监测预警、应对指挥、两个工程问题,再分解为信息支持、决策指挥、

行为反应等三个技术层面的问题,最终聚焦为信息处理与演化建模、应急决策、个体与群体行为反应等三个科学问题。

随着研究推进,科学家对上述三个关键问题的认识日益深刻。在信息处理与演化建模上,基于“三元世界”概念的新理论,大规模应急云服务体系建立起来,结合主动感知与应急指挥的物联网方法,形成对新兴应急管理决策的数据与情报支持。

2014年,中科院计算机网络中心副研究员郭旦怀等提出层次化、模块化的可视化设计描述语言DVDL,实现的“DViz数据可视化设计服务平台”,可进行上万节点的各种基础支撑应用的分钟级快速部署。据悉,截至2017年,该平台已为各类突发事件及预警任务设计2000多个可视化应用。而重大传染病事件演化规律建模,则实现了从传染病流行病学特征到内在机理演化规律挖掘的突破。这项研究成果应用于疫情演化的“网上一网下映射”,有效预测了甲型H1N1疫情的时空演化趋势。

在应急决策方面,“应对决策预评估系统”完善了事件应急管理的动态评估理论和全过程风险防控策略,“应急群决策模型”突破多维角度下的突发事件应急响应风险决策方法,“中国应急管理体系顶层设计”推动应急管理现代化,促进政府职能的转变与简政放权。

例如,2012年,华中科技大学自动化学院教授王红卫等以三峡区域洪水灾害应急响应为背景,开发了集应对流程、决策机制、运行过程于一体的多部门应急协同决策模拟原型系统。这一系统实现了从战略决策层、战术决策层和执行行动层均可进行防洪应急响应决策的目

标,以高效制定行动方案。

在个体与群体行为反应方面,“危机环境中身心互动效能模型”的建立揭示了危机环境中个体心理与生理的互动效能,并创新性地定义了利他行为的“自激励效应”。而“基于生理—心理—行为耦合的风险认知”创造性地从“氛围—个体—群体”“生理—心理—行为”及两者的耦合三个角度,揭示群体行为规律。此外,“恐慌人群行为动力学规律”和“大规模的群体行为检测及干预策略”则为大型活动、大规模人群安全管理提供了方法技术。

该重大研究计划实施期间,科学家基于上述理论,完成了非常规突发事件下厂甸庙会(商业街)安全疏散优化、北京地铁东单站、宋家庄站、知春路站等站台的疏散设施改造,并为南京地铁、深圳地铁、广州地铁、西安地铁等制定应急预案和通道设计。

在实践中提炼出科学问题,再把科学理论应用到实践中,在该重大研究计划的支持下,科学家的工作真正践行了“知行合一”的理念,提高了我国应急管理的实用性、针对性和有效性,提升了我国应急体系规划建设的科学性。

走向世界的应急管理“中国方案”

该重大研究计划实施的8年内,共资助项目121项,包括92项培育项目、25项重点支持项目及4项重大集成项目。2009年至2011年为立项研究阶段,实行边研究边集成的创新思路。2011年完成中期评估后设立总集成项目,同时对于现实热点问题,采取“重点支持项目”的形式予以资助。

在参与该重大研究计划的科学家们看来,

上述两个阶段的项目布局,成为基础研究尽快从实验室走向实践应用的关键。

特别在综合集成方面,该重大研究计划鼓励不同项目间开展实质性的多学科交叉,基于各项目研究成果设立小集成项目,部署新项目与整合集成在研项目相结合。“非常规突发事件动态仿真与计算实验系统集成”“突发事件应急预案与应急准备集成”“国家应急平台体系基础科学问题”及“非常规突发事件应急管理总集成平台”等集成项目便是在这一思路指导下推进的。

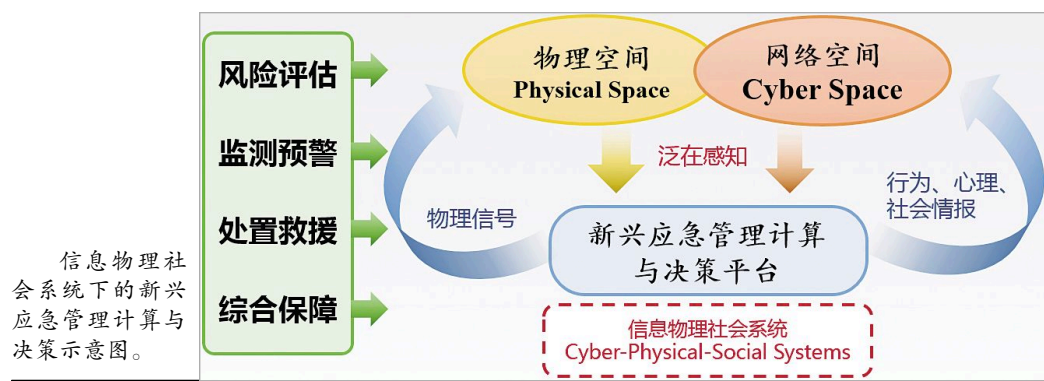
最终,科研成果为构建适合我国国情的应急管理体系奠定了基础。其中,应急管理领域的“中国方案”已向全世界输出。相关成果不仅支持了国务院应急平台、90%省级应急平台、60%地级应急平台的建设,也为厄瓜多尔、巴西等国家以及世界卫生组织提供应急平台系统建设服务。

2016年11月,习近平总书记在厄瓜多尔《电讯报》的署名文章中特别提到“在这次抗震救灾中,中国提供设备技术并负责建设的厄瓜多尔公共安全服务系统发挥了重要作用。”此外,科学家完成ISO22325应急能力评估国际标准的制定,这是在应急管理领域我国牵头完成的第一个国际标准。

“该重大研究计划支持下,中国科学家对国际事务的参与极大地提升了中国在国际应急管理中的制度性话语权。”范维澄表示。

8年里,科学家们把论文写在了祖国大地上,让应急管理基础研究走出符合国情的新路径,为国家应急平台体系和应急预案体系注入科学内涵,也在全世界范围内彰显了“中国智慧”。

新一代应急情报计算理论面向国家安全



21世纪以来,随着科学技术的跨越式发展,互联网、物联网、云计算、大数据、人工智能等颠覆性技术逐步融入人类社会的日常生活,创新科技的迭代更新与大规模普及空前猛烈地影响和改变人类社会传统的生产与生活方式,进而塑造出人类社会全新的生存形态与认知体系,推动人类的生存空间逐步从现实物理世界拓展到网络虚拟世界,形成了一个由信息空间、物理空间和人类社会三元世界并行协同发展的耦合系统,这被科学家称为信息物理社会系统(Cyber-Physical-Social Systems,简称CPSS)。

“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划科学家、中科院自动化研究所研究员曾大军告诉《中国科学报》记者,CPSS是一种新的世界体系,必须以新的视角来重新审视非常规突发事件的预防、应对、控制与管理模式,进而对传统模式下的国家和社会安全问题进行重构与重塑。

在这一背景下,2009年重大研究计划启动之初便前瞻性地进行了科技规划和部署,至2017年该重大研究计划结束,17个科研项目得到重点资助,中国科学院、清华大学、国防科技大学、北京邮电大学、中国科学技术大学、复旦大学、电子科技大学等国内几十家科研机构和高校的百余位科技工作者在这一新领域展开了全面探索,取得了丰硕成果。其中,最具代表性的科技成果是新一代应急情报计算理论与技术及其在国家和社会安全中的重大应用。

应急情报计算是指面向CPSS中突发事件的全生命周期,利用计算机、自动化、人工智能等信息技术手段,实时感知并精准抽取事件全要素信息,融合应急管理与安全领域知识,全景式深度分析事件要素,解析相关机制和原理,评估潜在威胁,以形成对新兴应急管理决策的数据与情报支持。

“在当前CPSS新形势下,发展新一代应急情报计算理论与技术,既是国家总体安全观的重大

战略需求,也是管理科学创新的重机遇。”曾大军表示。

在该重大研究计划的支持下,曾大军带领科研团队立足于CPSS新形势下国家安全的重大需求,将信息技术、社会计算、心理与行为分析与应急管理理论进行多学科交叉融合,建立了应急情报计算的基础框架,在基础理论、核心方法、关键技术和实战系统研究等方面,开展了一系列科技创新,为CPSS新形势下如何保障国家安全的问题提出了一套体系完整的整体解决方案。

应急情报计算覆盖三方面内容:感知与获取、建模与解析、管理与决策。在这三个方面,重大研究计划均取得实质性突破。其中,最具特色的典型成果是异质超网络模型。科学家们诠释并探索了复杂超网络现象背后的五大科学机制——异质机制、超网络机制、节点影响力机制、社区联合机制及危机信息释放机制,针对性地提出了数学建模方法,并在实践中得到了科学验证。

曾大军介绍,传统的突发事件应急管理方法主要基于事件要素的统计分析,属于典型的线性思维。现实中,突发事件应急管理的诸多要素,往往高度紧密地有机耦合在一起,在相互作用中协同推动事件演化,因此,应急管理需要从线性思维上升到更高维度——网络思维。异质超网络模型正是网络思维下提炼出的应急管理方法,它对于深度认知突发事件这一复杂系统具有非凡意义,是实现应急管理科学决策的一把钥匙。

应急情报计算理论因CPSS新形势下如何保障国家总体安全问题而提出,具有很强的实战价值。“互联网舆情管控系统”“开源情报分析系统”“知识百科与情报图谱系统”三大应用系统,以及“智慧云计算平台”“互联网大数据云平台”两大平台便是该理论与国家实战业务结合的产物,在互联网上为守护国家安全主权、稳定社会发展做出了突出贡献。

探究应急管理过程中人的心理与行为规律

非常规突发事件造成的灾难性后果,将导致人的心理和行为异常。民众处于强烈的心理应激状态下会做出各种非理性行为,甚至与事件的影响耦合引发次生灾害。

在科学家看来,从突发事件演进的主要规律出发,确定各节点上个体、群体信息收集、决策和执行要素及认知、情绪变化,探究事件发生的全过程中人的心理和行为规律成为应急管理中的关键问题之一。

在国家自然科学基金委员会“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划的支持下,北京大学心理与认知科学学院教授王奎带领研究团队通过生物—心理、个体—群体和决策—执行者三大视角开展探索,获得应急管理心理与行为层面一系列成果,提高了中国应急管理的基础研究水平和管理水平。

在生物—心理视角,研究人员应用质性和量化、现场调查与实验室研究相结合的方法,从个体和群体两个层面,探索非常规突发事件后直接受灾民众、救援人员和外围群众的心理行为反应特点及其内部机制。在个体—群体视角,提出应激效应,这被视为生理系统和心理系统互动的典型结果,即利他不仅为助人者带来长期的回报,而且带来了即时的正性反馈。在决策者—执行者视角,开展了首次构建中国1998年到2012年的社会动荡指数,利用大脑皮层的深度可塑性提高个体灾难应对能力,利用生物激素手段帮助灾后个体重构信念、重塑心态等。

同时,研究团队还对上述科学研究成果进行了应用推广,取得了心理与行为指标库、心理—地理信息库、知识库、案例库和防范机制与应对体系等“四库一体”的应用成果,为应急决策提供重要参考信息。

其中,心理与行为指标库修订、收集、整理了18类的心理和行为指标,主要包括人际易感性、心理韧性、个体的传统(性)价值观、大五人格中“神经质”、公平感、自我效能感、社会支持系统、社会技能心境。心理—地理信息库将不同地区人群的心理特征与该地区的地理特征相结合,获得涵盖151个城市、共1.7万余人的“性格地图”。据王奎介绍,该研究所构建的心理地理信息系统(心理GIS)在非常规突发事件管理中属首创,将向管理者提供更科学有效的方法应对非常规突发事件。

而知识库汇集2000余篇重要心理学文献,涉及非常规事件心理援助、应急团队管理、应急救援流程、灾后重建方法等多个方面。案例库则包括理论库整理和案例库建设。74项与非常规突发事件相关的核心理论,及公共安全、医疗卫生、食品安全、自然灾害、人为恐怖等五大类别案例填补了理论研究与实践间的鸿沟。

在研究人员看来,上述研究及应用为各级应急管理平台做出正确决策和应对措施提供了参考。

集成基础科研成果 实现高效应急管理

在国家自然科学基金委员会2009年启动的“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划中,为把源自不同领域的众多基础研究成果应用在解决实际问题中,科学家们还需要一个“大脑”。“情景—应对”型总集成平台扮演了这一重要角色。

该重大研究计划科学家、清华大学教授张辉告诉《中国科学报》记者,在基础科学研究上,以前围绕突发事件应急管理研究以物理空间为主。“以地震为例,突发事件后开展建筑物脆弱性矩阵调查,描绘震害等级对应的震害指数等。”因此,结合情景的突发事件应急响应相关研究势在必行。

据张辉介绍,“情景—应对”型的基础研究,首先需要对物理和社会空间进行实时情景态势感知,分析获取当前态势的总体描述。然后,考虑环境因素的影响,进行态势推演,综合研判和决策。最后,考虑中国国情特征,制定合理的应急管理体系与流程,以实现高效的非常规突发事件应急管理。

基于上述思路,科学家们取得了诸多基础研究成果。例如,2016年5月,北京大学心理学教授方方带领的科研团队在美国《国家科学院院刊》(PNAS)发表论文,报道了人在知觉学习和成年人大脑可塑性领域的重要进展,其中人类在应急状态下死亡信息加工、共情等认知神经机制在非常规应急管理中得到应用。

在决策理论上,科学家将“事件链—舆情传播—心理行为”耦合反馈的情景推演方法作为“情景—应对”型核心,提出了“基于服务链的灾害链”“基于交叉影响分析法的‘舆情—心理—事件’的传播演化与预测”等集成思路,最终从顶层设计、底层创新、决策模式、组织体系、应急流程优化等五个方面,提出基于中国国情的应急体系和流程的多主体应急决策方法。

在应用推广方面,基于上述基础研究成果,科学家以“埃博拉”事件为例,以“物理—社会—心理”三元空间数据集成的管理决策方案,预测了我国发生埃博拉疫情的可能性及可能的影响范围。

此外,在世卫组织应对埃博拉的具体情境下,该重大研究计划科学家牵头组织制定了我国首个安全领域的国际标准——应急能力评估国际标准(ISO22325)。同时牵头世卫组织全球合作应急作业中心(EOC)信息系统及数据标准建设,将研究成果很好地推广和应用于世界范围内的公共卫生突发事件应对。

这增强了我国国际公共卫生应急响应能力,有利于中国团队在卫生应急框架和手册的后续工作中继续发挥关键作用,并在世界范围内扮演引领者角色。上述工作获得中央领导重要批示。