



“十二五”国家重点图书出版规划项目

公共安全应急管理丛书

突发事件应急决策 支持的理论与方法

张辉 刘奕 刘艺◎著



科学出版社



国家出版基金项目
NATIONAL PUBLICATION FOUNDATION

“十二五”国家重点图书出版规划项目



公共安全应急管理丛书

突发事件应急决策 支持的理论与方法

张辉 刘奕 刘艺◎著

国家自然科学基金“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划
集成项目(No.91224008和No.91024032)及培育项目(No.91324022)
国家自然科学基金项目(No.71673158、No.91646201和No.91646101)

资助

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书介绍突发事件应急面临的问题和挑战、关键科学问题、前沿理论和方法,包括数据集成与管理方法、模型集成的理论与方法、紧急状态下的心理行为、面向应急的案例推理方法等。在深入分析复杂灾害应急决策问题的基础上,以油罐火灾、三峡区域综合防洪、网络舆情、群体性事件等问题为例,探讨上述多种理论和方法在解决实际应急问题中的应用,并讨论大数据背景下的应急管理与决策模式的发展趋势。

本书可供公共安全领域的研究人员作为学术参考,也可供政府部门及大型企业的相关工作人员作为工作参考,亦可作为公共安全领域的研究生学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

突发事件应急决策支持的理论与方法 / 张辉, 刘奕, 刘艺著. --
北京: 科学出版社, 2017. 8

(公共安全应急管理丛书)

“十二五”国家重点图书出版规划项目

ISBN 978-7-03-054153-6

I. ①突… II. ①张… ②刘… ③刘… III. ①突发事件—应急对策 IV. ①D035. 34

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 196250 号

责任编辑: 方小丽 / 责任校对: 赵桂芬
责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 无极书装

科学出版社 出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码: 100717

<http://www.sciencep.com>

中国科学院印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2017 年 8 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2017 年 8 月第一次印刷 印张: 27 3/4

字数: 559 000

定价: 198.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

丛书编委会

主 编

范维澄 教 授 清华大学
郭重庆 教 授 同济大学

副主编

吴启迪 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部
闪淳昌 教授级高工 国家安全生产监督管理总局

编 委 (按姓氏拼音排序)

曹河圻 研究员 国家自然科学基金委员会医学科学部
邓云峰 研究员 国家行政学院
杜兰萍 副局长 公安部消防局
高自友 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部
李湖生 研究员 中国安全生产科学研究院
李仰哲 局 长 国家发展和改革委员会经济运行调节局
李一军 教 授 国家自然科学基金委员会管理科学部
刘 克 研究员 国家自然科学基金委员会信息科学部
刘铁民 研究员 中国安全生产科学研究院
刘 奕 副教授 清华大学
陆俊华 副省长 海南省人民政府
孟小峰 教 授 中国人民大学
邱晓刚 教 授 国防科技大学
汪寿阳 研究员 中国科学院数学与系统科学研究院
王飞跃 研究员 中国科学院自动化研究所
王 垒 教 授 北京大学
王岐东 研究员 国家自然科学基金委员会计划局
王 宇 研究员 中国疾病预防控制中心
吴 刚 研究员 国家自然科学基金委员会管理科学部
翁文国 教 授 清华大学
杨列勋 研究员 国家自然科学基金委员会管理科学部
于景元 研究员 中国航天科技集团 710 所

张 辉 教 授 清华大学
张 维 教 授 天津大学
周晓林 教 授 北京大学
邹 铭 副 部 长 民政部

总 序

自美国“9·11事件”以来，国际社会对公共安全与应急管理的重视度迅速提升，各国政府、公众和专家学者都在重新思考如何应对突发事件的问题。当今世界，各种各样的突发事件越来越呈现出频繁发生、程度加剧、复杂复合等特点，给人类的安全和社会的稳定带来更大挑战。美国政府已将单纯的反恐战略提升到针对更广泛的突发事件应急管理的公共安全战略层面，美国国土安全部2002年发布的《国土安全国家战略》中将突发事件应对作为六个关键任务之一。欧盟委员会2006年通过了主题为“更好的世界，安全的欧洲”的欧盟安全战略并制订和实施了“欧洲安全研究计划”。我国的公共安全与应急管理自2003年抗击“非典”后受到从未有过的关注和重视。2005年和2007年，我国相继颁布实施了《国家突发公共事件总体应急预案》和《中华人民共和国突发事件应对法》，并在各个领域颁布了一系列有关公共安全与应急管理的政策性文件。2014年，我国正式成立“中央国家安全委员会”，习近平总书记担任委员会主席。2015年5月29日中共中央政治局就健全公共安全体系进行第二十三次集体学习。中共中央总书记习近平在主持学习时强调，公共安全连着千家万户，确保公共安全事关人民群众生命财产安全，事关改革发展稳定大局。这一系列举措，标志着我国对安全问题的重视程度提升到一个新的战略高度。

在科学研究领域，公共安全与应急管理研究的广度和深度迅速拓展，并在世界范围内得到高度重视。美国国家科学基金会（National Science Foundation, NSF）资助的跨学科计划中，有五个与公共安全和应急管理有关，包括：①社会行为动力学；②人与自然耦合系统动力学；③爆炸探测预测前沿方法；④核探测技术；⑤支持国家安全的信息技术。欧盟框架计划第5~7期中均设有公共安全与应急管理的项目研究计划，如第5期（FP5）——人为与自然灾害的安全与应急管理，第6期（FP6）——开放型应急管理系统、面向风险管理的开放型空间数据系统、欧洲应急管理信息体系，第7期（FP7）——把安全作为一个独立领

域。我国在《国家中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020年）》中首次把公共安全列为科技发展的11个重点领域之一；《国家自然科学基金“十一五”发展规划》把“社会系统与重大工程系统的危机/灾害控制”纳入优先发展领域；国务院办公厅先后出台了《“十一五”期间国家突发公共事件应急体系建设规划》、《国家突发事件应急体系建设“十二五”规划》、《国家综合防灾减灾规划（2011—2015年）》和《关于加快应急产业发展的意见》等。在863、973等相关科技计划中也设立了一批公共安全领域的重大项目和优先资助方向。

针对国家公共安全与应急管理的重大需求和前沿基础科学研究的需求，国家自然科学基金委员会于2009年启动了“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划，遵循“有限目标、稳定支持、集成升华、跨越发展”的总体思路，围绕应急管理中的重大战略领域和方向开展创新性研究，通过顶层设计，着力凝练科学目标，积极促进学科交叉，培养创新人才。针对应急管理科学问题的多学科交叉特点，如应急决策研究中的信息融合、传播、分析处理等，以及应急决策和执行中的知识发现、非理性问题、行为偏差等涉及管理科学、信息科学、心理科学等多个学科的研究领域，重大研究计划在项目组织上加强若干关键问题的深入研究和集成，致力于实现应急管理若干重点领域和重要方向的跨域发展，提升我国应急管理基础研究原始创新能力，为我国应急管理实践提供科学支撑。重大研究计划自启动以来，已立项支持各类项目八十余项，稳定支持了一批来自不同学科、具有创新意识、思维活跃并立足于我国公共安全核应急管理领域的优秀科研队伍。百余所高校和科研院所参与了项目研究，培养了一批高水平研究力量，十余位科研人员获得国家自然科学基金“国家杰出青年科学基金”的资助及教育部“长江学者”特聘教授称号。在重大研究计划支持下，百余篇优秀学术论文发表在SCI/SSCI收录的管理、信息、心理领域的顶尖期刊上，在国内外知名出版社出版学术专著数十部，申请专利、软件著作权、制定标准规范等共计几十项。研究成果获得多项国家级和省部级科技奖。依托项目研究成果提出的十余项政策建议得到包括国务院总理等国家领导人的批示和多个政府部门的重视。研究成果直接应用于国家、部门、省市近十个“十二五”应急体系规划的制定。公共安全和应急管理基础研究的成果也直接推动了相关技术的研发，科技部在“十三五”重点专项中设立了公共安全方向，基础研究的相关成果为其提供了坚实的基础。

重大研究计划的启动和持续资助推动了我国公共安全与应急管理的学科建设，推动了“安全科学与工程”一级学科的设置，该一级学科下设有“安全与应急管理”二级学科。2012年公共安全领域的一级学会“（中国）公共安全科学技术学会”正式成立，为公共安全领域的科研和教育提供了更广阔的平台。在重大研究计划执行期间，还组织了多次大型国际学术会议，积极参与国际事务。在世界卫生组织的应急系统规划设计的招标中，我国学者组成的团队在与英、美等国

家的技术团队的竞争中胜出，与世卫组织在应急系统的标准、设计等方面开展了密切合作。我国学者在应急平台方面的研究成果还应用于多个国家，取得了良好的国际声誉。各类国际学术活动的开展，极大地提高了我国公共安全与应急管理在国际学术界的声望。

为了更广泛地和广大科研人员、应急管理工作者以及关心、关注公共安全与应急管理问题的公众分享重大研究计划的研究成果，在国家自然科学基金委员会管理科学部的支持下，由科学出版社将优秀研究成果以丛书的方式汇集出版，希望能为公共安全与应急管理领域的研究和探索提供更有力的支持，并能广泛应用到实际工作中。

为了更好地汇集公共安全与应急管理的最新研究成果，本套丛书将以滚动的方式出版，紧跟研究前沿，力争把不同学科领域的学者在公共安全与应急管理研究上的集体智慧以最高效的方式呈现给读者。

重大研究计划指导专家组

前 言

突发事件及其应对过程具有典型的复杂系统特征，应急决策支持需要跨学科方法的交互集成，如需要跨领域、跨尺度、跨时空的复杂数据、模型、知识的支持；需要对复杂应急“情景”进行构建和推演；需要考虑灾害演化与公众心理行为的复杂耦合效应；需要对历史经验-灾情实况-未来发展做出合理的综合分析；需要多学科、多部门、多环节的复杂交互与协同；需要多类型科学方法和技术手段的协作，需要不同地域和学科领域的研究成果的高度集成。

本书重点讨论应急决策的理论和方法，包括突发事件应急场景下的数据集成、组织、存储和共享，面向应急决策的案例分析与集成管理，网络分布式环境下的智能化应急决策模型集成，以及个体和群体在紧急状态下的心理反应与行为规律。作者希望借此书与关注公共安全和应急管理的各领域专家、学者、管理人员等交流分享在应急决策理论与方法前沿发展方面的探索和思考。

本书内容分为3篇共12章，第1篇理论篇，包括第1章和第2章；第2篇方法篇，包括第3~7章；第3篇应用篇，包括第8~12章。第1篇重点介绍突发事件面临的问题、挑战和需要解决的关键科学问题；第2篇重点介绍突发事件应急中的若干理论与方法，包括数据集成、模型集成、心理行为规律和案例分析等；第3篇重点介绍几种理论方法在实际应急问题中的应用。全书在编排上注重需求导向、理论方法与实践应用并重。从突发事件的应急实践出发，提出存在的问题和亟待开展的科学研究，介绍跨学科的理论与方法，结合实际应急问题对理论方法的应用给予说明示例，使读者更容易理解。

本书由清华大学公共安全研究院张辉、刘奕，中国人民公安大学治安学院刘艺共同完成。张辉、刘奕对本书进行总体构思，刘奕、刘艺共同负责全书统稿。清华大学刘奕、张辉共同撰写第1章和第2章；中国人民大学孟小峰、许伟、马友忠、马如霞、李勇、杜治娟共同撰写第3章；清华大学张辉、王欣芝、黄弘、杨盼，中国人民大学许伟，武汉大学罗年学、赵前胜、李杰共同撰写第4章；北

京大学陆昌勤、施俊琦、方方、韩世辉共同撰写第5章；中国人民武装警察部队学院卢立红、李玉共同撰写第6章；中国人民武装警察部队学院康青春、卢立红共同撰写第7章；华中科技大学祁超、王红卫共同撰写第8章；清华大学王刚桥、苑盛成、钱静共同撰写第9章；清华大学马晔风、张辉共同撰写第10章；中国人民公安大学刘艺、清华大学邓青共同撰写第11章；北京行政学院杨旒撰写第12章。

本书的构思和完成得到国家自然科学基金“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划集成项目（No.91224008 和 No.91024032）及培育项目（No.91324022）的支持，也是作者在相关方向的国家自然科学基金项目（No.71673158、No.91646201 和 No.91646101）的研究基础上的延续和拓展。

书中或有不妥之处，恳请广大读者批评指正。愿本书为我国公共安全应急管理的发展做出微薄贡献！

作者
2017年1月

目 录

第 1 篇 理 论 篇

第 1 章 突发事件应急面临的问题和挑战.....	3
1.1 引言	3
1.2 问题和挑战	5
1.3 相关研究进展.....	10
参考文献	27
第 2 章 突发事件应急的若干关键科学问题	38
2.1 引言.....	38
2.2 关键科学问题与研究探索.....	39
2.3 研究方法与技术.....	53
参考文献	65

第 2 篇 方 法 篇

第 3 章 面向突发事件的应急数据集成与管理	69
3.1 引言.....	69
3.2 应急数据管理系统整体框架.....	70
3.3 数据抽取方法.....	71
3.4 数据集成方法.....	77

3.5	架构设计	83
3.6	本章小结	94
	参考文献	94
第4章	应急管理中的模型及其集成方法	97
4.1	引言	97
4.2	应急管理平台中模型集成的理论基础	98
4.3	应急管理平台中基于云GIS的应急模型服务	101
4.4	应急管理平台中突发事件模型集成基础工作	117
4.5	应急管理平台模型示例	129
4.6	本章小结	148
	参考文献	148
第5章	突发事件中人群的心理与行为特征	154
5.1	引言	154
5.2	突发事件中个体心理与行为的神经生理基础	155
5.3	突发事件中个体心理与行为演化规律探讨	160
5.4	突发事件中群体心理与行为演化规律探讨	171
5.5	心理与行为评估方法和工具	180
5.6	本章小结	187
	参考文献	188
第6章	突发事件案例推理	192
6.1	引言	192
6.2	案例推理理论与技术	192
6.3	基于情景分析的案例推理技术	200
6.4	案例情景的结构化与量化	212
6.5	情景推理相似度的计算方法	225
6.6	本章小结	228
	参考文献	229
第7章	大型火灾综合案例应急救援辅助决策	232
7.1	引言	232
7.2	综合案例的情景化处理	232
7.3	综合案例辅助决策知识库的构建	242
7.4	基于“情景-应对”的综合案例推理方法	247
7.5	基于数字化情景矩阵的“情景-应对”型辅助决策平台的构建	254
7.6	本章小结	268
	参考文献	269

第3篇 应用篇

第8章 三峡区域综合防洪应急协同决策及模拟	273
8.1 引言	273
8.2 应急响应决策过程	273
8.3 基于HTN规划的应急响应决策方法	278
8.4 应急协同决策过程模拟技术	282
8.5 三峡区域综合防洪应急协同决策模拟系统实现	287
8.6 本章小结	305
参考文献	305
第9章 复杂灾害应急决策	308
9.1 引言	308
9.2 复杂灾害情景特征与应对	308
9.3 复杂灾害应急决策方法	312
9.4 地震灾害情景推演实例	326
9.5 交通疏散应急决策实例	333
参考文献	345
第10章 网络舆情事件的决策要素分析与推演系统设计	350
10.1 引言	350
10.2 新媒体环境下的网络舆情	351
10.3 网络舆情发展演化的主要作用力	356
10.4 基于“情景-应对”的网络舆情应对决策思路	372
10.5 本章小结	376
参考文献	377
第11章 群体性突发事件的舆情分析与辅助决策方法	379
11.1 引言	379
11.2 群体性突发事件的特点与应急决策需求	380
11.3 舆情分析辅助决策对群体性突发事件的影响和作用	384
11.4 群体性突发事件的舆情作用系统分析	386
11.5 基于舆情分析的群体性突发事件的辅助决策方法	392
11.6 本章小结	401
参考文献	402

第 12 章 大数据与治理背景下的应急管理决策创新	404
12.1 引言	404
12.2 传统应急决策系统与管理模式的现实困境	405
12.3 应急管理决策系统及其优化	410
12.4 治理能力现代化背景下应急管理决策模式的创新	423
12.5 本章小结	427
参考文献	428

第1篇 理论篇

第 1 章

突发事件应急面临的问题和挑战

1.1 引言

公共安全保障是关系国计民生的战略问题，突发事件应急平台的体系建设是实现公共安全保障的重要支撑，对其基础科学问题和基础研究平台的研究是国家应急管理的重大需求。突发事件应急平台的基础科学研究是跨学科、跨领域的复杂科学问题，是处于国际前沿的学术难题。开展突发事件应急平台体系的基础科学问题研究，致力于提高国家应急平台体系的科学性，为国家高效有序地应对非常规突发事件提供决策参考，符合“非常规突发事件应急管理研究”重大研究计划面向国家应急管理宏观需求确定的科学目标，也与重大研究计划面向国际学术前沿，实现应急管理研究持续创新的宗旨高度吻合。

突发事件应急平台体系的研究自美国纽约的“9·11”事件以来已经受到世界各国的高度重视。近年来，发达国家持续加大投入，大力加强跨领域、跨部门的突发公共事件应急技术的研发和一体化应急平台的架构研究。

(1)美国根据“国家突发事件管理系统”(national incident management system, NIMS)确立的框架和“国家应急预案”(national response plan, NRP)的总体要求，大力强化应急技术研发并将成熟技术集成到国家级应急平台上，确保在危机发生后能迅速提供优化决策与快速救援。在美国“下一代应急平台”的设想和研发中，更加重视和加强整体性应急系统的体系工作，要求建立“system of systems”(即大系统集成)。

(2)英国政府于2001年出台《国内突发事件应急计划》，2004年英国各地方政府开始建立集成应急管理(integrated emergency management)系统。英国建立集成应急管理系统的战略目标是通过有效识别和处置各种突发公共事件，确保国