

“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

突发事件应急知识管理的 模型与方法

裘江南 王雪华 等◎著



科学出版社

“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

突发事件应急知识管理的 模型与方法

裘江南 王雪华 等◎著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书是在笔者承担的国家自然科学基金重大研究计划重点项目(91024029)子课题的研究成果基础上,结合多年从事应急管理领域的研究与实践经验,应用系统科学、管理科学、知识工程和信息技术等,对突发事件应急知识管理的模型与方法进行的研究和阐述。这些模型和方法可以用于指导建立各类突发事件应急管理的知识模型,从而能够快速确定决策目标和处置重点。全书理论联系实际,突出应急知识管理的系统性、整体性和集成性,较为全面地介绍和阐述了突发事件应急知识管理的模型与方法。

本书适合各级政府部门、企事业单位和各类社会组织从事应急管理研究工作和实际工作的人员,以及高校及科研部门管理类和信息科学技术类的学者与师生阅读,也可作为此类人员开展应急管理培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

突发事件应急知识管理的模型与方法 / 裘江南等著. —北京: 科学出版社, 2015. 12

(公共安全应急管理丛书)

ISBN 978-7-03-046534-4

I. ①突… II. ①裘… III. ①突发事件—应急系统—知识管理—研究—中国 IV. ①D63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 285330 号

责任编辑: 方小丽 / 责任校对: 黄江霞
责任印制: 霍 兵 / 封面设计: 蓝正设计

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

*

2016 年 1 月第 一 版 开本: 72C×1000 1/16

2016 年 1 月第一次印刷 印张: 15 3/4

字数: 317 000

定价: 98.00 元

(如有印装质量问题, 我社负责调换)

作者简介

本书第一作者裘江南, 1968 年 11 月出生, 大连理工大学工学学士、工学硕士、工学博士。大连理工大学管理与经济学部, 教授, 博士生导师, 信息管理与信息系统研究所所长。美国新泽西州立大学商学院访问学者, 入选辽宁省高校优秀青年骨干教师。研究领域为知识管理与数据挖掘、应急管理与决策支持、信息管理与信息系统、技术管理与技术预测等。先后主持国家自然科学基金、国家社会科学基金、省自然科学基金、省科技计划项目、省经济发展课题、省教育厅科技计划项目、大连市科技计划项目、中央高校基本科研业务费专项基金重点项目等课题, 参加国家自然科学基金重大研究计划重点项目(子课题负责人)、国家“十一五”科技支撑项目、国家“十五”科技攻关项目等项目; 作为负责人获全国百篇优秀管理案例、辽宁省哲学社会科学成果奖、大连市社会科学进步奖、辽宁省自然科学学术成果奖、大连市自然科学优秀学术论文等。在 *Decision Support Systems*、*Journal of Knowledge Management*、*Behaviour & Information Technology*、《情报学报》、《系统工程学报》、《系统管理学报》、《中国管理科学》和《科研管理》等国内外核心期刊和学术会议发表论文 80 余篇。

本书第二作者王雪华, 1968 年 1 月出生, 大连理工大学理学学士、理学硕士、工学博士。大连理工大学管理与经济学部, 教授, 信息与决策技术研究所所长。美国新泽西州立大学访问学者; 入选辽宁省高校优秀青年骨干教师。研究领域为复杂系统分析、应急管理与决策支持、数据挖掘。先后主持国家社会科学基金、省自然科学基金, 参加国家自然科学基金重大研究计划重点支持项目、国家“十一五”科技支撑项目、国家“十五”科技攻关项目等; 获国家级教学成果二等奖、辽宁省教学成果一等奖、宝钢教育基金优秀教师奖、辽宁省科学技术三等奖等。在《系统工程理论与实践》、《情报学报》、《运筹与管理》和《系统工程》等国内核心期刊及国际学术会议发表论文 20 余篇。

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任。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》、《“十二五”期间国家突发事件应急体系建设规划》、《“十二五”期间国家综合防灾减灾规划》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”一级学科的设立,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

近年来,世界范围内突发事件的频繁发生,给人类社会造成了巨大的损失,改变了社会的正常运行秩序,对人类生活造成了严重影响。如何快速和有效地应对这些突发事件,减少其对人类社会的损害,成为各国政府的一项重要工作。为了更加有效地实现应急响应和救援,各级政府都在不断应用集成高新技术,以信息系统为核心进行应急响应平台的建设,它是保证应急活动高效和顺利进行的工作支撑环境。在突发事件的应急情况下,许多决策属于非常规决策。决策者在信息不完备、时间紧迫的情形下,需要快速果断地做出决定,为保证决策的科学性和准确性,在应急决策过程中利用计算机辅助决策支持系统是应急管理中的主要手段,而突发事件应急知识管理(knowledge management)的模型与方法是建立应急辅助决策系统的基础。

应急辅助决策系统是对突发事件进行预测、评估和生成应对方案的有效辅助工具。但是现有的这些辅助决策功能仍然存在一定的局限性,导致应急决策者仅凭个人经验和知识进行指挥和决策。突发事件是一个开放的复杂系统,不同突发事件间又存在非常大的依赖关系,并且具有不确定性、动态性、非线性等复杂特征。利用各领域的经验知识和常识知识来描述突发事件的发生、发展和演化规律,为应急管理决策人员提供相关知识,可以很容易地为决策者所理解,从而提高应急决策的科学性和有效性。因此,如何将应急管理过程中积累的知识进行有效管理是应急辅助决策的基础性问题。

本书是在笔者参加的国家自然科学基金重大研究计划重点项目(91024029)“非常规突发事件演化分析和应对决策的支持模型集成原理与方法”的研究成果基础上,结合多年从事应急管理领域的研究与实践经验,应用系统科学、管理科学、知识工程和信息技术等,对突发事件应急知识管理的模型与方法进行的研究和阐述。这些模型和方法可以用于指导建立各类突发事件应急管理的知识模型,可为应急决策人员提供突发事件预测、评估和处置的模型和方法,从而能够快速确定决策目标和处置重点,提高应急决策部门的应急反应能力。全书理论联系实际,突出应急知识管理的系统性、整体性和集成性,较为全面地介绍和阐述了突发事件应急知识管理的模型与方法。

全书共分为8章。第1章为绪论,主要介绍应急管理的背景、应急管理中的决策支持、应急知识管理的内涵以及应急知识管理的模型和方法的分类。第2章为应急管理中的知识需求分析,主要包括应急管理中信息和知识获取需求分析、

应急管理中事件评估知识需求分析、应急管理中应急处置知识需求分析以及应急管理中决策模型支持需求分析。第3章为知识元及应急领域知识元模型,包括知识元及其研究现状、基础知识元模型、知识元逻辑运算、应急领域知识元模型、应急领域三类知识元之间的关系探讨及实例。第4章为应急元数据及信息模型,包括应急领域元数据标准分析、突发事件信息管理体系设计、基于知识元的信息模型构建方法以及突发事件元数据的生成方法。第5章为应急知识库建模方法,包括应急管理问题结构建模方法、应急管理多知识库构架模型、应急领域复杂问题的求解方法及实例。第6章为应急知识导航方法,包括应急知识导航总体模型、突发事件知识模型、应急知识表示方法、应急知识的导航方法以及应急知识导航系统实现。第7章为应急管理模型的表示与组合调用,包括基于知识元的模型表示方法、基于知识元的形式模型和实体模型表示、实体模型关联研究、应急管理模型的表示、应急管理模型的选择、基于知识元网络的模型组合调用和实例应用。第8章为突发事件衍生网络建模方法,包括突发公共事件机理与连锁反应、突发事件衍生网络分析方法的提出、突发事件衍生网络的构建方法、突发事件衍生网络模型的分析方法和突发事件衍生网络的实证研究。

本书以裘江南、王雪华、吴力文、文斌、雷志梅等多年的理论与技术研究成果为基础,由裘江南策划,提出总体思路和提纲,并负责全书的统稿。其中第1、4、6章由裘江南负责,第7、8章由王雪华负责,第5章由吴力文、裘江南负责,第3章由文斌、张瑞新负责,第2章由雷志梅、王延章负责。第4章刘丽丽参与了撰写,第5章李平安参与了撰写,第6章师花艳参与了撰写,第7章杨德宽、刘乃朋参与了撰写,第8章葛月、尹艳红参与了撰写。全书的格式编排由尹艳红、雷志梅和杨书宁负责。

本书能够出版,首先要感谢国家自然科学基金委员会的支持,特别感谢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的支持。还要特别感谢国家自然科学基金重大研究计划重点项目(91024029)“非常规突发事件演化分析和应对决策的支持模型集成原理与方法”的项目负责人,大连理工大学的王延章教授在各方面给予我们的大力支持;感谢中国矿业大学(北京)机电与信息工程学院的张瑞新教授的支持;感谢科学出版社编辑李晓迎、方小丽、徐榕榕等的辛勤劳动,他们在短时间内对本书进行了编辑和审阅;还要感谢课题组的其他成员仲秋雁教授、叶鑫副教授、王宁副教授、陈雪龙副教授。没有大家的努力,本书是不可能出版的。

虽然我们花了大量的时间和精力,但本书仍难免存在各种不足之处,恳请读者批评指正。

裘江南

2015年10月28日

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 应急管理的背景	1
1.2 应急管理中的决策支持	2
1.3 应急知识管理及知识管理系统	3
1.4 应急知识管理的模型和方法	5
第 2 章 应急管理中的知识需求分析	8
2.1 应急管理中信息和知识获取需求分析	8
2.2 应急管理中事件评估知识需求分析	16
2.3 应急管理中应急处置知识需求分析	17
2.4 应急管理中决策模型支持需求分析	19
第 3 章 知识元及应急领域知识元模型	22
3.1 知识元及其研究现状	22
3.2 基础知识元模型	27
3.3 知识元逻辑运算	28
3.4 应急领域知识元模型	31
3.5 应急领域三类知识元之间的关系探讨	34
3.6 实例	49
第 4 章 应急元数据及信息模型	52
4.1 应急领域元数据标准分析	52
4.2 突发事件信息管理体系设计	58
4.3 基于知识元的信息模型构建方法	61
4.4 突发事件元数据的生成方法	74
第 5 章 应急知识库建模方法	81
5.1 应急管理问题结构建模方法	81
5.2 应急管理多知识库构架模型	88
5.3 应急领域复杂问题的求解方法	105
5.4 实例	112

第 6 章 应急知识导航方法	120
6.1 应急知识导航总体模型	120
6.2 突发事件知识模型	123
6.3 应急知识表示方法	132
6.4 应急知识系统中的导航方法	138
6.5 应急知识导航系统实现	142
第 7 章 应急管理模型的表示与组合调用	147
7.1 基于知识元的模型表示方法	147
7.2 基于知识元的形式模型和实体模型表示	151
7.3 实体模型关联研究	159
7.4 应急管理模型的表示	167
7.5 应急管理模型的选择	173
7.6 基于知识元网络的模型组合调用	179
7.7 实例应用	184
第 8 章 突发事件衍生网络建模方法	201
8.1 突发公共事件机理与连锁反应	201
8.2 突发事件衍生网络分析方法的提出	202
8.3 突发事件衍生网络的构建方法	204
8.4 突发事件衍生网络模型的分析方法	208
8.5 突发事件衍生网络的实证研究	216
参考文献	231

第 1 章

绪 论

1.1 应急管理的背景

近年来,随着国内外一些重大突发事件的发生,如 2001 年的 9·11 事件、2003 年的 SARS、2008 年的汶川地震等,都给人类社会造成了巨大的损失。这些事件促使人们更深刻地认识到诸如此类的突发事件改变了社会的正常运行秩序,对人类生活造成了严重的影响。如何快速和有效地应对这些突发事件,减少其对人类社会的损害,成为各国政府的一项重要工作内容,也促使突发事件的应急管理成为学术界的热点研究问题。

应急管理又叫突发事件的应急管理,它所对应的突发事件通常都具有瞬时发生、影响面广、危害性大、发展变化不确定的特点。应急管理是对突发事件的预防与应急准备、监测与预警、应急处置与救援、事后恢复与重建等一系列管理活动的概括。有效的应急管理应具备反应快速、应对有效、适应事件的动态变化的基本特性。实现有效的应急管理,减少突发事件带来的灾害,是研究和进行应急管理的最根本目标。目前国内外很多政府部门都建立各种层次和类别的应急预案,并部署一定的应急管理部门。很多学者也从应急管理机制、灾害预测和评估、事件预警等方面进行了多角度研究。但针对没有预兆的突发事件,应急管理中仍普遍存在应对不及时、组织协调不利等一系列问题。

随着信息和通信技术(information communication technology, ICT)的发展,人们越来越多地借助计算机、网络、云计算和物联网等来改变原有的工作和生活的方式,管理信息系统、决策支持系统等已被广泛推广和应用。对于突发事件的应急管理人们自然也希望通过计算机系统来辅助管理与协调,提高对突发事件的应对能力和处理效率。在 ICT 技术发达的当今社会,应急管理信息系统是衡量社

会进步程度的综合指标之一，也是社会信息化水平的反映。尤其在当前复杂多变的环境下，单个领域突发公共事件的应急处置已不能满足需要，如何结合 ICT 技术整合各类应急资源，建立健全反应快速、运转高效的应急机制，建设跨部门的横向互联与纵向贯通的国家突发公共事件应急管理信息系统，并能够综合处置突发事件，成为我国迫切需要研究的课题。

信息系统已成为应急响应和救援顺利开展的有效支撑平台，因此应急信息系统建设日益受到各级政府的重视。突发事件的情境高度不确定、快速多变，多学科性和专业性特征突出，使得管理者难于认知和把握。而且，多事件衍生、耦合、和关联，偶发、并发、多发，使得管理者难以预估和应对。在这种情形下单凭管理者的经验和直觉不能保证应急决策的科学性和准确性，利用计算机辅助决策支持系统成为应急管理中的主要手段。

1.2 应急管理中的决策支持

决策支持系统是现代突发事件应急管理中不可或缺的组成部分，随着突发事件的产生、发展和演进，会产生大量问题，应急决策就是对这些问题识别和求解的过程。陈雪龙和王延章提出的一般决策问题求解过程的形式化描述模型体现了决策过程的本质，其中问题求解的一般过程分为问题定义、建模、求解以及解释与评价 4 个阶段^[1]。Quigley 和 Debons 根据卡尔·波普尔(Karl R. Popper)的三个世界理论(世界 1-客观世界、世界 2-主观世界和世界 3-信息世界)，认为世界 1 和世界 2 中存在认知链，世界 1 认知结果的信息{When, Where, Who, What}转移到世界 2 中处理并定义问题空间(problem space)，世界 2 和世界 3 的交互产生的结果是知识{How, Why}^[2]。因此，一般决策问题求解过程模型和三个世界理论能够很好地结合起来，其结构如图 1.1 所示。

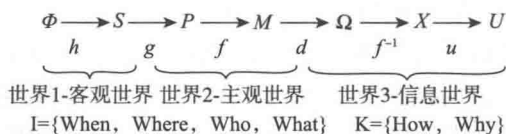


图 1.1 一般决策问题求解过程和三个世界

一般问题求解过程涉及的状态空间为： Φ 为客观系统对应的信息空间，如客观世界中突发事件的演化过程； S 为认识了客观系统的知识空间，如人们对突发事件本身和演化规律的认知，是对客观世界的一种反映，上述两部分属于世界 1-客观世界。 P 为问题空间，如随着突发事件的演化和应对所涉及的问题集合； M 为问题或客观系统对应的广义模型集合或称模型空间，如针对突发事件演化过程中产生的问题及应对方法建立的广义的定性或定量模型，上述两部分属于世

界 2-主观世界。 Ω 为算子空间, 针对上述广义模型建立精确的数学或计算机模型; X 为解空间, 即针对问题通过相应的问题求解方法提供问题的答案; U 为评价指标空间, 对求解的结果进行评价和选择, 上述三部分属于世界 3-信息世界。

在这其中采用许多映射来表示一般决策问题求解过程中的子过程。其中映射 $h: \Phi \rightarrow S$ 描述了人们对客观系统 Φ 的认识过程; 映射 $g: S \rightarrow P$ 描述了问题的构造过程; 映射 $f: P \rightarrow M$ 描述了建模过程; 映射 $d: M \rightarrow \Omega$ 描述了模型形式化的过程; 映射 $f^{-1}: \Omega \rightarrow X$ 描述了问题求解的过程; 映射 $u: X \rightarrow U$ 描述了方案的综合评价过程。

由上述一般决策问题求解过程的分析可知, 突发事件应急知识建模的关键问题, 即对突发事件演化和对突发事件应对方法的建模是应急管理的关键问题。突发事件的信息报送、问题识别和事件风险的预测与评价都有赖于对突发事件本质规律的认知, 也是问题识别和采取应对行动的基础。

突发事件应急管理中的决策支持系统也称为应急辅助决策系统, 是在应急管理信息系统的基础上发展起来的。应急管理信息系统是对应急管理过程中产生的大量的数据和相关信息进行处理和管理。应急辅助决策系统是在大量相关数据和信息的基础上, 运用多种应急管理模型形成方案, 通过人机交互支持决策目标。

突发事件本身及其决策应对具有高度的复杂性, 应用单一的信息、知识、模型或方法难以实现。无论是应急管理中的决策还是应急辅助决策支持系统, 都需要以信息支持、知识支持、模型支持为基础。因此, 需要从系统科学和管理科学的角度出发, 全方位地集成应急管理所涉及的各个空间和领域, 对突发事件的演化规律和应对决策的支持模型进行集成管理。而且必须综合集成来自不同学科的、非结构或不同结构化的各种信息、知识、模型和方法, 为突发事件的应对决策提供有效的支持。

1.3 应急知识管理及知识管理系统

在突发事件应急管理过程中, 从突发事件的预防与应急准备、监测与预警、应急处置与救援, 到事后恢复与重建等阶段, 无处不伴随着各类信息与知识, 因此, 突发事件应急管理需要综合各方面的信息和各专业知识及才能, 组织协调各部门及各种资源和信息, 来制定相应的应急决策。这使得应急知识管理在突发事件应急管理中的重要作用日益凸显。

应急知识就是在突发事件应急管理实践中所获得的描述客观事物的概念和规律、决策者认知、经验、策略及相关法律法规、技术规范的综合, 是应急指挥与决策人员在复杂不确定的环境中进行科学有效决策的基础。由于应急管理过程中

形成的知识领域分布广泛、类别众多、种类繁多、数量巨大,只有采用知识管理方法对其进行有效的采集、组织、开发、利用,才能尽快筛选出有价值的知识。凭借知识管理思想对应急管理领域的知识资源进行有效管理,才能使应急管理人员在应急管理过程中,在恰当的时间将所需具备的正确知识传递给适当的应急指挥单位和决策人员,提高应急决策的科学性及应急管理工作的整体效率。应急知识管理属于知识管理范畴,知识管理是对重要知识的创造、收集、组织、使用等一系列流程的科学的、系统化的管理。注重将个人的知识转化为组织的知识,并使知识得到适当的运用^[3]。因此,应急知识管理的核心是对应急管理中积累和获得的重要知识进行有序化组织和管理,实现知识开发和运用,以提高应急管理部门和应急决策者的管理与决策水平及效率。

当前,为了提高应急指挥和决策部门的应急反应和处置能力,国内外各级政府纷纷在应急管理信息系统中引入应急知识管理系统及相应的知识库,为智能方案生成和应急指挥调度提供辅助决策。然而突发事件应急管理是一个开放的复杂巨系统,具有多主体、多因素、多尺度、多变性的特征^[4]。因此,利用各应急领域专家和历史积累的定性和不确定知识,描述突发事件发生、发展和演化规律,能更好地反映突发事件的本质规律。特别是可通过知识库管理总结与积累各专家的经验,为后续人员提供相关经验,从而快速处理问题。

目前关于应急知识管理系统的研究主要分为应急知识管理系统架构的研究以及应急知识管理系统的设计与实现研究。

应急知识管理系统架构是对应急知识管理系统的顶层设计,是从更高层次上解决应急知识管理系统需求问题,在应急知识管理系统需求和系统设计之间起到桥梁作用。为了消除不同系统间概念的语义差异和加强各系统间的知识共享和可操作性,利用本体和知识元可从概念上抽象描述知识管理系统的信息模型,增强系统模型的语义表达能力和可重用性。关于应急知识管理系统架构主要有以下研究。de Maio 等提出了一个基于知识的应急决策支持系统框架(frame),利用语义 Web 技术对异构应急数据进行集成,利用软计算方法消除不确定性,以此来建立应急预案中知识的因果关系,并提出了一个基于模糊认知地图的方法,根据突发事件的特征进行知识处理过程和资源的发现过程^[5]。Zhang 等提出了一个可以集成多种信息技术来收集、分析、管理信息和知识的知识管理框架,来支持在人道主义救援/灾难救助时的决策^[6]。该框架可以帮助识别信息需求,感知灾害现状,并基于过去的经验为决策制定者提供救助建议,其中框架中全面一致的知识库非常便于知识的共享和重用。Racherla 和 Hu 提出了一个基于知识管理原理的可增强危机管理和规划的框架,可用于医疗和旅游行业,进而用于设计基于知识的危机管理系统,更好地支持区域医疗和旅游行业的危机管理和准备^[7]。李春娟分析了应急管理中的知识类别及特性,构建了基于应急流程的应急知识管理体