



“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

突发事件应急方案 选择的决策方法研究

樊治平 姜艳萍 刘洋 袁媛◎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

突发事件应急方案 选择的决策方法研究

樊治平 姜艳萍 刘洋 袁媛◎著

科学出版社

北京

内 容 简 介

本书介绍了作者近年来针对突发事件应急方案选择的决策理论与方法，主要包括基于情景概率估计的应急方案选择的风险决策方法、考虑决策者行为的应急方案选择的风险决策方法、基于相似案例分析的应急方案选择的决策方法、应急救援人员分组与派遣的决策方法、应急方案选择的多阶段决策方法等。

本书可以作为突发事件应急管理领域的研究人员和管理人员的参考书，也可以作为高等院校决策科学、管理科学、系统工程和应急管理等相关专业研究生的学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

突发事件应急方案选择的决策方法研究/樊治平等著. —北京: 科学出版社, 2014

(公共安全应急管理丛书)

ISBN 978-7-03-042669-7

I. ①突… II. ①樊… III. ①突发事件-应急对策-研究-中国 IV. ①D63

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 284596 号

责任编辑: 马跃 / 责任校对: 张曼

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

2016 年 5 月第 一 版 开本: 720×1000 1/16

2016 年 5 月第一次印刷 印张: 12 1/4

字数: 250 000

定价: 96.00 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

现实中各式各样的突发事件频繁发生，面对突发事件发生时的复杂情景，决策者如何选择有效的应急方案并迅速组织实施，以降低突发事件造成的人员伤亡和财产损失，是一个值得深入研究的重要课题。因此，开展突发事件应急方案选择的决策方法研究，不仅具有重要的学术价值，而且具有广阔的应用前景。目前，关于突发事件应急方案选择的决策模型与决策方法研究，已经引起一些学者的关注，可以看到一些研究成果。然而，这些研究成果还不够丰硕，尤其是针对复杂情形的突发事件应急方案选择的决策方法研究还不多见。因此，本书针对现有研究薄弱之处，开展了深入的研究。对突发事件应急方案选择的决策问题进行了提炼，并给出了针对各种情形的决策分析方法。

本书对突发事件应急方案选择的决策问题进行了探讨与研究，主要开展了以下6个方面的研究工作。

1) 本书提炼了突发事件应急方案选择的决策问题。由于突发事件应急方案选择的决策问题具有大量的实际背景，并且对该类问题的研究具有重要的理论意义和实际应用价值，所以本书在明确了应急方案选择问题的相关概念及特征的基础上，提炼了突发事件应急方案选择的决策分析问题。首先，给出了突发事件应急方案选择问题的相关概念及特征分析，然后针对不同情形的突发事件应急方案选择问题提炼了相应的若干决策问题，即基于情景概率估计的应急方案选择的决策问题、考虑决策者行为的应急方案选择的决策问题、基于相似案例分析的应急方案选择的决策问题、应急救援人员分组与派遣的决策问题、应急方案选择的多阶段决策问题等。

2) 本书研究了基于情景概率估计的应急方案选择的决策方法。具体地，本书研究了应急决策方案对突发事件发展演变无干预时的突发事件情景发生概率估计问题、应急决策方案对突发事件发展演变存在干预时的突发事件情景发生概率估计问题、突发事件应急方案选择的决策问题和突发事件应急方案的动态调整问题。针对这些问题，分别提出了基于主客观信息集成的突发事件情景概率

估计方法、基于故障树分析的突发事件情景概率估计方法、突发事件应急方案选择的多指标风险决策方法和突发事件应急方案选择的动态调整决策方法，并针对每一种决策分析方法给出了具有实际背景的算例分析。

3) 本书研究了考虑决策者行为的应急方案选择的决策方法。具体地，本书研究了考虑决策者参照依赖、损失规避、概率判断扭曲、后悔规避等心理行为特征的应急方案选择的决策问题。针对应急方案对突发事件情景概率无影响和有影响的两种类型的应急方案选择问题，分别提出了基于前景理论的应急方案选择的决策方法 I、基于前景理论的应急方案选择的决策方法 II、基于后悔理论的应急方案选择的决策方法 I、基于后悔理论的应急方案选择的决策方法 II，并针对每一种决策分析方法给出了具有实际背景的算例分析。

4) 本书研究了基于相似案例分析的应急方案选择的决策方法。具体地，本书研究了突发事件部分属性值缺失情形的应急方案选择问题、综合考虑应急效果和应对成本的突发事件应急方案选择问题、突发事件特征属性值具有混合形式信息情形的应急预案选择问题。针对这些具体的决策分析问题，分别提出了基于 CBR 的应急方案选择的决策方法、基于 CBDT 的应急方案选择的决策方法、基于预案特征匹配的应急方案选择的决策方法，并针对每一种决策分析方法给出了具有实际背景的算例分析。

5) 本书研究了应急救援人员分组与派遣的决策方法。具体地，本书研究了应急救援人员分组的决策问题、应急抢修队伍派遣的决策问题和应急救援人员派遣的决策问题。针对这些具体的决策分析问题，分别提出了考虑技能要求的应急救援人员分组的决策方法、考虑时间成本的应急抢修队伍派遣的决策方法、考虑胜任度和时间满意度的应急救援人员派遣的决策方法，并针对每一种决策方法给出了具有实际背景的算例分析。

6) 本书研究了应急方案选择的多阶段决策方法。具体地，本书研究了多阶段不同情景下多指标、多任务的应急方案选择问题。针对这一类决策问题的特点，提出了应急方案选择的多阶段决策方法，并给出了具有实际背景的算例分析。

本书针对突发事件应急方案选择的决策问题，提出了针对不同情形的、有针对性的决策模型和决策方法，为突发事件应急方案选择的决策问题研究提供了理论与方法层面的学术参考，并丰富了突发事件应急决策的理论与方法。本书的研究成果可为解决现实中大量存在的突发事件应急方案选择的决策问题提供决策模型和决策方法的支撑。此外，通过将本书提出的针对不同突发事件应急方案选择问题的决策模型和决策方法与相关的应急管理平台进行集成，能够为应急管理决策者进行应急方案选择或编制应急预案提供辅助决策支持。

本书涉及的研究工作、研究成果及撰写工作，由樊治平进行总体设计并组织完成。刘洋参与完成了第1章、第3章、第4章、第6章的撰写工作，袁媛参与完成了第2章、第4章、第6章、第8章的撰写工作，姜艳萍参与完成了第3章、第5章、第7章的撰写工作。全书由樊治平负责完成修改和统稿工作。在本书涉及的研究内容中，李永海、于超、沈荣鉴、朱少华、苏明明、袁娜、郑玉岩等研究生也参与了相关的工作，在此表示感谢。

作者在撰写本书的过程中，得到了许多专家、学者的帮助和指导，使本书涉及的研究工作能够顺利开展并最终完成，这里一并表示感谢！本书涉及的研究工作得到了国家自然科学基金项目(90924016, 71101020, 71271050, 71271051, 71371002, 71571039, 71571040)、中央高校基本科研业务费专项资金项目(N140607001)和辽宁省高等学校创新团队支持计划项目(WT2013004)的资助。

本书的一些内容是探索性的研究成果，由于作者水平有限，书中的一些观点和叙述难免有不妥及疏漏之处，恳请学术同行及政府、企业管理界人士批评指正。

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 突发事件应急方案选择问题的研究背景	1
1.1.1 突发事件应急管理中存在大量应急方案选择问题	1
1.1.2 突发事件应急方案选择的决策方法研究备受关注	2
1.1.3 深入研究突发事件应急方案选择的决策方法的必要性	3
1.2 突发事件应急方案选择问题的提出	4
1.2.1 依据突发事件现实背景的应急方案选择问题	4
1.2.2 突发事件应急方案选择的决策模型与方法	4
1.3 本书的研究目标与研究意义	4
1.3.1 研究目标	4
1.3.2 研究意义	5
1.4 本书的章节安排	5
1.5 本书数学符号及用语的说明	6
1.6 本章小结	6
第 2 章 突发事件应急方案选择问题	8
2.1 应急方案选择问题的相关概念及特征分析	8
2.1.1 突发事件应急方案选择问题的相关概念	8
2.1.2 应急方案选择问题的主要特征	9
2.1.3 应急方案选择决策问题与传统决策问题的对比分析	10
2.2 应急方案选择的若干决策问题	11
2.2.1 基于情景概率估计的应急方案选择的决策问题	11
2.2.2 考虑决策者行为的应急方案选择的决策问题	12
2.2.3 基于相似案例分析的应急方案选择的决策问题	12
2.2.4 应急救援人员分组与派遣的决策问题	13
2.2.5 应急方案选择的多阶段决策问题	13
2.3 本章小结	14

第 3 章 基于情景概率估计的应急方案选择的决策方法	15
3.1 基于主客观信息集成的突发事件情景概率估计方法	15
3.1.1 实际背景与相关研究概述	15
3.1.2 问题描述	16
3.1.3 情景概率估计方法	18
3.1.4 算例分析	20
3.2 基于故障树分析的突发事件情景概率估计方法	23
3.2.1 故障树分析方法	23
3.2.2 相关符号说明	24
3.2.3 情景演变的故障树构建方法	25
3.2.4 情景概率估计方法	26
3.2.5 算例分析	26
3.3 应急方案选择的多指标风险决策方法	30
3.3.1 实际背景与相关研究概述	30
3.3.2 决策问题描述	31
3.3.3 决策方法	32
3.3.4 算例分析	35
3.4 应急方案选择的动态调整决策方法	38
3.4.1 实际背景与相关研究概述	38
3.4.2 决策问题描述	39
3.4.3 决策方法	40
3.4.4 算例分析	45
3.5 本章小结	47
第 4 章 考虑决策者行为的应急方案选择的决策方法	49
4.1 行为决策理论概述	49
4.1.1 决策者行为特征	49
4.1.2 前景理论	51
4.1.3 后悔理论	54
4.2 基于前景理论的应急方案选择的决策方法 I	55
4.2.1 实际背景与相关研究概述	55
4.2.2 决策问题描述	56
4.2.3 决策方法	57
4.2.4 算例分析	61
4.3 基于前景理论的应急方案选择的决策方法 II	64
4.3.1 实际背景与相关研究概述	64
4.3.2 决策问题描述	64
4.3.3 决策方法	66

4.3.4 算例分析	71
4.4 基于后悔理论的应急方案选择的风险分析方法 I	73
4.4.1 实际背景与相关研究概述	73
4.4.2 决策问题描述	74
4.4.3 决策方法	76
4.4.4 算例分析	80
4.5 基于后悔理论的应急方案选择的风险分析方法 II	82
4.5.1 实际背景与相关研究概述	83
4.5.2 决策问题描述	83
4.5.3 决策方法	85
4.5.4 算例分析	87
4.6 本章小结	90
第 5 章 基于相似案例分析的应急方案选择的决策方法	92
5.1 CBR 与 CBDT 概述	92
5.1.1 CBR	92
5.1.2 CBDT	93
5.2 基于 CBR 的应急方案选择的决策方法	94
5.2.1 实际背景与相关研究概述	94
5.2.2 决策问题描述	94
5.2.3 决策方法	96
5.2.4 算例分析	99
5.3 基于 CBDT 的应急方案选择的决策方法	103
5.3.1 实际背景与相关研究概述	103
5.3.2 决策问题描述	104
5.3.3 决策方法	105
5.3.4 算例分析	108
5.4 基于预案特征匹配的应急方案选择的决策方法	111
5.4.1 实际背景与相关研究概述	111
5.4.2 决策问题描述	112
5.4.3 决策方法	113
5.4.4 算例分析	117
5.5 本章小结	121
第 6 章 应急救援人员分组与派遣的决策方法	123
6.1 考虑技能要求的应急救援人员分组的决策方法	123
6.1.1 实际背景与相关研究概述	123
6.1.2 决策问题描述	124
6.1.3 决策方法	125

6.1.4	算例分析	128
6.2	考虑时间成本的应急抢修队伍派遣的决策方法	132
6.2.1	实际背景与相关研究概述	132
6.2.2	决策问题描述	133
6.2.3	决策模型与决策方法	134
6.2.4	算例分析	136
6.3	考虑胜任度和时间满意度的应急救援人员派遣的决策方法	138
6.3.1	实际背景与相关研究概述	138
6.3.2	决策问题描述	139
6.3.3	决策方法	142
6.3.4	算例分析	147
6.4	本章小结	152
第7章	应急方案选择的多阶段决策方法	154
7.1	实际背景与相关研究概述	154
7.1.1	多阶段应急决策的研究现状	154
7.1.2	应急决策方案链	155
7.2	决策问题描述	156
7.3	决策方法	157
7.3.1	各阶段方案的评价	157
7.3.2	多阶段决策模型的建立与求解	158
7.4	算例分析	159
7.4.1	N核电站核泄漏事故的背景简介	159
7.4.2	核泄漏事故应急决策方案链	160
7.4.3	核泄漏事故应急决策指标体系	162
7.4.4	应急决策方案链的择优	163
7.5	本章小结	164
第8章	结论与展望	165
8.1	本书的主要研究成果及结论	165
8.2	本书的主要贡献	168
8.3	本书的研究局限	169
8.4	对后续研究工作的建议	169
8.5	本章小结	170
参考文献		171

1.1 突发事件应急预案选择问题的研究背景

本节基于对突发事件应急管理的实际情况的分析,以及对近年来突发事件应急管理领域的相关研究成果的总结,阐述突发事件应急预案选择问题的研究背景及突发事件应急预案选择的决策方法研究的必要性。

1.1.1 突发事件应急管理中存在大量应急预案选择问题

突发事件是指规模较大并且对生命和财产构成严重威胁的突然发生的紧急事件^[1,2]。按照事件的发生过程、性质和机理,突发事件通常可分为自然灾害、事故灾难、突发公共卫生事件、社会安全事件 4 种类型^[2]。近年来,各种类型的非常规突发事件的发生对人类社会造成了巨大的经济损失和人员伤亡。通常,在突发事件刚刚发生或出现某些征兆时,需要在极短的时间内,搜集、处理有关的信息,明确问题与目标,从多个备选应急预案(应急预案)中选择一个组织实施,以最大限度地降低突发事件引发的危害,保证生命财产安全并保证经济社会稳定。在现实的应急管理问题中,存在着大量应急预案选择问题。

1) 在堰塞湖抢险救援问题中,需要在考虑余震、降雨及堰塞湖导流措施对坝体结构的影响等多种不确定因素的情况下,从多个导流方案中选择最适合的导流方案,另外需要考虑堰塞湖险情未来可能出现的导流成功、小规模溃坝和大规模溃坝等多种可能情景及情景概率,在全部撤离、部分撤离和不撤离等多个下游群众疏散方案中进行应急疏散方案选择。

2) 在流行病疫情防控问题中,通常需要根据流行病的治愈难度、传播范围、传播途径和潜伏期等信息,从强制隔离、自愿隔离和不隔离等多个应急预案中选择适合的流行病防控方案,并根据疫情的发展变化对已实施的方案进行调整。

3) 在化学危险品泄漏事故应对中, 需要根据泄漏危险品的类型、波及范围和污染程度等信息, 从多个应急预案中选择适当的预案对事故进行应对。

1.1.2 突发事件应急方案选择的决策方法研究备受关注

面对突发事件如何从多个备选应急方案(或应急预案)中选择合理的应急方案并进行实施, 多年来一直受到政府和学术界的高度重视。为规范应急决策流程, 提高应急响应能力, 各国政府相继成立了专门的应急响应机构^[3], 并出台了应急响应总体预案及规范性文件^[2]; 而在学术界, 有关突发事件应急方案选择的决策方法研究也受到了国内外一些学者的关注。

Tamura 等^[4]在考虑决策者行为因素和不同级别的地震灾害的情况下, 建立了建筑物加固问题的价值函数, 进而计算各建筑物加固方案的价值, 并对加固方案进行排序和优选。Fu^[5]针对水库的防洪调度方案选择问题, 通过定义正、负理想点对方案与理想点的距离和贴适度进行计算, 从而依据贴适度进行防洪调度方案的优选。Sherali 等^[6,7]将事件树分析技术(event tree analysis, ETA)引入突发事件应急响应资源分配问题中, 构建了应急响应资源分配的优化模型, 通过模型的求解, 确定各应对环节所分配资源的数量。Lim 和 Lee^[8]通过地理信息系统(geographic information system, GIS)获得决策信息, 进而采用多指标决策方法进行减少洪水危害的应急决策方案优选。Levy 等^[9,10]在考虑洪水灾害应对整体方案的各指标信息存在关联的情况下, 采用网络分析法(analytic network process, ANP)进行洪水灾害应对整体方案的优选。Levy 等^[10]在考虑毒气泄漏事故中各指标评价信息关联的情况下, 采用群体网络分析法(group analytic network process, GANP)进行应急决策方案的选择。Yu 和 Lai^[11]针对突发事件应急响应中的群决策问题, 提出了一种基于距离测度的应急响应群决策方法。Hamalainen 等^[12]在考虑核泄漏事故各种可能灾害情景发生概率的基础上, 通过采集群体意见建立群体效用函数, 进而基于多属性效用理论(multi-attribute utility theory, MAUT)对核泄漏事故中的应急处置方案进行优选。在 Hamalainen 等研究的基础上, Geldermann 等^[13]构建了在线实时决策支持系统, 并对核泄漏后的核设施修复方案进行选择。Peng 等^[14]基于信息融合、信息挖掘和多指标决策等方法提出了一个面向突发事件应急响应的信息管理框架。徐志新等^[15]通过建立核泄漏事故应急方案选择的多属性效用函数, 计算各应急方案的效用值, 进而确定方案排序。关惠兴等^[16]针对氨气泄漏事故应急方案选择问题, 将专家群体给出的属性权重信息和方案评价信息处理为随机分布形式, 通过采用蒙特卡罗仿真计算方案的期望效用值, 进而对方案进行优选。于瑛英等^[17]针对存在传染效应突发事件的资源布局问题, 给出了应急资源分配的方法。徐玖平和卢毅^[18]针对地震灾后重建问题, 探讨了地震灾后重建系统工程的综合集成模式。