



基于情境重构模型的 非常规突发事件 应急管理研究

王颜新 黄敏芳 | 著

本书在对国内外相关研究成果进行梳理和总结的基础上，以非常规突发事件应急管理理论、灾害系统工程理论、情景分析和情境演算理论等作为理论基础展开研究。



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF
ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

基于情境重构模型的非常规 突发事件应急管理研究

王颜新 黄敏芳 著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书在对国内外相关研究成果进行梳理和总结的基础上,以非常规突发事件应急管理理论、灾害系统工程理论、情景分析和情境演算理论等作为理论基础展开介绍。从剖析事件情景、情境和情境重构等重要概念着手,采用信息学、本体论、演化分析、定量与定性相结合等多种方法,介绍面向“情景-应对”的非常规突发事件情境重构表达框架、情境表达要素分解模型,情境形式化描述方法、多层次情境网络模型、非常规突发事件情境重构模型方法,以及可视化仿真分析等关键问题。本书介绍的情境重构模型方法,为“情景-应对”范式下建立事件情景、分析事件的动态情境演化、研究面向情景的应对决策建立了理论基础,也为应急管理中事件态势的展示和决策者对事件的认知与交互开辟了一条新的途径。

本书适合从事应急管理、公共管理的管理人员及科研人员阅读。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

基于情境重构模型的非常规突发事件应急管理研究/王颜新,黄敏芳著. —北京:电子工业出版社, 2017.10

ISBN 978-7-121-32778-0

I. ①基… II. ①王… ②黄… III. ①突发事件—公共管理—研究 IV. ①D035

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 238261 号

责任编辑:徐蔷薇 特约编辑:马晓云

印 刷:三河市鑫金马印装有限公司

装 订:三河市鑫金马印装有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:720×1000 1/16 印张:14.75 字数:189 千字

版 次:2017 年 10 月第 1 版

印 次:2017 年 10 月第 1 次印刷

定 价:59.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: xuqw@phei.com.cn。

前言

随着全球经济一体化的深入发展以及我国工业化进程的明显加快，城市的发展越来越成为促进我国经济社会发展、参与国际竞争的载体。与此同时，城市的发展也正面临着基础设施、资源环境、人口流动、区域协调、组织行政等方面日渐明显的各种矛盾，各类突发事件逐渐成为普遍性问题。能否处理好突发事件引发的危机将直接关系到中国的政治稳定 and 经济发展，直接关系到社会主义和谐社会的构建。对于破坏性巨大的非常规突发事件的应急管理比普通灾害事件的管理更为困难。首先，从应急管理客体（突发事件）上看，城市中社会流动性和复杂性空前提高，突发事件的衍生、次生事件日益上升，且突发事件的原生事件与各级衍生事件逐步形成链式破坏效应。某些情况下，突发事件的链式破坏效应造成的危害程度已远超过原生事件本身。例如，2005 年哈长城市群发生的松花江水体污染事件，起因因为吉林市中石油吉林石化公司 101 厂爆炸，导致了松花江水体污染；随后导致了哈尔滨全城停水事件，引发市民集体恐慌；进而又导致中俄两国的外交事件。突发事件的链式破坏效应使应急管理工作不仅要面临突发性和紧迫性的困难，而且也面临着极度不确定性，给应对组织工作带来巨大挑战。其次，从应急管理主体（应急管理组织）上看，非常规突发事件常常是包含多主体的系统。突发事件应对过程涉及多方主体的利益，主体的决策偏好导致了决策行为的多样性，而主体决策目标差异则导致应对决策上的矛盾冲突。因此，应急过程中多主体之间的协同与博弈并存，需要研究减少主体间的冲突与矛盾、促进协调合作的协同机制与方法支持。

综上所述，一旦发生非常规突发事件，在时间和空间双维度上的级联破坏效应较一般突发事件更为明显，对任何一个环节的控制、应对不力都可能演变成大范围的危机。针对这一现象，应急管理工作的视角需要从被动应对逐步转换到主动应对。如何通过建立健全非常规突发事件协同治理机制，加强城市各级政府之间、政府和社会之间的协同治理，从而提高政府应急处理能力，已成为社会可持续发展的关键和难点问题。

本书以作者近几年在灾害应急研究中的认识结论为主，从非常规突发事件的情境重构角度展开论述。在对国内外相关研究成果进行梳理和总结的基础上，以非常规突发事件应急管理理论、灾害系统工程理论、情景分析和情境演算理论等作为理论基础展开介绍。从深入剖析非常规突发事件情景、情境和情境重构等重要概念着手，采用信息学、本体论、演化分析、定量与定性相结合等多种方法，介绍面向“情景-应对”的非常规突发事件情境重构表达框架、情境表达要素分解模型、情境形式化描述方法、多层次情境网络模型、非常规突发事件情境重构模型方法，以及可视化仿真分析等关键问题。本书介绍的情境重构模型方法，为“情景-应对”范式下建立事件情景、分析事件的动态情境演化、研究面向情景的应对决策建立了理论基础，也为应急管理中事件态势的展示和决策者对事件的认知与交互开辟了一条新的途径。

全书共7章，第1~第5章及第7章由王颜新博士撰写，第6章由黄敏芳博士撰写，全书由黄敏芳博士校对。

目 录

第 1 章

非常规突发事件与情境重构	1
1.1 非常规突发事件应急管理的现状	3
1.2 情境重构研究对应急管理的意义	6
1.2.1 情境重构的研究目的	6
1.2.2 研究意义	8
1.3 研究现状及评述	9
1.3.1 突发事件应急管理研究现状	9
1.3.2 重大灾害及其情景表现理论	14
1.3.3 灾害模拟仿真系统研究	24
1.3.4 研究述评	25
1.4 本书研究内容采用的研究方法和技术路线	28
1.4.1 研究方法	28
1.4.2 技术路线	29
1.5 研究内容与研究框架	30
1.5.1 主要研究内容	30
1.5.2 研究范围界定	31
1.5.3 研究内容框架	31

第2章

非常规突发事件情境重构体系	35
2.1 概念界定	37
2.1.1 非常规突发事件情景与情境	37
2.1.2 非常规突发事件情境重构	42
2.2 非常规突发事件的特征及典型情境	43
2.3 非常规突发事件情境重构体系框架	46
2.4 非常规突发事件的情境要素	49
2.4.1 情境结构要素	51
2.4.2 情境驱动要素	55
2.5 非常规突发事件的情境演化机理	56
2.5.1 非常规突发事件演化分析的理论视角	58
2.5.2 基于情境的演化机理分析	59
2.6 本章小结	66

第3章

非常规突发事件情境描述方法	69
3.1 情境的多源信息融合处理	71
3.1.1 情境信息分类及来源	72
3.1.2 面向知识的情境信息融合方法	74
3.2 情境本体设计	81
3.3 基于本体的情境网络设计	84
3.3.1 三层情境网络结构	85

3.3.2 情境描述语言选择及描述过程	89
3.4 本章小结	92

第4章

非常规突发事件情境重构方法	93
4.1 非常规突发事件情境重构途径	95
4.2 非常规突发事件情境重构流程	96
4.3 基于模糊情境规则推理的重构方法	98
4.3.1 模糊情境规则推理概述	99
4.3.2 模糊情境规则建立	100
4.3.3 模糊情境规则推理示例	102
4.3.4 基于逻辑情境演算的情境重构算法	105
4.4 基础设施关联的情境规则设计	108
4.4.1 基础设施网络的情境依赖描述	109
4.4.2 情境关联规则描述	110
4.5 本章小结	114

第5章

非常规突发事件情境重构可视化方法	115
5.1 情境重构可视化的主要任务	117
5.2 可视化模型设计	119
5.2.1 图元设计	119
5.2.2 情景序列的可视化	120
5.2.3 多层次情境网络的拓扑可视化实现	121

5.3	可视化系统原型的部分设计与实现	128
5.3.1	系统的分类情境功能设计	129
5.3.2	预案管理	131
5.3.3	情境重构模型的分布式管理设计	133
5.4	基于大数据的协同应急管理平台设计	140
5.4.1	系统体系结构设计	142
5.4.2	关键技术讨论	143
5.5	本章小结	145

第6章

非常规突发事件应对决策体系	147
6.1 应对决策集成体系构建	149
6.2 体系集成关系的系统动力分析	155
6.3 非常规突发事件应对任务的容错规划模型体系	157
6.3.1 灾害情景规划模型构建	158
6.3.2 任务容错规划模型构建	160
6.3.3 知识支持集成模型构建	164
6.4 本章小结	166

第7章

非常规突发事件应急决策及情境重构案例研究	167
7.1 生产中断情景下供应链销售应急决策研究	169
7.1.1 约束理论与约束满意决策方法	171
7.1.2 分销应急决策模型	176

7.1.3 约束满意决策方法180

7.1.4 算例183

7.2 复杂电网中的连锁故障应急研究186

7.2.1 电网连锁故障的演化分析188

7.2.2 基于节点度有限的电网连锁故障模型190

7.2.3 连锁故障应对案例194

7.3 2008 年冰雪灾害应对案例198

7.3.1 电网破坏的灾害情境要素分析201

7.3.2 复杂电网故障的情境网络202

7.3.3 复杂电网故障的情境规则设计206

7.4 本章小结209

结论210

参考文献213

第 1 章

非常规突发事件与情境重构

- 1.1 非常规突发事件应急管理的现状
- 1.2 情境重构研究对应急管理的意义
- 1.3 研究现状及评述
- 1.4 本书研究内容采用的研究方法和技术路线
- 1.5 研究内容与研究框架

1.1 非常规突发事件应急管理的现状

非常规突发事件 (Unconventional Emergency) 是指前兆不充分、难以预测、复杂性特征明显、存在潜在次生衍生危害、一旦发生后导致严重破坏的突发事件。从内在本质上看,非常规突发事件是一类极端重大的不确定性事件;从外在表现形式上看,非常规突发事件常常形成一系列危害极其严重的灾害事件链;从应对方式上看,非常规突发事件的应对处置大多需要涉及持续演化的复杂系统或过程,采用常规应对方式的效果不佳,因此需要采用非常规的处置方式。由于自然、地理条件等客观原因,我国一直都是一个灾难多发的国家,各类非常规突发事件时有发生。据统计,“十五”期间我国每年因自然灾害、事故灾难、公共卫生事件和社会安全事件造成的损失严重,相当于 GDP 的 6% 左右。我国每年因自然灾害、事故灾难、公共卫生和社会安全等突发事件造成的非正常人员死亡数量超过 20 万人,非正常死亡率约为 26%,伤残超过 200 万人,经济损失超过 6000 亿元^[1]。表 1-1 列举了中国 2008 年以来发生的典型自然灾害类非常规突发事件。其中最为典型的非常规突发事件是 2008 年的汶川大地震,波及了四川、甘肃、陕西和重庆等地的 16 个省(直辖市、自治区)、417 个县,灾区总面积达 44 万平方公里,共计 8.7 万人死亡,受灾人口逾 4500 万人,造成 8400 余亿元的经济损失。这场由大地震引发的巨大灾害导致地震灾区范围内的基础设施网络(包括电力、供排水、燃气、热力、供油系统以及通信、交通等公用设施网络)全部中断,给人民生活带来了极其严重的危害。通过此次灾害进行总结可以发现,这次巨大灾害破坏的形成除了地震这

一原发致灾事件之外，电力基础设施破坏导致的大面积断电是灾难扩散的重要原因，加剧了关键基础设施网络的破坏和失效，给管理者的应对决策以及灾害救援等工作造成了极大的困难。国内外类似灾害事件已经表明：由自然灾害等突发事件形成和引发的关键基础设施网络体系内的技术和功能性失效都极易扩散到其他领域或设施部门，灾害的负面后果被成倍放大，从而形成灾害链条式扩散的“连锁效应”，造成常规应对方式的失效，并加剧抗灾救灾应对的混乱局面和应对决策上的困难，进而引发社会性灾难。这类突发事件给人类社会带来了巨大的潜在威胁，也促使全世界的专家学者加速启动了全面、系统研究非常规突发事件应急管理理论与方法的进程。

非常规突发事件的应对涉及多个领域，在应对体系构建、组织架构管理、决策管理模式及技术支持手段等方面都需要有相应的改变。在非常规突发事件的特殊约束情境下，如何突破风险管理的“预测-应对”传统模式，针对非常规突发事件的预测难题，创造并完善“情景-应对”的应对响应模式，这是一项艰巨的历史性科学理论创新任务。从事件的情景状态和动态情境变化两个角度进行分析，研究非常规突发事件的情境网络描述和情境重构就是其中极为重要的原创理论研究任务之一，需要多学科研究者共同攻关，开展创造性的工作。

表 1-1 中国 2008 年以来发生的典型自然灾害类非常规突发事件

发生时间	地 点	事件及影响情况	情境特征
2008 年年初	南方十多个省市	持续低温、雨雪和冰冻天气对电力、交通等多个行业造成严重影响，死亡近百人，影响全国上亿人	低温、雨雪等天气形成气象灾害链情境，影响电力系统，随之形成基础设施的级联失效情境
2008 年 5 月	四川省	地震造成大量房屋倒塌，大面积道路中断。死亡超过 9 万人，受伤者数百万人	地震造成环境破坏，导致电力、交通等多类设施被破坏，形成灾害链情境
2010 年 6 月 28 日	贵州省安顺市关岭县	强降雨发生山体滑坡，泥石流总长 1.5 公里左右，导致两个村民组 38 户、107 人被掩埋	灾害气象与特殊地质环境相互作用，形成灾害链情境

续表

发生时间	地 点	事件及影响情况	情境特征
2010 年 8 月	甘肃省甘南 州舟曲县	强降雨导致泥石流灾害。泥石流冲进县城，并截断河流形成堰塞湖，造成特大山洪地质灾害。遇难 1270 人，失踪 474 人，受伤住院人数 70 人	灾害气象与特殊地质环境相互作用，形成灾害链情境
2010 年 9 月 2 日	福建漳州	在热带风暴“狮子山”影响下，持续出现暴雨、局部大暴雨的强降水过程。超过 10 万人受灾	灾害气象之间相互作用形成灾害链情境
2010 年 9 月 20 日	福建漳浦、广东等地	台风“凡亚比”造成广东省受灾人口接近 160 万人，其中死亡人数 80 人，失踪 58 人	灾害气象直接作用于受灾对象，产生破坏情境
2012 年 7 月 21 日	北京及周边地区	遭遇 61 年来最强暴雨和洪涝灾害，持续 16 个小时，致 79 人死亡，房屋倒塌 10660 间	灾害气象之间相互作用形成灾害链情境
2012 年 8 月 8 日	浙江、上海、江苏、安徽	台风“海葵”登陆时中心气压 960 百帕，近中心风力为 14 级，致 6 人死亡，217.3 万人紧急转移	灾害气象直接作用于受灾对象，产生破坏情境
2013 年 7 月中 上旬	四川盆地、西北华北地区	强降雨引发洪涝、山体滑坡，致 319 人死亡失踪，1590.7 万人受灾	灾害气象直接作用于受灾对象，产生破坏情境
2016 年 6 月	长江中下游地区	持续强降雨引发洪涝灾害，致 11 省 67 市 331 县的 170 人死亡或失踪，1.6 万群众转移	灾害气象之间相互作用形成灾害链情境

非常规突发事件的类型众多，其发生发展过程中的情景特征也各异。本书重点关注自然灾害类的非常规突发事件，针对其发生发展规律展开研究。这类非常规突发事件是指给人类生存带来危害或损害人类生活环境的自然现象，包括洪涝、干旱灾害，台风、冰雹、雪、沙尘暴等气象灾害，火山、地震灾害，山体崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，风暴潮、海啸等海洋灾害，森林草原火灾和重大生物灾害等自然灾害。非常规突发事件的应对决策本质上属于应急响应决策范畴，应对的基本瓶颈难题是突发事件的灾难情境难以在短时间内被有效、稳定识别。由于非常规突发事件具有历史罕见性、突然爆发性、致灾因素复杂性、极度破坏性、时效紧迫和极端不确定性等特征，非常规突发事件的演化发展过程中存在大量的次生、

衍生及耦合等各种非线性动力学关系。非常规突发事件的应对处置大多需要涉及持续演化的复杂系统或过程，结构化、半结构化、非结构化的决策问题交织在一起、应对动员状态多样、应对中的阶段性决策结果通常不可逆，这三点决定了应对决策的高度复杂性。在应对实践中，面对罕见的、突然爆发的、成因关系复杂的非常规突发事件，决策者的应对知识经验匮乏，无法或不能完全获取充分完备的信息。在这种非常规态势情况下，包含静态情景状态的动态情境是界定应对决策任务的基本识别要素，要描述并展现非常规突发事件情境及其未来演化趋势，需要适应的非常规突发事件情境描述和情境重构模型的基础理论、方法、技术和应用模式。

1.2 情境重构研究对应急管理的意义

1.2.1 情境重构的研究目的

本书将从突发事件应急管理理论出发，结合情境信息理论及情景分析方法，探求非常规突发事件的“情景-应对”应急范式中情境重构体系构成及实现途径。在现有研究成果的基础上，本书将界定非常规突发事件情景、情境和情境重构的内涵，建立情境描述研究的理论基础，构建突发事件情境描述和重构表达的模型方法，并对所涉及的关键理论方法和可视化仿真实现技术进行详细研究。本文涉及的研究领域尚缺乏系统性的成熟研究以及较为有效的集成方法。因此，本书研究目的在于：

(1) 厘清非常规突发事件中的情景、情境和情境重构等概念内涵,分析非常规突发事件情境要素的构成,建立非常规突发事件情境描述和情境重构体系。尽管当前对非常规突发事件应急已形成了“情景-应对”方式的共识,但针对这一应对体系中的情景、情境构成要素和相关属性等基础问题还缺乏严格的界定与分析。本研究拟通过对非常规突发事件情景、情境和情境重构等概念内涵的界定,分析非常规突发事件的多阶段情境演化特征,构建“情景-应对”范式中从数据信息集成到情境要素构成分析,到构造情境描述方法,再到形成情境演化网络表现,最后完成情境重构表达的完整体系。为非常规突发事件的情境重构表达研究探索实现途径、流程和模型方法。

(2) 分析非常规突发事件情境要素的多渠道信息来源,提出情境要素的多源信息融合途径和方法,并研究非常规突发事件情境库的建立。在信息融合方法的支持下,建立基于本体情境描述方法,构建因子-状态-事件链的三层情境构成的集成情境网络表达方法。面向情境网络,分析适合非常规突发事件情境重构的描述语言和描述流程。

(3) 在“情景-应对”体系下,提出非常规突发事件情境重构途径和重构流程机制,以情景和情景序偶为事件单元,以包含情景序列的多层次情境网络为表现形式,建立基于模糊情境规则推理和逻辑情境演算算法的非常规突发事件情境重构过程和方法。研究在基础设施关联依赖情境下的重构规则。

(4) 探讨情境网络的可视化表现方法,研究可视化模型的设计思路和网络布局算法,构建非常规突发事件情境重构表达的仿真模拟平台结构及其关键实现技术。

(5) 将非常规突发事件的情境重构体系应用到自然灾害引发的复杂